


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Будівельний факультет
Кафедра будівельних конструкцій

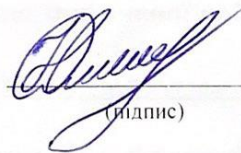
До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
Будівельних конструкцій
 В.В. Душин
підпис
« 12 » грудня 2022 р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

На тему: «Торговий центр в м. Харків»

Виконав


(підпис)

Науменко О.В.

(Прізвище, ініціали)

Група

ПЦБ 2101-1м

Науковий керівник


(підпис)

Циганенко Л.А.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2022 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: Будівельних конструкцій
Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Науменка Олега Вікторовича

1. Тема роботи «Торговий центр в м. Харків»

Затверджено наказом по університету №2805/1-н від "23" вересня 2021р.

2. Строк здачі студентом закінченої роботи: "12" грудня 2022 р

3. Вихідні дані до роботи: _____

Ескізи, об'ємно-планувальне рішення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

1. Архітектурна частина: Ситуаційний план, Об'ємно-планувальне рішення, Архітектурно-конструктивне рішення, Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

2. Розрахунково-конструктивний розділ: Розрахунок конструкцій, Конструктивна система каркаса, Розрахунок вузлів роти, Кріплення прогонів

2. Допідрозділ технічної організації: підготовка об'єкта будівництва, Технологія виконання буд-проектів-розробка тех карт на монтаж певних конструкцій, монтаж системи вентиляційних ґрундів, висоти до якої прийнято будів.

Список літератури, Додаток №1, Додаток №2.

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

Архити 1: Фасад, Розріз 1-1, Розріз 2-2, Вузлик М 1:10

Архити 2: План а відт. 0.000, План покриття, план на відт. 10.800, Вузлик 1,2

Архити 3: Монтажний план елементів покриття

Архити 4: Проліт монтажних робіт на монтаж величезної софоби фасаду

6. Консультанти за розділами магістерської кваліфікаційної роботи

Найменування розділу	Консультанти
Архітектурно-будівельний	с.г. викл. Бородай С. П.
Розрахунково-конструктивний	к.т.н. Доцент Циганенко Л.А
Дослідницький технологічно-організаційний	к.т.н. Доц. Нагорний М.В.
Нормоконтроль	с.г.и. Доц. Циганенко Л.А.
Перевірка на аутентичність: унікальність	доц. Срібняк Н.М.

7. Графік виконання магістерської кваліфікаційної роботи

Найменування розділу	Термін виконання
Архітектурно-будівельний	04.04.22
Розрахунково-конструктивний	20.06.22
Розрахунково-конструктивний	20.06.22
Дослідницький технологічно-організаційний	21.11.22
Задача роботи для перевірки на плагіат	05.12.22- 09.12.22
Попередній захист	09.12.22
Задача проекту до деканату	10.12.22- 12.12.22
Захист проекту	

Завдання видав до виконання:

Керівник :


(підпис)

Циганенко Л. А.
(Прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач


(підпис)

Наутемко О.В.
(Прізвище, ініціали)

Анотація

Магістерська робота студента Науменко О.В. на тему: «Торговий центр в м. Харків».

Кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», СНАУ, Суми 2022 рік.

В кваліфікаційній роботі розглянуто технологічний процес монтажу вентилязованих фасадів. Рациональність вибору обумовлена невисокою ціною, простотою монтажу та ремонту вентилязованого фасаду, сучасний дизайн, її високою ефективністю сумісної роботи з огороджувальною конструкцією та високими захисними властивостями від дії зовнішніх факторів, таких як вітер, волога, шум, температурний вплив.

Ключові слова: фасад, вентиляція, монтаж, стіни, торговий центр, зовнішній вигляд.

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНИЙ

- 1.1 Ситуаційний план
- 1.2. Об'ємно-планувальне рішення
- 1.3. Архітектурно-конструктивне рішення
- 1.4. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДНИЦЬКО-РОЗРАХУНКОВИЙ

- 2.1. Розрахунково-конструктивний
 - 2.1.1. Конструктивна система каркаса
 - 2.1.2. Збір навантаження
 - 2.1.3. Розрахунок конструкцій
 - 2.1.4. Розрахунок вузлів рами будівлі
 - 2.1.5. Кріплення прогонів перерізом 30Б1 до ригелів перекриття

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДНИЦЬКО ТЕХНОЛОГІЧНО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ

- 3.1. Підготовка об'єкта будівництва
 - 3.1.1 Умови забезпечення будівництва
- 3.2. Дослідницький технологічно-організаційний
- 3.3. Технологія виконання будівельних процесів - розробка технологічної карти на монтаж несучих конструкцій
 - 3.3.1. Організація робіт
 - 3.3.2. Вибір типу крана і їх прив'язка до об'єкту
- 3.4. Технологія виконання будівельних процесів – розробка технологічної карти на монтаж вентиляованого фасаду

- 3.4.1. Область застосування та призначення технологічної карти
- 3.5. Вказівки до виконання робіт
 - 3.5.1. Монтаж системи вентилязованих фасадів
 - 3.5.2. Транспортування і складування виробів і матеріалів
 - 3.5.3. Калькуляція технологічних процесів
 - 3.5.4. Вимоги до якості попередніх робіт
 - 3.5.5. Вимоги до якості і приймання робіт
 - 3.5.6. Основні заходи з техніки безпеки
- 3.8. Техніко-економічні показники

ВСТУП

Одним з актуальних напрямів в будівництві є створення торгових центрів, так як це дає можливість розширити економічні зв'язки не тільки в межах країни, а й за кордоном. Будівництво торгового центру актуально зараз, особливо під час початку повномасштабної війни в Україні від 24 лютого 2022 року. В Україні внаслідок бойових дій було пошкоджено та зруйновано агресором тисячі об'єктів інфраструктури. За підрахунками найбільша частка пошкоджень припадає на торговельні підприємства та сферу промисловості України. Зруйновані будівлі не підлягають реконструкції та ремонту, лише будівництво. Тому для відновлення інфраструктури країни було розроблено торговий центр.

Рациональним рішенням є суміщення торгових приміщень з житловими, так як це забезпечить людям робочі місця в торгівельній зоні, та кімнати для проживання в житловій зоні. Для будівництва було запроєктовано новітні технології монтажу елементів конструкцій.

Після військового часу будівлі, що поєднують в собі комплекс будуть більш рациональними, та зручними як в використанні відвідувачами, так і в експлуатації.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНИЙ

1.1 Ситуаційний план

Під час військових дій в м. Харків постраждало дуже багато будинків, споруд, інфраструктури. Під час обстеження однієї із пошкоджених будівель було зроблено висновок, що ремонту чи реконструкції ця будівля не підлягає. Тому доцільніше буде демонтувати її та на цьому місці побудувати нову будівлю, що буде більш функціональною за попередню (рис.1.1)

Ділянка під забудову розташована за адресою: проспект Гагаріна №54-А, м Харків, 61136. (Рис. 1.2.)



Рис. 1.1. Фото зруйнованої будівлі

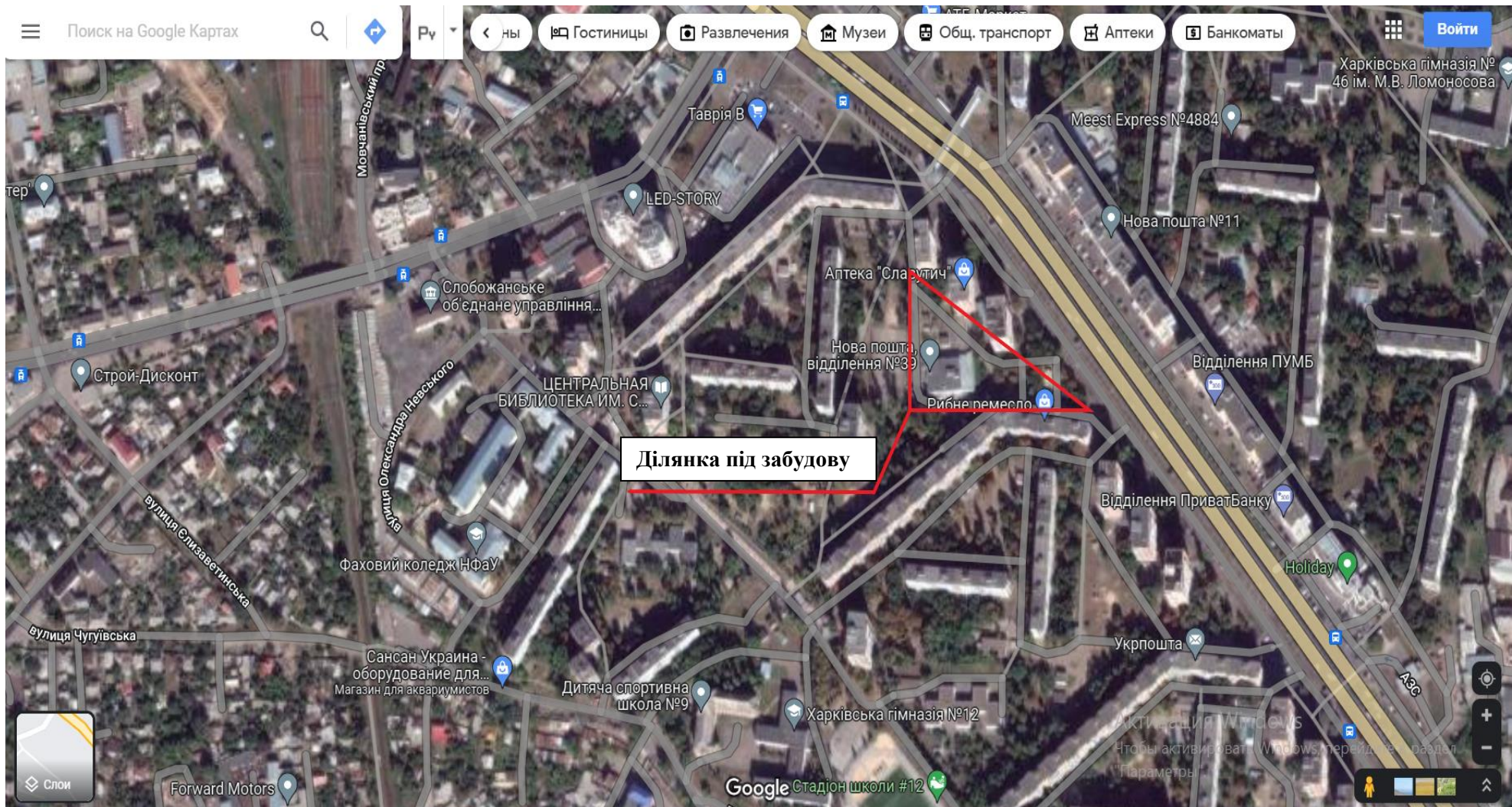


Рис. 1.2. Фото розміщення ділянки під забудов

1.2. Об'ємно-планувальне рішення

Відповідно до [4], ступені відповідальності, побудована будівля відноситься до СС2 . В багатоповерховій частині вогнестійкість має ступінь - II, в одноповерховій частині - III, згідно [3]

Будівля запроектована у відповідності до [1] та [2].

В плані побудована будівля має форму неправильну. П'ятиповерхова частина в центрі має вигляд прямокутника. Одноповерхова частина, по бокам від неї, має заокруглення до країв від центру.

Основні розміри габаритів будівлі в осях: 1-18 x А-У 139x60 м. Починаючи з другого і наступні поверхи мають наступні розміри в осях: А-У x 7-12 60x15 м.

В будівлі передбачено головний центральний вхід, додатково влаштовано дев'ять виходів на зовні у відповідності до [3], по три з кожного боку (осі 1, 5,14,18), та три з тильної сторони (осі Н, У)

З фасада будівля має вигляд колони, яка спирається на кам'яну плиту, схожу на основу чи фундамент. Прямокутні елементи будівлі, які виступають, гарно підкреслюють висоту будівлі, як і суцільно засклена центральна п'ятиповерхова частина. Подібним чином закривається питання з природним освітленням коридорів готелю.

Фасад облицьований кольоровими полімерними плитами та смугами, які змонтовані технологією навісного фасада, виробленого «MDL» Building Company

Від рівня ч.п. першого поверху висота будівлі - 24 м. Одноповерхова частина має висоту - 5.4 м.

Типовий поверх готелю - 3.6 м.

Перший поверх та торговий зал - 4.2 м.

Технічний поверх - 2.4 м.

Всі комунікації житлової частини готелю знаходяться на технічному поверсі.

1.3. Архітектурно-конструктивне рішення

Конструкція будівлі запроектована з сталевим каркасом.

Фундамент будівлі виконано з монолітного залізобетону марки М350, підшва якого розшарована на відмітці -2.65м, з розміром підшви 2.7х2.7 м та висотою 1.5 м. В якості основи фундаменту служать суглинки спокійні.

Стіни виконуються самонесучими з газобетонних блоків марки D600, відповідно нормам [15]. Блоки, з яких зроблені стіни, спираються на перекриття під собою. Використовується зовнішнє утеплення навісними вентильованими фасадами з кріпленням по монолітному перекриттю. Товщина стінових газобетонних блоків - 200 мм. Утеплювач, який прийнятий за розрахунком - «Rokwool» товщиною 150 мм.

Віконні прорізи заповнено у відповідності до [5]. Заповнюються подвійними склопакетами з алюмінієвими рамами. Над ними влаштовуються залізобетонні перемички ПР8-20.18.12 у відповідності до [6]. Стрічкове застосування торгових залів передбачене із сучасних металопластикових склопакетів з подвійним склом.

Каркас будівлі складається з колон, ригелів та прогонів двутаврового перерізу. Колони по цифровим осям мають крок 15 м для центральної багатоповерхової частини та 12 м в частини будівлі де один поверх. Вздовж буквених осей прийнятий крок колон 6 м.

В одноповерховій частини колони виконуються зі зварного двутавру марки 30 К1, сталь С245. у відповідності до [7]. В багатоповерховій частині колони мають підібраний перетин 400х400 мм.

Міжповерхове перекриття виконано по незмінній опалубці з монолітного бетону С25/30 у відповідності до [8], арматури класу А400 у відповідності до [9] та сталевого профільованого настилу товщиною 10 мм у відповідності до [7]. Спирання плити перекриття відбувається на прогони під нею, які мають крок 2.5 м.

Покриття. Покриття одноповерхової частини прийнято плоским з внутрішнім водостоком, по сталевому профільованому настилу, склад покриття на рис.1

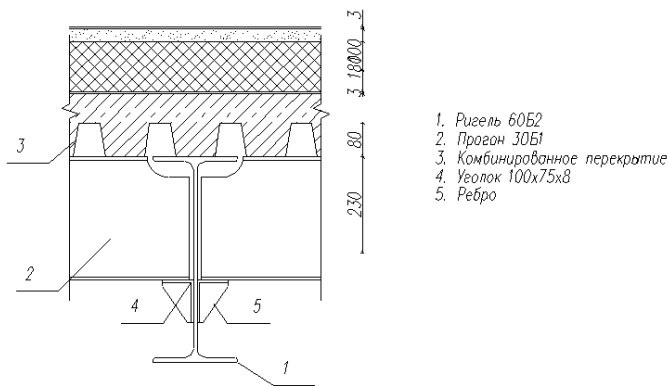


Рис. 1: Склад покриття

Перегородки. Запретковані гіпсокартонні листи по профілям відповідно до [10]. Система KNAUF. Товщина перегородо 120 мм - суспільній та в службових частинах будівлі. В житлових номерах перегородки мають товщину 150 мм, та заповнюються звукоізоляцією між листами гіпсокартону. Завдяки цьому в житлових номерах створюються комфортні умови, рис. 2.

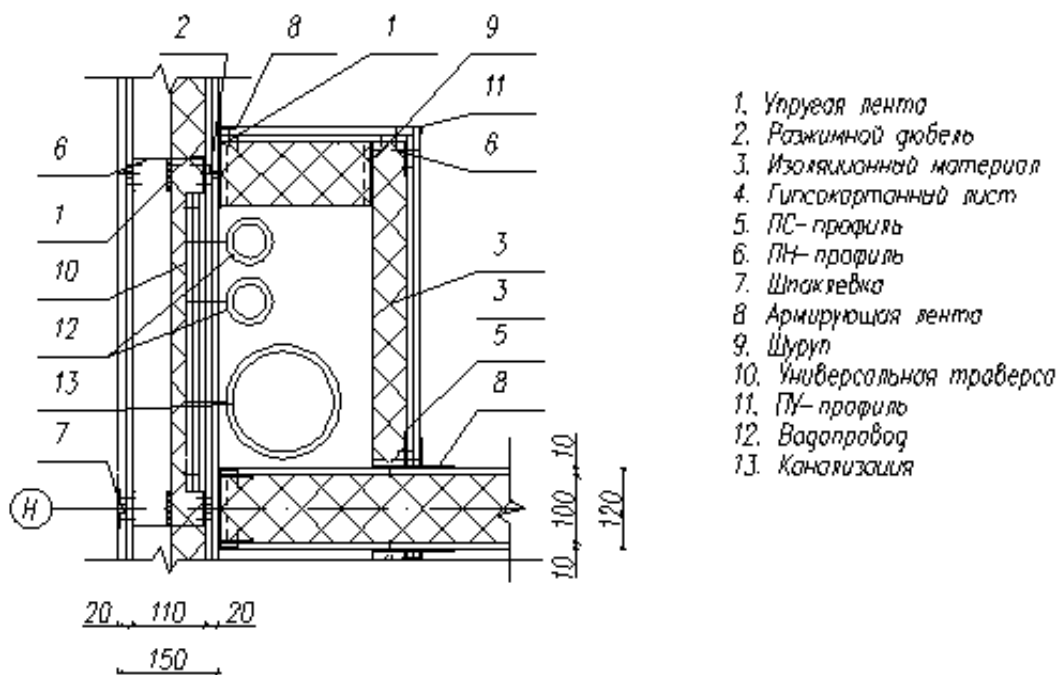


Рис. 2 - Вузол закриття водопровідних каналів та каналізації

Приміщення, в яких перегородки піддаються волозі, наприклад цехи підприємств харчування, санвузли – облицьовуються вологостійким

гіпсокартоном, які мають підвищений опір волозі. Решта приміщень облицьовується простим гіпсокартоном.

Каркасом для перегородок є алюмінієві профілі. Перетин профілів від 50x50 мм та 100x50 мм. Для забезпечення необхідної вогнестійкості елементи алюмінієвого каркаса облицьовуються одним шаром звичайного гіпсокартону, і одним шаром гіпсокартону з підвищеною опірністю відкритого полум'я, відповідно до [3].

Покрівля. Покрівля складається з гідроізолюючого шару «Ізолен», цементно-піщаної стяжки товщиною 30 мм, утеплювача «Ursa» товщиною 180 мм над багатоповерховою і 150 мм над частиною будівлі з одним поверхом. Покрівля виконана згідно нормам [11]. Звукоізоляційним матеріалом вибрано вироби з мінерального скловолкна.

Водосток з покриття влаштовується внутрішній організований відповідно норм [12]. Забір води здійснюється воронками, рис 3:

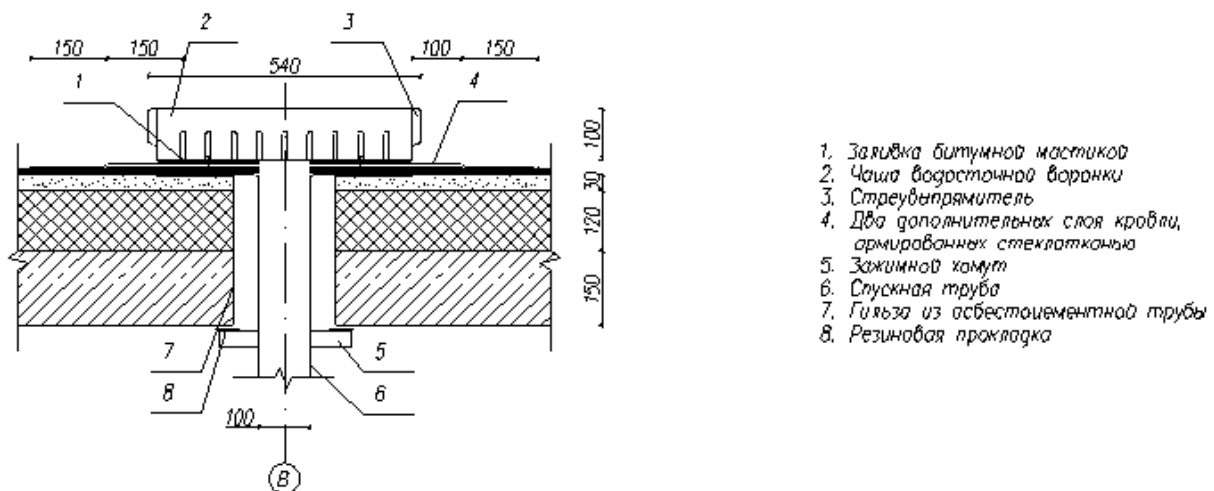
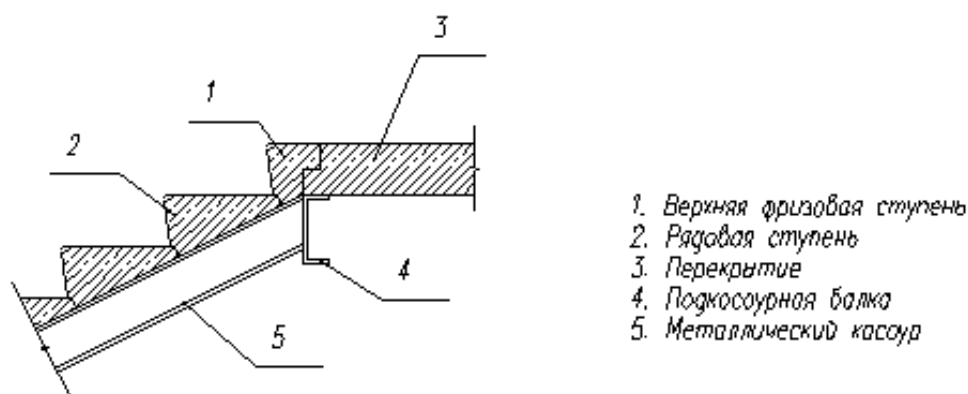


Рис. 3: Вузол водостоку.

Сходи. Згідно до норм [8] запроектовано сходи багатоповерхової частини, що прийняті з залізобетонних набраних сходинок, що вкладаються по металевим костурам, рис 4. Зовнішні сходи виконуються збірними залізобетонтах.



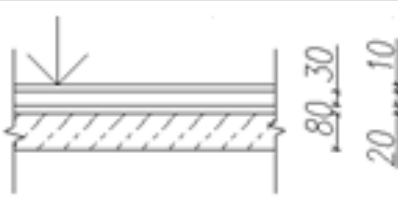
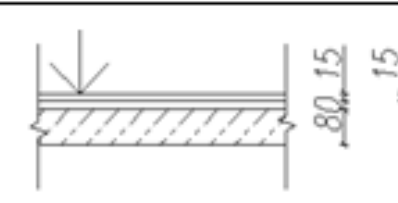
1. Верхняя фризовая ступень
2. Рядовая ступень
3. Перекрытие
4. Подкосурная балка
5. Металлический касур

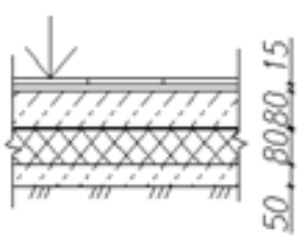
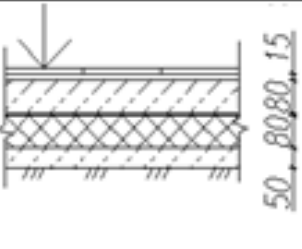
Рис. 4: Вузол примикання сходової клітки до перекрыття.

Підлоги. Конструкції застосовуваних підлог розрізняються залежно від призначення приміщення, з дотриманням норм [13].

Експлікація підлог

табл.1.1

Найменування	Тип	Схема	Елементи підлоги
Підлоги номерів влаштовують із лінолеуму	1		1. Лінолеум ДСТУ Б В.2.7-20-95 2. Стяжка М150 – 30мм 3. Теплоізоляція. 4. Комбіноване перекрыття
Коридори житлових поверхів	2		1. Керамічні плити ДСТУ Б В.2.7-282:2011–10мм 2. Стяжка М150 – 50мм 3. Комбіноване перекрыття
В коморах, коридори першого поверху, приміщеннях зберігання товарів, майстерень і складах влаштовуються цементну підлогу влаштовуються	3		1. Цементний розчин 2. Основа підлоги 3. Гідроізоляція 4. Утеплювач 5. Шар бетону 6. Ущільнений ґрунт

цементну підлогу			
Приміщення службового персоналу, кабінети, каса, архів, бухгалтерія	4		<ol style="list-style-type: none"> 1. Лінолеум полівінілхлоридний багатошаровий ДСТУ Б В.2.7-20-95-10 мм 2. Стяжка цементна – 15 мм 3. Гідроізоляція 4. Утеплювач 5. Шар бетону 6. Ущільнений ґрунт
Санвузли, торгові зали, гардеробні, цехи підприємства харчування, обідні зали та бари	5		<ol style="list-style-type: none"> 1. Керамічні плити ДСТУ Б В.2.7-282:2011-10 мм 2. Цементний розчин 3. Шар бетону 4. Гідроізоляція 5. Утеплювач 6. Підстилаючий шар 7. Ущільнений ґрунт

Оздоблення. Стіни кабінетів, номерів, приймалень і приміщень персоналу обклеюються шпалерами під фарбування згідно нормам [14]. Це дає можливість змінити колір кімнат, за необхідності. Стіни сан вузлів облицьовані плиткою. У складах та коморах стіни пофарбовані фарбою. Вестибюль готелю та коридорі мають покриття з фактурної штукатурки.

Стелі в адміністративних, службових та побутових приміщеннях, а також у коридорах влаштовуються підвісними та з використанням мінеральних матеріалів. У вологих приміщеннях, таких як санвузли, душові застосовуються металеві панелі.

1.4. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.

Районом будівництва запланованого об'єкта є м. Харків. (зона вологості – друга, зона кліматичного районування – перша). Згідно табл. 1 в (17), потрібним опором теплопередачі R_0^{mp} має бути значення не більше за значення розрахункового термічного опору R_0 огорожувальних конструкцій.

Потрібним опором теплопередачі є:

- в стіні $R_0^{mp} = 3.13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$,

Температура повітря в середині – 20°C .

Вологість повітря в середині – 60%, нормальний.

Умови, в яких експлуатується конструкція – Б.

Вихідними даними є:

Кладка стіни зроблена з газобетону; шар утеплювача – напівтверда базальтова вата; прошарок повітря (не враховується в розрахунок); по поверхням всередині та ззовні – один шар вапняного розчину (Рис.1). Вихідні дані приведемо в табл. 1.1.

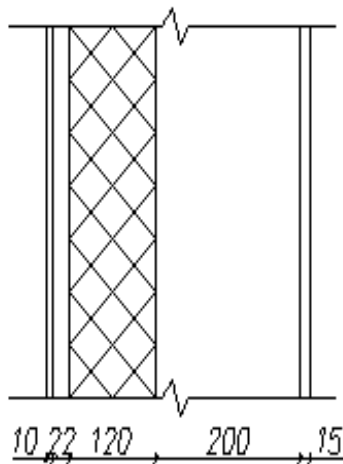


Рис. 1, Стіна, що утеплюється.

Табл. 1.1. Шари зовнішньої стіни

№ п/п	Найменування шару	Товщина, мм	λ , Вт / (м · °С)	R, м ² · °С / Вт	
1	штукатурка	1 800	15	0.7	0.021
2	газобетон	1 200	200	0.22	0.909
3	утеплювач "Роквул"	300	120	0.047	2.128
4	облицювання		10	2,91	0,003

Розрахунок ведеться при відносно нормальній вологості усередині приміщення – нормальній, $\varphi=50\%$ температура повітря всередині. $t_{в} = +20^\circ\text{C}$
 Умови, в яких експлуатується конструкція – Б.

Відповідно, коефіцієнт теплопередачі по ДБН В.2.6-31:2006
 $\alpha_{в} = 8.7 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$

Коеф. теплопередачі для зовнішньої стіни в зимових умовах:
 $\alpha_{н} = 23 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$.

Розрахунково температура в повітря всередині – $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$;

Розрахунково температура зовнішнього повітря взимку – $t_{н} = -28^{\circ}\text{C}$;

Питомий опір теплопередачі конструкції визначаємо за формулою:

$$R_0 \geq \sum R_i + R_v + R_n,$$

де $\sum R_i$ - сума всіх термо опорів по Будівельний майданчик знаходиться ншарам конструктивного елементу;

$$R_v = 0,115, R_n = 0,05 \quad R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{pi}},$$

де δ_i – товщина шару конструкції що розраховується, м

λ_{pi} – коеф. тепло провідності шару конструкції що розраховується, $\text{Вт/м}\cdot\text{K}^0$

✓ Перший шар стіни – Розчин штукатурний Ceresit СТ 190 $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$;

$$R_1 = \frac{0,015}{0,70} = 0,021 \text{ м}^2\cdot\text{K/Вт}$$

✓ Для другого шару стіни – газобетон D1200, $\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3$

$$R_2 = \frac{0,20}{0,22} = 0,909 \text{ м}^2\cdot\text{K/Вт}$$

Для четвертого шару стіни – облицювання

$$R_4 = \frac{0,01}{2,91} = 0,003 \text{ м}^2\cdot\text{K/Вт}$$

Обчислюємо R_0

$$R_0 = 0,021 + 0,909 + 0,003 = 0,933 \text{ м}^2\cdot\text{K/Вт}$$

Обчислюється оптимальна товщина утеплювача.

$$R_4 = \frac{0,01}{2,91} = 0,003 \text{ м}^2\cdot\text{K/Вт}$$

$$\delta_2 = (3,3 - 0,933) \cdot 0,042 \cdot 1,2 = 0,112 \text{ м} - \text{приймається товщина утеплювачу } 12 \text{ см}$$

$$R_g = \frac{0,120}{0,047} = 2,553 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Проводимо перерахунок теплового опору стіни:

$$R_0 = 0,021 + 0,909 + 2,553 + 0,003 = 3,486 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{mp} = 3,13 \leq 3,486 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad - \text{ умови виконуються.}$$

Висновок: Розрахунок теплопровідності данної стіни був виконаний, та за результатами було встановлено оптимальну товщину утеплювачу, з плит мінераловатних (по системі Ceresit MB) $\gamma = 30 \text{ кг/м}^3$ прийнято 12 см. Товщина шару газобетону 20 см, утеплювача 12 см і шару облицювання 1 см, тепловий опір стіни = 3,486 м²·К/Вт. Прийнято мінераловатні плити, довжиною 1000 мм (1200 мм), товщиною 120 мм, і шириною 500 мм.

Товщина утеплювача та конструкція стіни вимогами задовольняється вимогами [17]

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДНИЦЬКО-РОЗРАХУНКОВИЙ

2.1. Розрахунково-конструктивний

2.1.1. Конструктивна система каркаса

Виділяють дві підсистеми несучих конструкцій в системі каркаса:

1. конструкції горизонтальні
2. конструкції вертикальні

Горизонтально змонтовані конструкції приймають на себе навантаження та передають їх на вертикальні конструкції, також просторово забезпечують незмінність конструкції в плані, беруть участь в просторової роботі всієї конструкції в якості діафрагм, забезпечують стабільність, розподіляють навантаження та перешкоджають зсуву, якщо деякі вертикальні елементи навантажені нерівномірно. До горизонтальних конструкцій належать ригелі, прогони і перекриття по незмінній опалубці .

Найголовнішу несучу функцію виконують вертикальні конструкції, в кінцевому рахунку, які сприймають вертикальне навантаження передають їх на фундамент та основу. В якості вертикальних конструкцій в нашому випадку це колони будівлі.

При забезпеченні геометричної незмінюваності та просторової жорсткості каркасні системи поділяються на рамні, в'язеві та рамно-в'язеві. У нашому випадку прийнята рамна схема.

Кріплення ригелів до колон жорстке, таким чином забезпечується жорсткість і незмінність рами у поперечному напрямку (рис 2.1.)

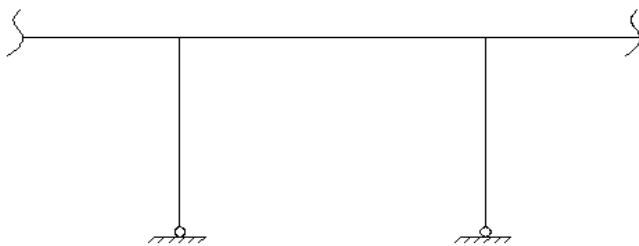


Рис. 2.1. Шарнірне кріплення колон до фундаментів.

У фундаментах колони закріплюються жорстко, таким чином забезпечується незмінність та жорсткість в поздовжньому напрямку (рис.2.2).



Рис. 2.2. Шарнірне кріплення ригелів до колони.

В поздовжньому напрямку крок колон був прийнятий 6м, в поперечному напрямку - 12м. Крок прогонів між колонами - 3м.

Було запроєктовано одноповерхову раму, в якій в поперечному напрямку прийнято 5 прольотів, і в поздовжньому змінна кількість від 3 до 10 прольотів що залежить від конструктивного рішення будівлі (рис. 2.3.)

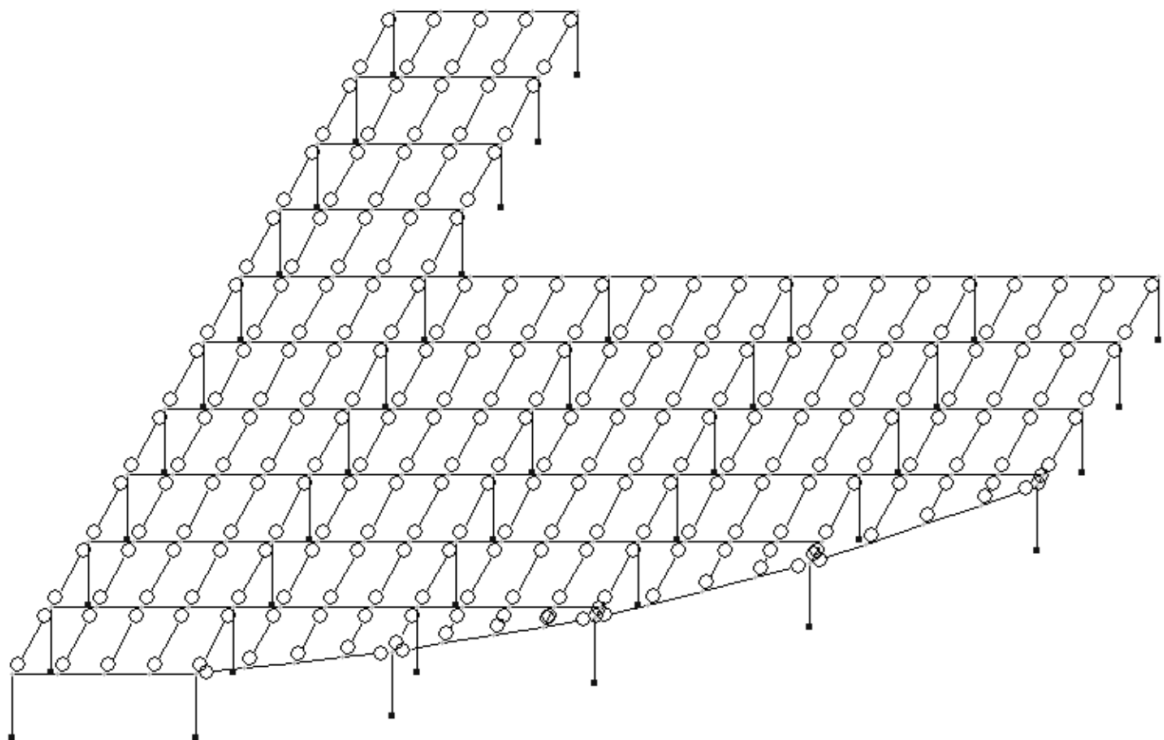


Рис. 2.3. Розрахункова схема в ПК Ліра.

2.1.2. Збір навантаження

На запроєктовану раму діють наступні навантаження:

- власна вага від покриття , перекриття величина яких розраховується в таблицях що приведено нижче.
- навантаження снігове
- навантаження вітрове

Власна вага конструкцій приймається автоматично в ПК Ліра.

Власна вага від покриття

Існуюче навантаження від маси всіх несучих та огорожувальних конструкцій покриття приймаємо рівномірно розподіленим. Величину цих навантажень показуємо в табличній формі (табл. 2.1.)

Табл. 2.1. Збір навантаження на покриття

№ п / п	Найменування навантаження	Характеристична кН / м ²	Коефіцієнт γ_f	Розрахункова, кН / м ²
1	гідроізоляційний килим	0.043	1.2	0.0516
2	цементна стяжка	0.6	1.2	0.72
3	Утеплювач	0.023	1.2	0.027
4	Пароізоляція	0.04	1.2	0.048
	Разом	0.643		0.84

Навантаження від власної ваги покриття розрахункове:

$$g = g_0 \gamma_n = 0,84 * 0,95 = 0,804 \text{ кН / м}^2$$

Навантаження снігове

Сніговий район для м Харків: III

На покриття розрахункове снігове навантаження визначаю за формулою:

$$S = S_g \mu \gamma_n, \text{ де}$$

S_g - вага снігу по земній поверхні, $S_g = 1,6 \text{ кН / м}^2$

μ - коефіцієнт, який показує перехід від ваги снігового ґрунту до навантаження снігу на покриття будівлі.

γ_n - коефіцієнт, який показує надійність відповідно надійності відповідно до призначення будівлі, $\gamma_n = 0.95$

Нормативне снігове навантаження

$$S_0 = S_g \cdot 0.7 = 1,6 \cdot 0,7 = 1,12 \text{ кН / м}^2$$

Розрахунок проводиться для двох випадків, згідно з (16):

- для рівномірно-розподіленого снігового навантаження, $\mu = 1$

$$S = 1,6 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1,521,6 \text{ кН / м}^2$$

- якщо виникне сніговий мішок

$$\mu = 1 + \frac{1}{h}(m_1 l_1 + m_2 l_2), \text{ де}$$

h - висота перепаду, яка відлічується до покрівлі нижнього карниза і від карниза верхнього покриття і при значенні більш як 8 метрів приймаємо при визначенні, $h = 17,8 \text{ м} > 8 \text{ м}$, $h = 8 \text{ м}$

m_1, m_2 - частинки снігу, які перелітають з вітром до перепаду висот покриття, та залежить від профілів в нижньому та верхньому покриттях, $m_1 = m_2 = 0.4$

l_1, l_2 - довжини верхнього та нижнього покриття, з яких перелітають частинки снігу у зону перепаду висот, $l_1 = 15 \text{ м}$, $l_2 = 60 \text{ м}$

$$\mu = 1 + \frac{1}{8}(0.4 \cdot 15 + 0.4 \cdot 60) = 4.75 > 4$$

$$\mu = 4$$

Довжина зони підвищених сніговідкладень

$$\text{Так як } \mu < \frac{2h}{S_0} = \frac{2 \cdot 8}{1.26} = 12.5, \text{ то}$$

$$b = 2h$$

$$b = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м}$$

коефіцієнт μ_1 визначається за формулою

$$\mu_1 = 1 - 2m_2$$

$$\mu_1 = 1 - 2 \cdot 0.4 = 0.2$$

$$S = 1,6 \cdot 4 \cdot 0,95 = 6,08 \text{ кН / м}^2$$

$$S_1 = 1,6 \cdot 0,2 \cdot 0,95 = 0,304 \text{ кН / м}^2$$

Тоді зображення розподіленого навантаження на покриття матиме такий вигляд (рис 2.4.)

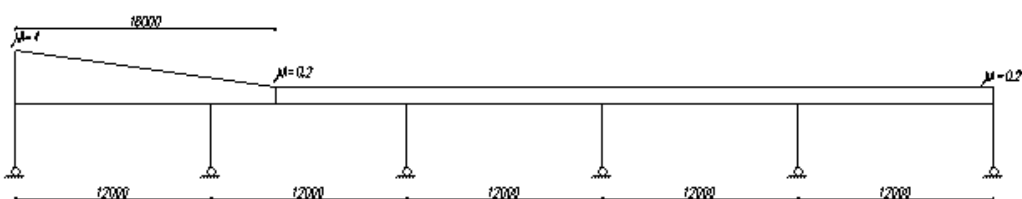


Рис. 2.4. Розподілене навантаження на покриття

Для однопрогоновою частини рами

$$\mu = 1 + \frac{1}{8} (0.4 \cdot 15 + 0.4 \cdot 12) = 2.35$$

Так як $\mu < \frac{2h}{S_0} = \frac{2 \cdot 8}{1.26} = 12.5$, то

$$b = 2h$$

$$b = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м} > l_2 \Rightarrow$$

$$b = l_2 = 12 \text{ м}$$

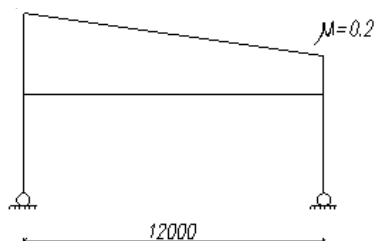


Рис. 2.5. Схема одноповерхової частини рами

$$S = 1.8 \cdot 2.35 \cdot 0.95 = 4.02 \text{ кН / м}^2$$

$$S_1 = 1.8 \cdot 0.2 \cdot 0.95 = 0.342 \text{ кН / м}^2$$

Навантаження вітрове

Вітровий район для м Харків: I

Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження на висоті z над поверхнею землі визначається за формулою

$$w_m = w_0 k c, \text{ де}$$

$$w_0 - \text{тиск вітру нормативний, } w_0 = 0.23 \text{ кН} / \text{м}^2$$

k - коефіцієнт зміни тиску вітру в висоту.

Для типу місцевості В $k_s = 0.5$

c - коефіцієнт аеродинаміки.

$$\text{Для навітряного боку } c = 0.8 \quad w_m = 0.23 \cdot 0.5 \cdot 0.8 = 0.092 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$\text{Для підвітряного боку } c = 0.6 \quad w_m' = 0.23 \cdot 0.5 \cdot 0.6 = 0.069 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Вітрове розрахункове навантаження визначаю за:

$$w = w_m \gamma_f \gamma_n$$

$$\text{навітряний бік } w = 0.092 \cdot 1.4 \cdot 0.95 = 0.122 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$\text{підвітряний бік } w' = 0.069 \cdot 1.4 \cdot 0.95 = 0.092 \text{ кН} / \text{м}^2$$

2.1.3. Розрахунок конструкцій

Розрахунок сталевого профнастилу

По сталевому профільному настилу діє навантаження від снігу та власної ваги покриття. Приймаємо однопролітного схему роботи СПН.

В якості настилу приймаємо суцільний профільний настил СПН 75 750-0.9 з такими геометричними характеристиками (на 1 м настилу):

$$W_{x1} = 30.2 \text{ см}^3$$

$$W_{x2} = 37.6 \text{ см}^3$$

$$I_x = 129.6 \text{ см}^4$$

Розвертаємо СПН стороною широкими гофрами до низу.

Характеристики міцності СПН:

$$R_y = 260 \text{ МПа}$$

$$R_s = 150 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Розрахунок суцільного профільного настилу СПН в першому прольоті

Розрахунок розподілене навантаження на 1 м ширини СПН

$$q = (s + g) \cdot 1$$

$$q_1 = (6.84 + 0.732) \cdot 1 = 7.57 \text{ кН / м}$$

$$q_2 = \left[\frac{6.84 - (6.84 - 0.342)}{16 \cdot 3} + 0.732 \right] \cdot 1 = 6.354 \text{ кН / м}$$

На 1 м ширини нормативно розподілене навантаження дорівнює

$$q_1^H = (5.04 + 0.643) \cdot 1 = 5.683 \text{ кН / м}$$

$$q_2^H = \left[\frac{5.04 - (5.04 - 0.252)}{16 \cdot 3} + 0.643 \right] \cdot 1 = 4.789 \text{ кН / м}$$

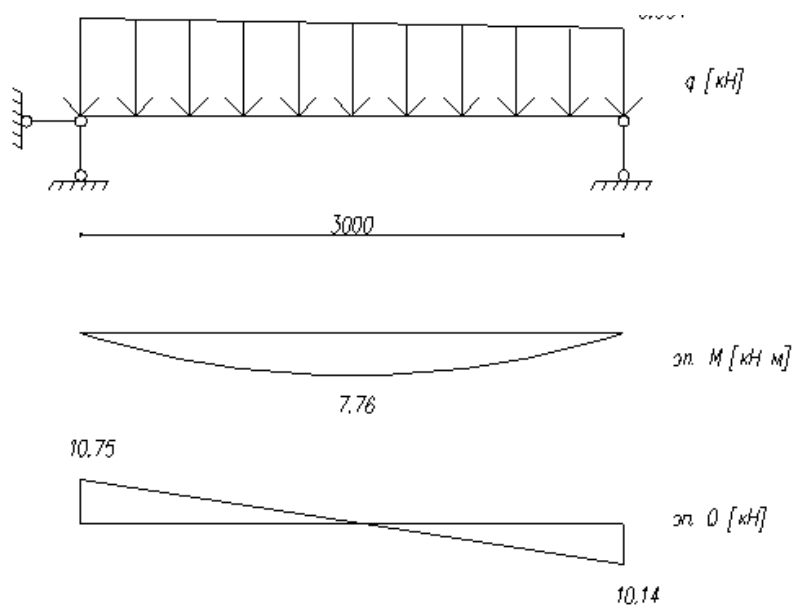


Рис. 2.5. Розрахункова схема і внутрішні зусилля

Перевірка міцності сталевого профільного настилу СПН

Перевіряємо виконання умови

$$\sigma_n = M / W_x \leq R_y \gamma_c, \text{ де}$$

M - згідно розрахункового навантаження на 1 м ширини настилу максимальний згинальний момент дорівнює, $M = 7.76 \text{ кН} \cdot \text{м}$

W_x - величина, яка враховує з виключені з роботи нестійкі частини полиць, які працюють на стиск, на 1 м. ширини момент опору.

Стійка частина стислих полиць знаходиться за формулою:

$$b_{red} = \frac{879}{\sqrt{\sigma_n}} \left(1 - \frac{192t}{b\sqrt{\sigma_n}} \right), \text{ де}$$

t, b - товщина і ширина полки настилу без урахування заокруглень, $t = 0.0009 \text{ м}$,

$$b = 0.05 - 0.005 \cdot 2 = 0.04 \text{ м}$$

$$b_{red} = \frac{879}{\sqrt{257}} \left(1 - \frac{192 \cdot 0.09}{4\sqrt{257}} \right) = 40 \text{ мм}$$

$$b_{red} = b$$

Стислі полки стійкі по всій ширині, $W_x = 30.2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$

$$\sigma_n = 7.76 / 30.2 \cdot 10^{-6} = 257 \text{ МПа} < 260 \text{ МПа}$$

Перевіряємо виконання умови

$$\tau_n = Q / \sum t \cdot h_n \leq R_s, \text{ де}$$

Q - максимальне значення поперечної сили від розрахункових навантажень, що припадає на 1 м ширини настилу, $Q = 10.75 \text{ кН}$

$$h_n - \text{висота настилу, } h_n = 0.075 \text{ м}$$

$$\tau_n = 10.75 / (11 \cdot 0.0009 \cdot 0.075) = 14.48 \text{ МПа} < 150 \text{ МПа}$$

Перевірка прогинів сталевого профільного настилу СПН

Перевіряємо виконання умови

$$f_n = k_n q_n l^4 / E_n I_x + a \leq (1/200)l, \text{ де}$$

k_n - коефіцієнт, який визначається в залежності від схеми розкладки суцільного профільного настилу СПН, $k_n = 0.0091$

q_n - нормативна погонне навантаження,

$$q_n = (q_1^H + q_2^H) / 2 = (5.683 + 4.789) / 2 = 5.236 \text{ кН / м}$$

l - розрахунковий проліт настилу, $l = 3 \text{ м}$

a - емпірична величина, $a = 0.002 \text{ м}$

I_x - розрахунковий момент інерції розглянутого перетину настилу на 1 м його ширини с урахуванням виключення з роботи нестійких частин стислих полиць.

Перевіряємо стійкість стиснутих полиць

$$\sigma_n = M_{n,span} / W \leq 57.4 \cdot 10^4 \cdot (t/b)^2,$$

де

$M_{n,span}$ - найбільший згинальний момент від дії нормативного навантаження,

$$M_{n,span} = 5.891 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$5.891 / 30.2 \cdot 10^{-6} = 195 \text{ МПа} < 57.4 \cdot 10^4 \cdot (0.9/40)^2 = 291 \text{ МПа}$$

Умова виконується, отже, стислі полки стійкі на всій ширині і $I_x = 129.6 \text{ см}^4$

$$f_n = 0.0091 \cdot 5.891 \cdot 3^4 / 2.1 \cdot 10^8 \cdot 129.6 \cdot 10^{-8} + 0.002 = 0.018 \text{ м} < (1/150) \cdot 3 = 0.02 \text{ м}$$

Розрахунок прогонів сталевого профільного настилу

Прогони сприймають снігове навантаження, вага покриття і його конструкцій.

Матеріал прогонів - сталь С245 з наступними показниками:

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$R_s = 0.58 R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Розподілена навантаження на прогони визначаємо наступним чином:

$$q = (s + g) \cdot b, \text{ де}$$

b - ширина вантажної площі, $b = 3 \text{ м}$

$$g - \text{вага покриття і СПН, } g = (0.711 + 0.093 \cdot 1.05) \cdot 0.95 = 0.768 \text{ кН / м}^2$$

s - снігове навантаження, $s = (6.84 - 0.342) / 16 \cdot 3 = 5.622 \text{ кН / м}^2$ - для зони підвищених сніговідкладень,

$$q = (5.622 + 0.828) \cdot 3 = 19.35 \text{кН / м}$$

$s = 1.71 \text{кН / м}^2$ - для решти зони

$$q = (1.71 + 0.768) \cdot 3 = 7.434 \text{кН / м}$$

Нормативна погонне навантаження

$$q^H = (5.918 \cdot 0.7 + 0.711/1.2 + 0.093) \cdot 3 = 14.48 \text{кН / м} - \text{зона можливого «снігового мішку»}$$

$$q^H = (1.8 \cdot 0.7 + 0.711/1.2 + 0.093) \cdot 3 = 5.84 \text{кН / м} - \text{інші зони}$$

Розрахунки перерізів у зоні «снігових мішків»

Із розрахункового сполучення зусиль РСУ, який було сформовано на ПК ЛПРА отримані наступні розрахункові зусилля:

$$N = 0$$

$$M = 88.51 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 59 \text{кН}$$

Визначаємо необхідний перетин

$$W_{mp} = M / R_y \gamma_c$$

$$W_{mp} = 88.51 / 240 = 368.8 \text{см}^3$$

Приймаються перетин балки з двотавру 30Б1, що має показники:

$$W_x = 427 \text{см}^3$$

$$I_x = 6328 \text{см}^4$$

Перевірка на міцність прийнятих перерізів

Перевіряємо виконання умови

$$\sigma_x = M / W_x \leq R_y \gamma_c,$$

де

M - розрахунковий згинальний момент, $M = 88.51 \text{кН} \cdot \text{м}$

W_x - момент опору крайніх фібр перетину, $W_x = 427 \text{см}^3$

$$\sigma_x = 88.51 / 427 = 207.3 \text{МПа} < 240 \text{МПа}$$

Перевіряємо опорний переріз

$$\tau = Q / th \leq R_y \gamma_c, \text{ де}$$

Q - поперечна сила, $Q = 59 \text{кН}$

t - товщина стінки, $t = 0.0058\text{м}$

h - висота перерізу балки, $h = 0.296\text{м}$

$\tau = 59 / 0.0058 \cdot 0.296 = 34.37\text{МПа} < 139.2\text{МПа}$

Перевірка прогинів

Прогини прогонів перевіряємо за такою формулою:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^n l^4}{EI_x} \leq [f_u], \text{ де}$$

q^n - нормативна погонне навантаження на прогін, $q^n = 14.48\text{кН/м}$

l - розрахунковий проліт прогону, $l = 6\text{м}$

E - модуль пружності сталі, $E = 2.1 \cdot 10^5\text{МПа}$

I_x - момент інерції перерізу, $I_x = 6328\text{см}^4$

$[f_u]$ - вертикальний граничний прогін, $[f_u] = (1/200)l$

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{14.48 \cdot 6^4}{2.1 \cdot 10^8 \cdot 6328 \cdot 10^{-8}} = 0.0184\text{м} < (1/200) \cdot 6 = 0.03\text{м}$$

Перевірка стійкості не потрібно, так як передача навантаження відбувається через суцільний стислий настил, який спирається на стиснений пояс балки і надійно з ним пов'язаний.

Розрахунки перерізів у зоні нормальних снігових навантажень

Із розрахункового сполучення зусиль РСУ, отримані наступні розрахункові зусилля (табл. 2.2.)

Табл. 2.2. Розрахункові зусилля

Зусилля	N, кН	M, кНм	Q, кН
Розрахункове	0	52.9	35.26

Визначаємо необхідний переріз елемента

Розрахунок проводимо згідно [16], визначаємо опір перерізу:

$$W_{mp} = M / R_y \gamma_c$$

$$W_{mp} = 52.9 / 240 = 220 \text{ см}^3$$

Приймаються перетини згідно сортаменту двотаврів 23Б1:

$$W_x = 260.5 \text{ см}^3 \quad I_x = 2996 \text{ см}^4$$

Перевіряю двотавр на міцність

Перевіряю виконання умов

$$\sigma_x = M / W_x \leq R_y \gamma_c, \text{ де}$$

M - розрахунковий згинальний момент, $M=52.9$ кНм

W_x - момент опору крайніх фібр перетину, $W_x = 260.5 \text{ см}^3$

$$\sigma_x = 52.9 / 260.5 = 203.1 \text{ МПа} < 240 \text{ МПа}$$

Перевіряю опорний переріз

$$\tau = Q / th \leq R_s \gamma_c, \text{ де}$$

Q - поперечна сила, $Q=35.26$ кН

t - товщина стінки, $t = 0.0056 \text{ м}$

h - висота перерізу балки, $h = 0.23 \text{ м}$

$$\tau = 35.26 / 0.0056 \cdot 0.23 = 27.4 \text{ МПа} < 139.2 \text{ МПа}$$

Перевіряємо прогин підбраного перерізу

Прогини прогону перевіряються відповідно до формули:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^n l^4}{EI_x} \leq [f_u], \text{ де}$$

q^n - нормативне погонне навантаження на прогін, $q^n = 5.84 \text{ кН / м}$

l - розрахунковий проліт прогону, $l = 6 \text{ м}$

E - модуль пружності сталі, $E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

I_x - момент інерції перерізу, $I_x = 2996 \text{ см}^4$

$[f_u]$ - вертикальний граничний прогин, $[f_u] = (1/200)l$

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{5.84 \cdot 6^4}{2.1 \cdot 10^8 \cdot 2996 \cdot 10^{-8}} = 0.016 \text{ м} < (1/200) \cdot 6 = 0.03 \text{ м}$$

Проводити перевірку стійкості перерізу не потрібно, тому що передача навантаження відбувається через суцільний стиснутий настил, що спирається на стиснутий пояс балки що надійно з ним пов'язаний.

Розрахунок ригелів перекриття будівлі

Ригелі сприймають навантаження, яке передається ним від прогонів.

Матеріал ригелів - сталь С245 з наступними характеристиками:

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$R_s = 0.58R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Із розрахункового сполучення зусиль РСУ отримані наступні розрахункові зусилля:

$$N = 49.5 \text{ кН}$$

$$M = 362.2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 150.9 \text{ кН}$$

Попередньо приймаємо переріз балки з двотавру 50Б1 з наступними геометричними характеристиками:

$$A = 92.28 \text{ см}^2$$

$$W_x = 1511 \text{ см}^3$$

$$I_x = 37160 \text{ см}^4$$

$$i = 19.99 \text{ см}$$

визначаємо ексцентриситет

$$e = M / N, \text{ де}$$

M, N - розрахункові зусилля

$$e = 362.2 / 48.196 = 7.52 \text{ м}$$

Визначаємо відносний ексцентриситет

$$m = eA / W, \text{ де}$$

e - ексцентриситет, $e = 752 \text{ см}$

A - площа поперечного перерізу, $A = 92.8 \text{ см}^2$

W - момент опору найбільш стислих волокон, $W = 1511 \text{ см}^3$

$$m = 752 \cdot 92.28 / 1511 = 45.9$$

Так як $m > 20$, То потрібна перевірка тільки на міцність. Перевіряємо виконання умови:

$$\left(\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M}{c W R_y \gamma_c} \leq 1, \text{ де}$$

M, N - розрахункові зусилля

n, c - коефіцієнти, $n = 1.5, c = 1.09$

$$\left(\frac{49.9}{92.28 \cdot 10^{-4} \cdot 240 \cdot 10^3} \right)^{1.5} + \frac{362.2}{1.109 \cdot 1511 \cdot 10^{-6} \cdot 240 \cdot 10^3} = 0.904 < 1$$

Умова виконується. Міцність перерізу забезпечена.

Перевіряємо прогини ригелю

$$f < [f] = (1/150)l$$

$$f = 0.0333 \text{ м} < (1/150) \cdot 12 = 0.08 \text{ м}$$

Всі умови виконуються, отже, остаточно приймаємо переріз з двотавру 50Б1.

Втрата загальної стійкості балки може наступити тоді, коли стиснутий пояс балки не буде розкріплений в бічному напрямку і напруження досягнуть критичної позначки. У нашому випадку ригель розкріплено прогонами через 3м. Відношення відстані між точками закріплення стиснутого пояса до ширини пояса

$$l_0 / b = 3 / 0.2 = 15$$

l_0 - відстань між точками закріплення, $l_0 = 3 \text{ м}$

b - ширина стиснутого пояса, $b = 0.2 \text{ м}$

$$h / b = 0.48 / 0.2 = 2.4, \text{ де}$$

h - відстань між осями поясів, $h = 0.48 \text{ м}$

$$1 < h / b = 2.4 < 6$$

$$b / t = 0.2 / 0.012 = 16.67, \text{ де}$$

t - товщина стиснутого пояса, $t = 0.012 \text{ м}$

максимальне відношення

$$(l_0 / b)_{\max} = [0.42 + 0.0032b / t + (0.92 - 0.02b / t)b / h] \times \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$(l_0 / b)_{\max} = [0.42 + 0.0032 \cdot 16.67 + (0.92 - 0.02 \cdot 16.67) / 2.4] \times \sqrt{\frac{210}{0.24}} = 21.23$$

$$l_0 / b = 15 < (l_0 / b)_{\max} = 21.23$$

Перевірка ригеля на загальну стійкість не потрібна.

Визначаємо необхідність встановлення ребер жорсткості за формулою

$$\bar{\lambda}_w = h_w / t_w \sqrt{R_y / E}, \text{ де}$$

$$h_w, t_w - \text{висота і товщина стінки, } h_w = 0.426 \text{ м, } t_w = 0.0088 \text{ м}$$

$$\bar{\lambda}_w = 0.426 / 0.0088 \sqrt{0.24 / 210} = 1.636 < 3.2$$

Поперечні ребра з розрахунку не потрібні.

Розрахунок колон рами будівлі

Матеріал колон - сталь С245 з наступними характеристиками:

$$R_y = 240 \text{ МПа}$$

$$R_s = 0.58 R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа}$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Попередньо приймаємо перетин 30К1 з наступними геометричними характеристиками:

$$A = 108 \text{ см}^2$$

$$W_x = 1223 \text{ см}^3$$

$$I_x = 18110 \text{ см}^4$$

$$i_x = 12.95 \text{ см}$$

$$W_y = 405 \text{ см}^3$$

$$I_y = 6079 \text{ см}^4$$

$$i_y = 7.5 \text{ см}$$

Розрахунок колон на вигин в площині найбільшої жорсткості

Із розрахункового сполучення зусиль РСУ отримані наступні розрахункові зусилля:

$$N = 219.3 \text{ кН}$$

$$M = 218.9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 52.13 \text{ кН}$$

Визначаю ексцентриситет

$$e = M / N, \text{ де}$$

M, N - розрахункове зусилля

$$e = 218.9 / 219.3 = 0.998$$

Визначення відносного ексцентриситету

$$m = eA / W, \text{ де}$$

e - ексцентриситет, $e = 99.8 \text{ см}$

A - площа поперечного перерізу, $A = 108 \text{ см}^2$

W - момент опору найбільш стислих волокон, $W = 1223 \text{ см}^3$

$$m = 99.8 \cdot 108 / 1223 = 8.82$$

Визначення коефіцієнту приведення до розрахункової довжини визначається за формулою

$$\mu = 2 \sqrt{1 + \frac{0.38}{n}}, \text{ де}$$

$I_{p1} = I_{p2} = 37160 \text{ см}^4$ - моменти інерції перерізів ригелів

$I_k = 18110 \text{ см}^4$ - момент інерції перерізу колони

$$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$$

$$n_1 = n_2 = \frac{I_{p1} \cdot l_k}{l_{p1} \cdot I_k}$$

$$n_1 = n_2 = \frac{37160 \cdot 420}{1200 \cdot 18110} = 0.718$$

$$n = \frac{5(0.718 + 0.718)}{5 + 1} = 1.2$$

k - число прольотів, $k = 5$

$$\mu = 2 \sqrt{1 + \frac{0.38}{1.2}} = 2.29$$

Тепер розрахунково довжина

$$l_{ef} = \mu \cdot l, \text{ де}$$

μ - коефіцієнт приведення розрахункової довжини, $\mu = 2.29$

l - довжина колони, $l = 4.2\text{м} = 420\text{см}$

$$l_{ef} = 2.29 \cdot 420 = 963.9\text{см}$$

визначаю гнучкість

$$\lambda = l_{ef} / i_x, \text{ де}$$

l_{ef} - розрахункова довжина, $l_{ef} = 963.9\text{см}$

i_x - радіус інерції перерізу, $i_x = 12.95\text{см}$

$$\lambda = 963.9 / 12.95 = 74.43$$

умовна гнучкість

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}, \text{ де}$$

λ - гнучкість, $\lambda = 74.43$

E - модуль пружності сталі, $E = 2.1 \cdot 10^5 \text{МПа}$

$$\bar{\lambda} = 74.43 \sqrt{240 / 210000} = 2.52$$

Визначаю коефіцієнт впливу форми перерізу

$$\eta = 1.4 - 0.02\bar{\lambda}$$

$$\eta = 1.4 - 0.02 \cdot 2.52 = 1.35$$

Наведений відносний ексцентриситет

$$m_{ef} = \eta \cdot m$$

$$m_{ef} = 1.35 \cdot 8.82 = 11.9$$

коефіцієнт φ_e визначаю в залежності від приведенного відносного ексцентриситету і умовної гнучкості

$$\varphi_e = 0.102$$

Перевірка стійкості в площині дії моменту

$$N / \varphi_e A \leq R_y \gamma_c$$

$$219.3 / 0.102 \cdot 108 \cdot 10^{-4} = 199.1 \text{МПа} < 240 \cdot 0.95 = 228 \text{МПа}$$

Перевірка на міцність не проводиться, так як немає ослаблень перетину і значення згинальних моментів однакові, які приймаються у розрахунках на міцність і стійкість.

Розрахунок на вигин в площині найменшої жорсткості

Із розрахункового сполучення зусиль РСУ отримані наступні розрахункові зусилля:

$$N = 54.1 \text{кН}$$

$$M = 8.67 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$Q = 5.1 \text{кН}$$

Коефіцієнт приведення розрахункової довжини $\mu = 0.7$

$$\text{Тоді розрахункова довжина } l_{ef} = \mu \cdot l \quad l_{ef} = 0.7 \cdot 420 = 294 \text{см}$$

визначаємо гнучкість $\lambda_y = l_{ef} / i_y$, де

$$l_{ef} - \text{розрахункова довжина, } l_{ef} = 294 \text{см}$$

$$i_x - \text{радіус інерції перерізу, } i_y = 7.5 \text{см}$$

$$\lambda_y = 294 / 7.5 = 39.2 \quad \lambda_y < \lambda_x$$

Визначаємо ексцентриситет

$$e = M / N$$

$$e = 8.67 / 54.1 = 0.16 \text{м}$$

Визначаємо відносний ексцентриситет

$$m = eA / W_y$$

$$m = 160 \cdot 108 / 405 = 4.27$$

умовна гнучкість $\bar{\lambda} = \lambda_y \sqrt{R_y / E}$, де

$$\text{де } \lambda_y - \text{гнучкість, } \lambda_y = 39.2$$

$$E - \text{модуль пружності сталі, } E = 2.1 \cdot 10^5 \text{МПа}$$

$$\bar{\lambda} = 39.2 \sqrt{240 / 210000} = 1.325$$

Визначаємо коефіцієнт впливу форми перерізу

$$\eta = (1.9 - 0.1m) - 0.02(6 - m)\bar{\lambda}$$

$$\eta = (1.9 - 0.1 \cdot 4.27) - 0.02(6 - 4.27)1.325 = 1.427$$

Наведений відносний ексцентриситет

$$m_{ef} = \eta \cdot m$$

$$m_{ef} = 1.427 \cdot 4.27 = 6.09$$

коефіцієнт φ_e визначається в залежності від приведенного відносного ексцентриситету і умовної гнучкості

$$\varphi_e = 0.211$$

Перевіряємо стійкість в площині дії моменту

$$N / \varphi_e A \leq R_y \gamma_c$$

$$54.1 / 0.211 \cdot 108 \cdot 10^{-4} = 23.7 \text{ МПа} < 240 \cdot 0.95 = 228 \text{ МПа}$$

Перевіряємо стійкість із площини дії моменту

$$N / \varphi_x A \leq R_y \gamma_c, \text{ де}$$

$$\varphi_x = 0.724$$

$$54.1 / 0.724 \cdot 108 \cdot 10^{-4} = 6.92 \text{ МПа} < 240 \cdot 0.95 = 228 \text{ МПа}$$

2.1.4. Розрахунок вузлів рами будівлі

Розрахунок бази колони

Із розрахункового сполучення зусиль РСУ маємо:

$$N_1 = 54.1 \text{ кН}$$

$$M_1 = 8.67 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$N_2 = 260.3 \text{ кН}$$

$$M_2 = 0$$

Розрахунок опорної плити бази колони

По конструктивних міркувань приймаємо ширину опорної плити

$$B = b_f + 2c, \text{ де}$$

$$b_f - \text{ширина полиці колони, } b_f = 0.3 \text{ м}$$

$$c - \text{виліт консолі плити, } c = 0.04 \text{ м}$$

$$B = 0.3 + 2 \cdot 0.04 = 0.38 \text{ м}$$

Приймаємо відповідно до ГОСТ 82-70 * $B = 0.38 \text{ м}$

Визначаємо довжину плити

$$L = N_1 / (2BR_b') + \sqrt{N_1^2 / (2BR_b')^2 + 6M_1 / (BR_b')}, \text{ де}$$

R_b' - розрахунковий опір бетону фундаменту

$$R_b' = \varphi_b R_b \approx 1.5 R_b$$

R_b - розрахунковий опір бетону фундаменту стиску, $R_b = 8.5 \text{ МПа}$

$$R_b' = 1.5 \cdot 8.5 = 12.75 \text{ МПа}$$

$$L = 54.1 / (2 \cdot 0.38 \cdot 12.75) + \sqrt{54.1 / (2 \cdot 0.38 \cdot 12.75)^2 + 6 \cdot 8.67 / (0.38 \cdot 12.75)} = 10.9 \text{ см}$$

Приймаємо довжину плити

$$L = 0.5 \text{ м} > L_{mp} = 0.109 \text{ м}$$

Обчислюємо крайові напруги в бетоні

$$\sigma_{\max, 1} = N_1 / (BL) + 6M_1 / (BL^2)$$

$$\sigma_{\max, 1} = 54.1 / (0.38 \cdot 0.5) + 6 \cdot 8.67 / (0.38 \cdot 0.5^2) = 0.832 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\min} = N_1 / (BL) - 6M_1 / (BL^2)$$

$$\sigma_{\min} = 54.1 / (0.38 \cdot 0.5) - 6 \cdot 8.67 / (0.38 \cdot 0.5^2) = -0.263 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\max, 2} = N_2 / (BL)$$

$$\sigma_{\max, 2} = 260.3 / (0.38 \cdot 0.5) = 1.37 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\max} = 1.37 \text{ МПа}$$

Призначаємо розміри фундаменту 0.6x0.9м і уточнюємо коефіцієнт φ_b :

$$\varphi_b = \sqrt[3]{A_f / A_{pl}}, \text{ де}$$

$$A_f - \text{площа фундаменту, } A_f = 0.6 \cdot 0.6 = 0.36 \text{ м}^2$$

$$A_{pl} - \text{площа плити, } A_{pl} = 0.38 \cdot 0.5 = 0.19 \text{ м}^2$$

$$\varphi_b = \sqrt[3]{0.36 / 0.19} = 1.24$$

В цьому випадку

$$R_b' = 1.24 \cdot 8.5 = 10.52 \text{ МПа}$$

$$R_b' > \sigma_{\max}$$

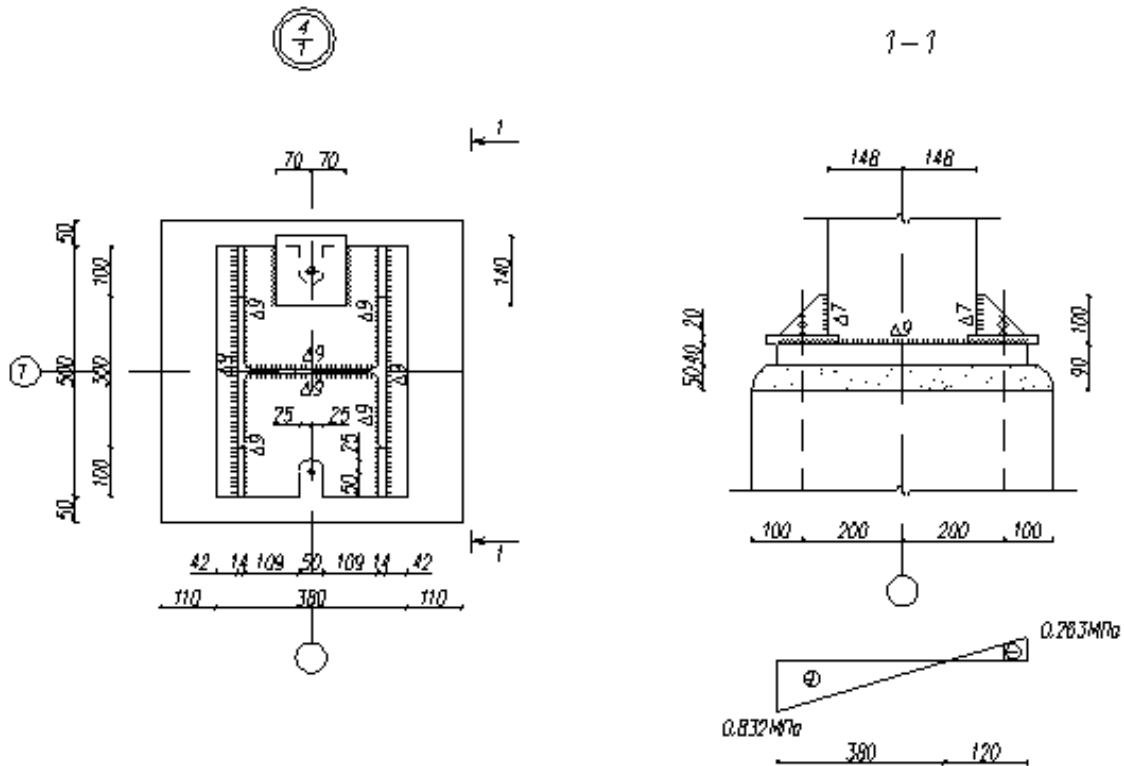


Рис. 2.6. Схема конструкції бази та еюра напружень

Частина 1. Плита спирається на три сторони. відношення сторін

$$a_1 / b_1 = 243 / 278 = 0.874$$

коефіцієнт

$$\alpha_1 = 0.104$$

згинальний момент

$$M_1 = \alpha_1 \sigma_{\max} a_1^2$$

$$M_1 = 0.104 \cdot 1.37 \cdot 0.243^2 = 8.44 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Частина 2. Плита на цій ділянці працює як консольний елемент. відношення сторін

$$b_2 / a_2 = 500 / 42 = 11.9 > 2$$

згинальний момент

$$M_2 = \sigma_{\max} a_2^2 / 2$$

$$M_2 = 1.37 \cdot 0.042^2 / 2 = 1.2 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Товщину опорної плити визначаємо по найбільшому моменту

$$M_1 = 8.44 \text{кН} \cdot \text{м}:$$

$$t_{pl} = \sqrt{6M_1 / R_y}$$

$$t_{pl} = \sqrt{6 \cdot 8.44 / 210} = 0.016 \text{ м}$$

Відповідно конструктивних умов товщина опорної плити приймається

$$t_{pl} = 40 \text{ мм.}$$

Розрахунок анкерних болтів бази колони

Визначаємо зусилля в анкерних болтах

$$F_{\sigma} = (\sigma_{\min} \cdot V \cdot a / 2) / c, \text{ де}$$

a - довжина епюри розтягування, $a = 0.12 \text{ м}$

c - відстань від осі анкерного болта до центру ваги епюри стиснення, $c = 0.323 \text{ м}$

$$F_{\sigma} = (0.263 \cdot 0.38 \cdot 0.12 / 2) / 0.323 = 18.56 \text{ кН}$$

Тоді площа перерізу нетто одного анкерного болта

$$A_n = F_{\sigma} / (n R_{ba}), \text{ де}$$

n - число анкерних болтів в розтягнутій зоні, приймаємо $n = 1$

F_{σ} - зусилля, яке сприймає анкерним болтом, $F_{\sigma} = 18.56 \text{ кН}$

R_{ba} - розрахунковий опір анкерних болтів розтягуванню, $R_{ba} = 185 \text{ МПа}$

$$A_n = 18.56 / 185 = 1 \text{ см}^2$$

Приймаємо болти діаметром $d = 30 \text{ мм}$ площею нетто $A_n = 5.6 \text{ см}^2$

Розрахунок зварних швів що прикріплюють ребра жорсткості бази колони

Опорна пластина працює як консольний елемент. Згинальний момент, що сприймається зварними швами

$$M = c^2 \sigma_{\max} b / 2, \text{ де}$$

c - звис, $c = 0.1 \text{ м}$

b - ширина вантажної площі ребра, $b = 0.19 \text{ м}$

$$M = 0.1^2 \cdot 1.37 \cdot 0.19 / 2 = 1.3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Приймаємо висоту ребер $h_p = 0.1м$

Визначимо необхідний катет шва виходячі з умов ДБН

$$M / W_{uu} \leq \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c, \text{ де}$$

$$M / W_{uu} \leq \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$W_{uu} = l_w^2 k_f / 6$$

тоді

$$k_f \geq \frac{6M}{l_w^2 \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$k_f \geq \frac{6 \cdot 1.3}{0.09^2 \cdot 0.7 \cdot 200} = 6.9 \text{ мм}$$

$$k_f \geq \frac{6M}{l_w^2 \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$k_f \geq \frac{6 \cdot 1.3}{0.09^2 \cdot 1 \cdot 166.5} = 5.78 \text{ мм}$$

Приймаємо катет зварного шва $k_f = 7 \text{ мм}$

Катет зварних швів, які закріплюють опорну плиту до колони приймається конструктивно з умовами зварюваності $k_f = 9 \text{ мм}$

2.1.5. Кріплення прогонів перерізом 30Б1 до ригелів перекриття

Приймаємо кріплення прогонів до ригелів за допомогою опорного столика.

Розрахункові зусилля

$$Q = 59 \text{ кН}$$

Приймаємо рівносторонній кутик 100x10 мм та визначаємо ексцентриситет

$$e = a_0 + 2/3 c, \text{ де}$$

$$a_0 = 0.015 \text{ м}$$

$$c_0 = 0.1 - 0.015 = 0.085 \text{ м}$$

$$e = 0.015 + 2/3 \cdot 0.085 = 0.072 \text{ м}$$

перевіряємо умову

$$c_0 > Q / (\delta_{cm} R_y) - h_1, \text{ де}$$

δ_{cm} - товщина стінки прогону, $\delta_{cm} = 0.0058m$

h_1 - товщина полиці куточка, $h_1 = 0.01m$

$c_0 = 0.085m > 59 / 0.0058 \cdot 240 - 0.01 = 0.032m$

Призначаю товщину ребра по вертикалі 10 мм.

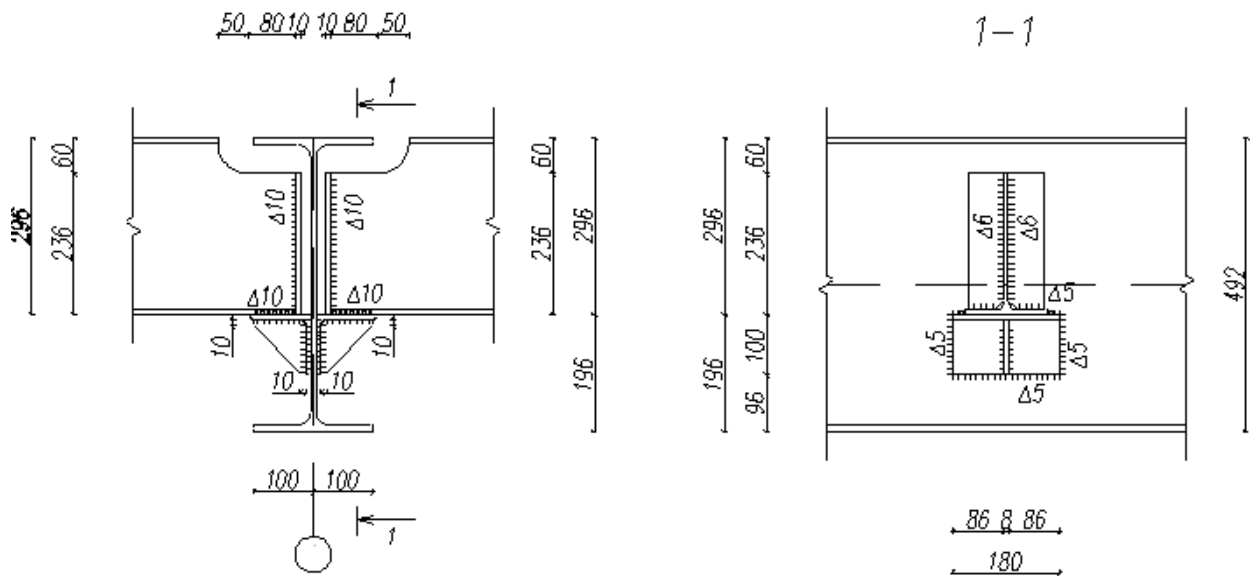


Рис. 2.7. Опорний столик вигляді куточка.

Призначаю катети зварного шва що прикріплюють куточок $k_f = 5mm$,
Довжину куточка 180 мм.

Припускаємо, що момент від ексцентричного прикладання навантаження Q передається горизонтальними швами, а вертикальне зусилля Q передають тільки вертикальні шви.

Момент

$$M = Qe = 59 \cdot 0.085 = 5.02 kH \cdot m$$

Напруження в швах 1

$$\tau = \frac{Q}{l_w k_f} = \frac{59}{2 \cdot 0.09 \cdot 0.005} = 65.6 MPa$$

$$\tau = 65.6 MPa < \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 0.7 \cdot 200 = 140 MPa$$

$$\tau = 65.6 MPa < \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c = 1 \cdot 166.5 = 166.5 MPa$$

Напруження в швах 2

$$\sigma = \frac{M}{W_u} = \frac{5.02}{178.8} = 28.1 \text{ МПа}$$

$$\sigma = 28.1 \text{ МПа} < \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 0.7 \cdot 200 = 140 \text{ МПа}$$

$$\sigma = 28.1 \text{ МПа} < \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c = 1 \cdot 166.5 = 166.5 \text{ МПа}$$

Кріплення прогонів перерізом 23Б1 до ригелів перекриття

Приймаємо кріплення прогонів до ригелів за допомогою опорного столика.

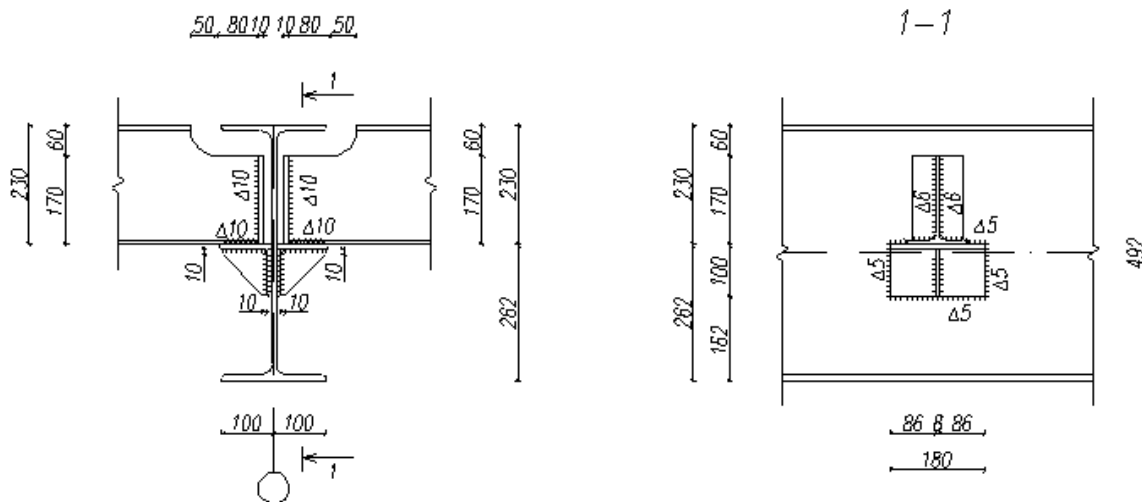


Рис. 2.8. Столик опорний, який має вигляд кутика.

Зусилля, які є у вузлі (розрахункові)

$$Q = 35.26 \text{ кН}$$

Приймаю куточок 100x100x10 мм

тоді ексцентриситет

$$e = a_0 + 2/3c, \text{ де}$$

$$a_0 = 0.015 \text{ м}$$

$$c_0 = 0.1 - 0.015 = 0.085 \text{ м}$$

$$e = 0.015 + 2/3 \cdot 0.085 = 0.072 \text{ м}$$

Перевіряю умову

$$c_0 > Q / (\delta_{cm} R_y) - h_1, \text{ де}$$

$$\delta_{cm} - \text{величина товщини стінки прогону, } \delta_{cm} = 0.0058 \text{ м}$$

$$h_1 - \text{товщина полиці куточка, } h_1 = 0.01 \text{ м}$$

$$c_0 = 0.085\text{ м} > 35.26 / 0.0058 \cdot 240 - 0.01 = 0.015\text{ м}$$

Призначається товщина вертикального ребра 10 мм.

Призначаються катети зварних швів що прикріплюють куточок $k_f = 5\text{ мм}$,

Довжину куточка 180 мм.

Припускаємо, що момент від ексцентричного прикладання навантаження Q передається горизонтальними швами, а вертикальне зусилля Q передається тільки вертикальними швами.

Момент

$$M = Qe = 35.26 \cdot 0.085 = 3\text{ кН} \cdot \text{м}$$

Напруження в швах 1

$$\tau = \frac{Q}{l_w k_f} = \frac{35.26}{2 \cdot 0.09 \cdot 0.006} = 32.6\text{ МПа}$$

$$\tau = 32.6\text{ МПа} < \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 0.7 \cdot 200 = 140\text{ МПа}$$

$$\tau = 32.6\text{ МПа} < \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c = 1 \cdot 166.5 = 166.5\text{ МПа}$$

Напруження в швах 2

$$\sigma = \frac{M}{W_u} = \frac{3}{178.8} = 16.8\text{ МПа}$$

$$\sigma = 16.8\text{ МПа} < \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = 0.7 \cdot 200 = 140\text{ МПа}$$

$$\sigma = 16.8\text{ МПа} < \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c = 1 \cdot 166.5 = 166.5\text{ МПа}$$

Кріплення ригеля перекриття до колони

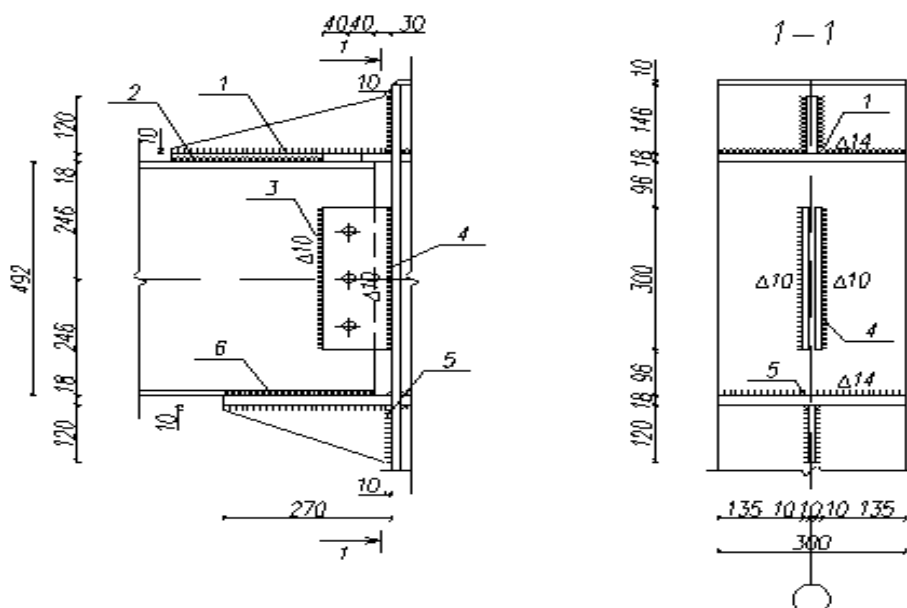


Рис. 2.8. Вузол 1: Кріплення ригеля до колони виконуємо на зварюванні з допомогою пластин.

Розрахункові зусилля в вузлі

$$M = 362.2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$N = 49.5 \text{ кН}$$

$$Q = 150.9 \text{ кН}$$

Припускаємо, що момент і поздовжнє сила передаються верхньої і нижньої пластинами. Тоді:

$$N_g = M/h - N/2$$

$$N_n = M/h + N/2, \text{ де}$$

h - відстань між центрами тяжіння поясів, $h = 0.48 \text{ м}$

$$N_g = 362.2/0.48 - 49.5/2 = 729.8 \text{ кН}$$

$$N_n = 362.2/0.48 + 49.5/2 = 779.3 \text{ кН}$$

Визначаємо необхідну товщину пластини

$$t_{mp} = N_g / bR_y, \text{ де}$$

b - ширина пластини, $b = 0.17 \text{ м}$

$$t_{mp} = 729.8 / 0.17 \cdot 240 = 0.0179 \text{ м}$$

приймаємо $t = 0.018 \text{ м}$

Призначаємо катети зварних швів 1- $k_f = 14 \text{ мм}$

Знаходимо момент інерції зварних швів 1

$$J_x = 2 \left(\frac{l_{w1} k_f^3}{12} + l_{w1} k_f (t + k_f / 2)^2 + \frac{l_{w2}^3 k_f}{12} + l_{w2} k_f (h/2 + t)^2 \right), \text{ де}$$

l_{w1}, l_{w2} - відповідно довжини горизонтальних і вертикальних зварних швів,

$$l_{w1} = 13.2 \text{ см}, l_{w2} = 11 \text{ см}$$

t - товщина пластини, $t = 1.8 \text{ см}$

h - висота вертикального ребра, приймаємо $h = 10 \text{ см}$

$$I_x = 2 \left(\frac{13.2 \cdot 1.4^3}{12} + 13.2 \cdot 1.4 \cdot (1.8 + 1.4/2)^2 + \frac{11^3 \cdot 1.4}{12} + 11 \cdot 1.4 \cdot (6 + 1.8)^2 \right) = 2421 \text{ см}^4$$

Статичний момент швів

$$S_x = 2(l_{w1}k_f(t + k_f/2) + l_{w2}k_f(t + h/2))$$

$$S_x = 2 \cdot (13.2 \cdot 1.4 \cdot (1.8 + 1.4/2) + 11 \cdot 1.4 \cdot (1.8 + 6)) = 332.64 \text{ см}^3$$

Площа швів

$$A = 2(l_{w1}k_f + l_{w2}k_f)$$

$$A = 2 \cdot (13.2 \cdot 1.4 + 11 \cdot 1.4) = 67.76 \text{ см}^2$$

Центр ваги

$$y = S_x / A$$

$$y = 332.64 / 67.76 = 4.91 \text{ см}$$

Момент опору

$$W = I_x / y$$

$$W = 2421 / 4.91 = 493.2 \text{ см}^3$$

Зварні шви працюють на зусилля розтягу і момент від ексцентричного прикладання навантаження

$$\sigma_{np} = \sqrt{\tau_N^2 + \sigma_M^2}, \text{ де}$$

$$\tau_N = N_g / A$$

$$\tau_N = 729.8 / 67.76 = 107.7 \text{ МПа}$$

$$\sigma_M = M / W, \text{ де}$$

$$M = N_g y$$

$$M = 729.8 \cdot 0.0491 = 35.83 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_M = 35.83 / 493.2 = 72.6 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{107.7^2 + 72.6^2} = 129.9 \text{ МПа}$$

Перевіряємо умови

$$\sigma_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} = 129.9 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = 129.9 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Умови виконуються, таким чином розраховані катети зварних швів достатні.

В зварних швах катет приймаю 2- $k_f = 12 \text{ мм}$

Необхідна довжина швів знаходиться за умови

$$l_w \geq \frac{N_6}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_6}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{729.8}{2 \cdot 0.7 \cdot 12 \cdot 200} = 21.7 \text{ см}$$

$$l_w \geq \frac{729.8}{2 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 166.5} = 18.26 \text{ см}$$

Відстань зварних швів приймаю

$$l_w = 24 \text{ см}$$

Катет зварного шва приймається $3k_f = 10 \text{ мм}$

Приймаю висоту розрахованих ребер 300 мм.

Перевіряю виконання умови

$$\tau_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\tau_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\tau_{np} = \sqrt{\tau_Q^2 + \tau_M^2}, \text{ де}$$

$$\tau_Q = Q / (2k_f l_w)$$

$$\tau_Q = 150.9 / (2 \cdot 0.01 \cdot 0.29) = 26 \text{ МПа}$$

$$\tau_M = 6M_p / (2k_f l_w^2), \text{ де}$$

M_p - частка моменту, сприйманого ребрами

$$M_p = I_p / (I_{пуг} + I_{nl}) M$$

I_p - момент інерції ребер

$$I_p = 2 \cdot 1 \cdot 30^3 / 12 = 4500 \text{ см}^4$$

тоді

$$M_p = 4500 / (37160 + 2 \cdot 25.5^2 \cdot 1.8 \cdot 20) \cdot 362.21 = 19.41 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 19.41 / (2 \cdot 1 \cdot 29^2) = 69.2 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{69.2^2 + 26^2} = 73.9 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 73.9 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 73.9 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Приймаємо катет зварного шву 4 - $k_f = 10 \text{ мм}$

Визначаємо момент від ексцентриситету прикладання поперечного навантаження Q

$$M_Q = Qe, \text{ де}$$

e - ексцентриситет, $e = 0.11 \text{ м}$

тоді

$$M_Q = 150.9 \cdot 0.11 = 16.6 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

сумарний момент

$$M = M_Q + M_p$$

$$M = 16.6 + 19.41 = 36 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_Q = 150.9 / (2 \cdot 0.01 \cdot 0.29) = 26 \text{ МПа}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 36 / (2 \cdot 1 \cdot 29^2) = 128 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{128^2 + 26^2} = 131 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 131 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 131 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Приймаємо катет зварного шву 5 аналогічно шву 1

$$\tau_N = N_n / A$$

$$\tau_N = 779.3 / 67.76 = 115.3 \text{ МПа}$$

$$\sigma_M = M / W, \text{ де}$$

$$M = N_n y$$

$$M = 779.3 \cdot 0.0491 = 38.3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_M = 38.3 / 493.2 = 77.6 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{115.3^2 + 77.6^2} = 139 \text{ МПа}$$

перевіряємо умови міцності

$$\sigma_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} = 139 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = 139 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Приймаємо катет зварного шву б- $k_f = 12 \text{ мм}$

Знаходимо необхідну довжину швів з умов

$$l_w \geq \frac{N_n}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_n}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{779.3}{2 \cdot 0.7 \cdot 1.2 \cdot 200} = 23.2 \text{ см}$$

$$l_w \geq \frac{779.3}{2 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 166.5} = 19.5 \text{ см}$$

Приймаємо довжину зварних швів

$$l_w = 24 \text{ см}$$

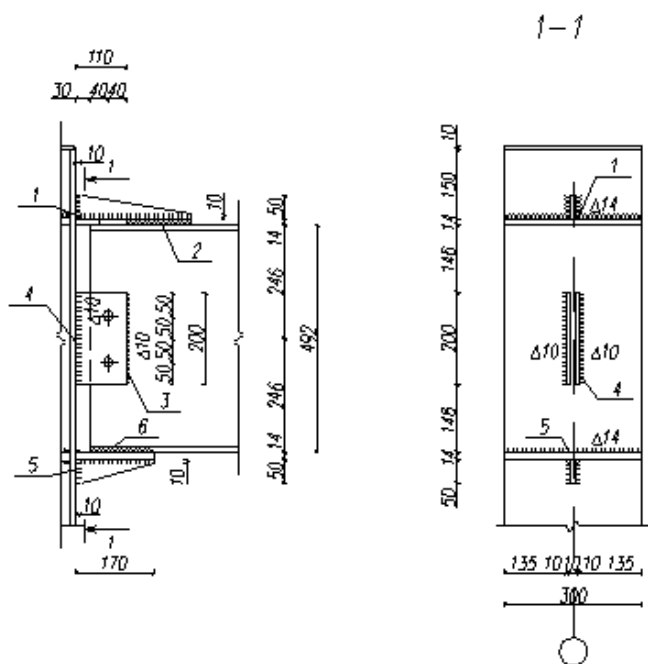


Рис. 2.9. Вузол 2: Кріплення ригеля до колони виконуємо на зварюванні з допомогою пластин.

Розрахункові зусилля в вузлі

$$M = 196.5 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$N = 8 \text{кН}$$

$$Q = 54 \text{кН}$$

Припускаємо, що момент передається через верхню та нижню пластинами.

В верхньому та нижньому поясах зусилля знаходяться:

$$N_g = M/h - N/2$$

$$N_n = M/h + N/2, \text{ де}$$

h - довжина між центрами тяжіння поясів, $h = 0.48 \text{м}$

$$N_g = 196.5/0.48 - 8/2 = 405.4 \text{кН}$$

$$N_n = 196.5/0.48 + 8/2 = 413.4 \text{кН}$$

Визначається необхідна товщина пластини наступним чином

$$t_{mp} = N_g / bR_y, \text{ де}$$

b - величина ширини пластини, $b = 0.17 \text{м}$

$$t_{mp} = 405.4 / 0.17 \cdot 240 = 0.0099 \text{м}$$

приймаю $t = 0.014 \text{м}$

Призначаємо катети зварних швів 1

$$k_f = 14 \text{мм}$$

Знаходимо момент інерції зварних швів 1

$$J_x = 2 \left(\frac{l_{w1} k_f^3}{12} + l_{w1} k_f (t + k_f / 2)^2 + \frac{l_{w2}^3 k_f}{12} + l_{w2} k_f (h/2 + t)^2 \right), \text{ де}$$

l_{w1}, l_{w2} - відповідно довжини горизонтальних і вертикальних зварних швів,

$$l_{w1} = 13.2 \text{см}, l_{w2} = 4 \text{см}$$

t - товщина пластини, $t = 1.4 \text{см}$

h - висота вертикального ребра, приймаємо $h = 5 \text{см}$

$$I_x = 2 \left(\frac{13.2 \cdot 1.4^3}{12} + 13.2 \cdot 1.4 \cdot (1.4 + 1.4/2)^2 + \frac{4^3 \cdot 1.4}{12} + 4 \cdot 1.4 \cdot (2.5 + 1.4)^2 \right) = 354 \text{см}^4$$

Статичний момент швів

$$S_x = 2(l_{w1}k_f(t + k_f/2) + l_{w2}k_f(t + h/2))$$

$$S_x = 2 \cdot (13.2 \cdot 1.4 \cdot (1.4 + 1.4/2) + 4 \cdot 1.4 \cdot (1.4 + 2.5)) = 121.3 \text{ см}^3$$

Площа швів

$$A = 2(l_{w1}k_f + l_{w2}k_f)$$

$$A = 2 \cdot (13.2 \cdot 1.4 + 4 \cdot 1.4) = 48.16 \text{ см}^2$$

Центр ваги

$$y = S_x / A$$

$$y = 121.3 / 48.16 = 2.52 \text{ см}$$

Момент опору

$$W = I_x / y$$

$$W = 354 / 2.52 = 140.6 \text{ см}^3$$

Зварні шви працюють на розтяжне зусилля і момент від ексцентричного прикладання навантаження

$$\sigma_{np} = \sqrt{\tau_N^2 + \sigma_M^2}, \text{ де}$$

$$\tau_N = N_e / A$$

$$\tau_N = 405.4 / 48.16 = 84.2 \text{ МПа}$$

$$\sigma_M = M / W, \text{ де}$$

$$M = N_e y$$

$$M = 405.4 \cdot 0.0252 = 10.2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_M = 10.22 / 140.6 = 72.7 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{84.2^2 + 72.7^2} = 111 \text{ МПа}$$

Перевіряємо умови

$$\sigma_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} = 111 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = 111 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Умови виконуються, отже, за розрахунком маємо достатні катети зварних швів.

Катет зварних швів приймаю 2

$$k_f = 12 \text{ мм}$$

Необхідна довжина зварних швів знаходиться за умови

$$l_w \geq \frac{N_6}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_6}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{405.4}{2 \cdot 0.7 \cdot 12 \cdot 200} = 12.1 \text{ см}$$

$$l_w \geq \frac{405.4}{2 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 166.5} = 10.1 \text{ см}$$

Довжина зварних швів приймається

$$l_w = 14 \text{ см}$$

Приймаємо катети зварних швів $3 k_f = 6 \text{ мм}$

Висота ребер приймається 200 мм.

Перевірка виконання умови

$$\tau_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\tau_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\tau_{np} = \sqrt{\tau_Q^2 + \tau_M^2}, \text{ де}$$

$$\tau_Q = Q / (2k_f l_w)$$

$$\tau_Q = 54 / (2 \cdot 0.006 \cdot 0.19) = 23.7 \text{ МПа}$$

$$\tau_M = 6M_p / (2k_f l_w^2), \text{ де}$$

M_p - частка моменту, сприйманого ребрами

$$M_p = I_p / (I_{пуз} + I_{пл}) M$$

I_p - момент інерції ребер

$$I_p = 2 \cdot 1 \cdot 20^3 / 12 = 1333 \text{ см}^4$$

тоді

$$M_p = 1333 / (37160 + 2 \cdot 25.3^2 \cdot 1.4 \cdot 20) \cdot 196.5 = 3.59 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 3.59 / (2 \cdot 0.6 \cdot 19^2) = 49.7 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{23.7^2 + 49.7^2} = 55.1 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 55.1 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 55.1 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Катет в зварних швах призначаю 4 $k_f = 6 \text{ мм}$

Момент інерції від ексцентричного прикладання навантаження визначається Q

$$M_Q = Qe, \text{ де}$$

e - ексцентриситет, $e = 0.11 \text{ м}$

тоді

$$M_Q = 54 \cdot 0.11 = 5.94 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Момент в сумі

$$M = M_Q + M_p$$

$$M = 3.59 + 5.94 = 9.53 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_Q = 54 / (2 \cdot 0.006 \cdot 0.19) = 23.68 \text{ МПа}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 9.53 / (2 \cdot 0.6 \cdot 19^2) = 132 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{132^2 + 23.68^2} = 134.1 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 134.1 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\tau_{np} = 134.1 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Зварні шви 5 приймаю так же, як і в швах 1

$$\tau_N = N_n / A$$

$$\tau_N = 413.4 / 48.16 = 85.8 \text{ МПа}$$

$$\sigma_M = M / W, \text{ де}$$

$$M = N_n y$$

$$M = 413.3 \cdot 0.0252 = 16.4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_M = 16.4 / 493.2 = 33.25 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{33.25^2 + 85.8^2} = 92 \text{ МПа}$$

перевіряю умови

$$\sigma_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} = 92 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = 92 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Катети зварних швів приймаю б

$$k_f = 12 \text{ мм}$$

Довжина швів, яка необхідна, приймається

$$l_w \geq \frac{N_n}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_n}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{413.2}{2 \cdot 0.7 \cdot 12 \cdot 200} = 12.3 \text{ см}$$

$$l_w \geq \frac{413.2}{2 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 166.5} = 10.3 \text{ см}$$

Довжина зварних швів приймається

$$l_w = 14 \text{ см}$$

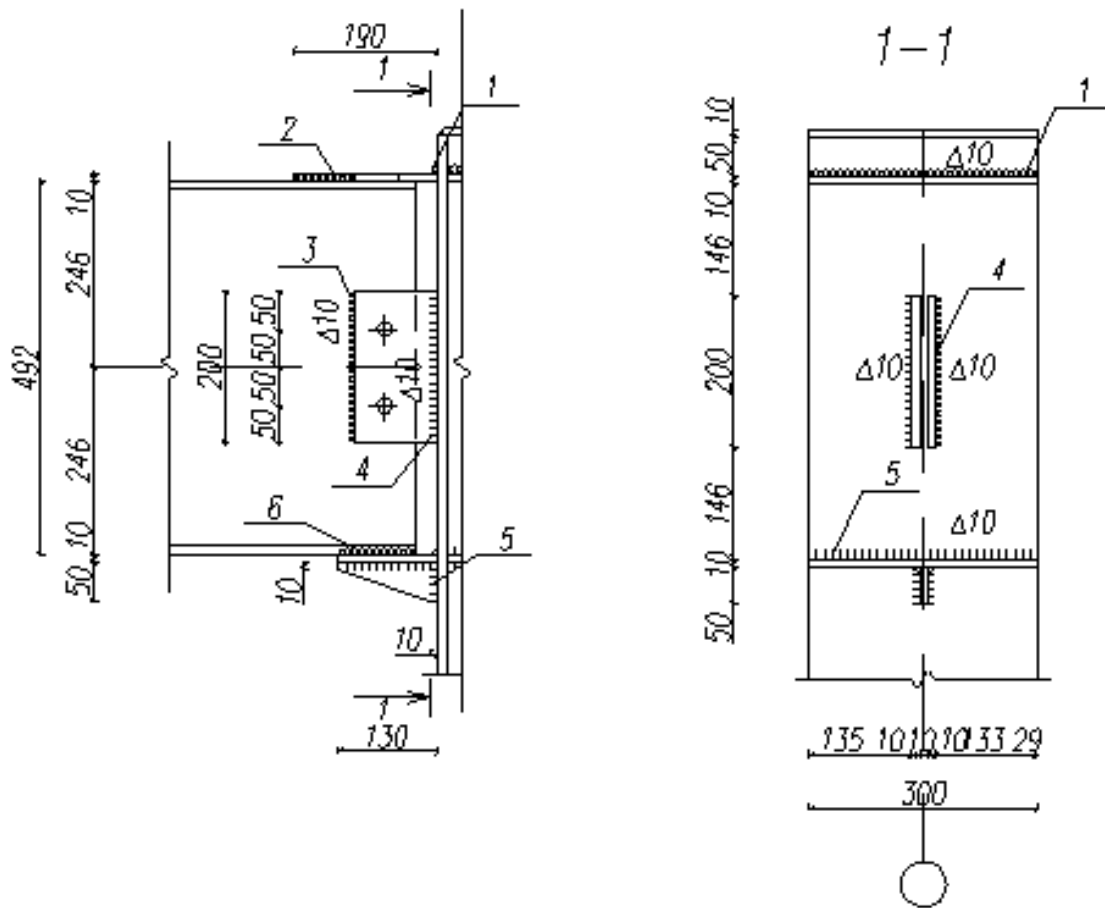


Рис. 2. 10. Вузол 3: До колони ригель кріпиться за допомогою зварюванні пластинами.

Розрахункові зусилля в вузлі

$$M = 98.17 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$N = 23.3 \text{кН}$$

$$Q = 65.2 \text{кН}$$

Припускаємо, що момент інерції передається верхньої і нижньої пластинами.

У верхньому та нижньому поясах зусилля знаходяться:

$$N_g = M/h - N/2$$

$$N_n = M/h + N/2, \text{ де}$$

h - довжина між центрами тяжіння поясів, $h = 0.48 \text{м}$

$$N_g = 98.17/0.48 - 23.3/2 = 190.8 \text{кН}$$

$$N_n = 98.17/0.48 + 23.3/2 = 214.1 \text{кН}$$

Визначаю товщину пластини, яка необхідна

$$t_{mp} = N_e / bR_y, \text{ де}$$

b - величина ширини пластини, $b = 0.17\text{м}$

$$t_{mp} = 190.8 / 0.17 \cdot 240 = 0.0047\text{м}$$

приймаю $t = 0.01\text{м}$

Довжини швів, які зварюються 1 $l_w = 0.19\text{м}$

Умови знаходження катета зварних швів

$$k_f \geq \frac{N_e}{l_w \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$k_f \geq \frac{N_e}{l_w \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$k_f \geq \frac{190.8}{0.19 \cdot 0.7 \cdot 200} = 7.2\text{мм}$$

$$k_f \geq \frac{190.8}{0.19 \cdot 1 \cdot 166.5} = 6.03\text{мм}$$

приймаю катет

$$k_f = 8\text{мм}$$

Катети в зварних швах приймаю 2

$$k_f = 10\text{мм}$$

Довжина швів, яка необхідна знаходиться за умови:

$$l_w \geq \frac{N_e}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_e}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{190.8}{2 \cdot 0.7 \cdot 10 \cdot 200} = 6.8\text{см}$$

$$l_w \geq \frac{190.8}{2 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 166.5} = 5.7\text{см}$$

Відстань зварних швів приймаю

$$l_w = 8\text{см}$$

Приймаємо катет зварного шву 3 - $k_f = 6\text{мм}$

Висота ребер приймається 200 мм.

Перевіряю виконані умови

$$\tau_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\tau_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\tau_{np} = \sqrt{\tau_Q^2 + \tau_M^2}, \text{ де}$$

$$\tau_Q = Q / (2k_f l_w)$$

$$\tau_Q = 65.2 / (2 \cdot 0.006 \cdot 0.19) = 28.6 \text{МПа}$$

$$\tau_M = 6M_p / (2k_f l_w^2), \text{ де}$$

M_p - частина моменту, сприйманого ребрами

$$M_p = I_p / (I_{пуз} + I_{пл}) M$$

I_p - момент інерції в ребрах

$$I_p = 2 \cdot 1 \cdot 20^3 / 12 = 1333 \text{см}^4$$

ТОЖ

$$M_p = 1333 / (37160 + 2 \cdot 25.3^2 \cdot 1.4 \cdot 20) \cdot 98.17 = 1.8 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 1.8 / (2 \cdot 0.6 \cdot 19^2) = 24.8 \text{МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{28.6^2 + 24.8^2} = 37.9 \text{МПа}$$

$$\tau_{np} = 37.9 \text{МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{МПа}$$

$$\tau_{np} = 37.9 \text{МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{МПа}$$

Приймаємо катет зварного шву 4 - $k_f = 6\text{мм}$

Визначаю момент інерції від ексцентричного прикладання навантаження

Q

$$M_Q = Qe, \text{ де}$$

e - ексцентриситет, $e = 0.11\text{м}$

тоді

$$M_Q = 65.2 \cdot 0.11 = 7.2 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Момент в суммі

$$M = M_Q + M_p$$

$$M = 7.2 + 1.8 = 9 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_Q = 65.2 / (2 \cdot 0.006 \cdot 0.19) = 28.6 \text{МПа}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 9 / (2 \cdot 0.6 \cdot 19^2) = 124.7 \text{МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{124.7^2 + 28.6^2} = 127.9 \text{МПа}$$

$$\tau_{np} = 127.9 \text{МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{МПа}$$

$$\tau_{np} = 127.9 \text{МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{МПа}$$

Довжина зварного шву 5 - $l_w = 0.19 \text{м}$

Катет в зварних швах приймається за умов

$$k_f \geq \frac{N_H}{l_w \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$k_f \geq \frac{N_H}{l_w \beta_z R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$k_f \geq \frac{214.1}{0.19 \cdot 0.7 \cdot 200} = 8.05 \text{мм}$$

$$k_f \geq \frac{214.1}{0.19 \cdot 1 \cdot 166.5} = 6.77 \text{мм}$$

Приймаємо катет зварного шву - $k_f = 9 \text{мм}$

Приймаємо катет зварного шву 6- $k_f = 10 \text{мм}$

Довжина шву визначається за умовами:

$$l_w \geq \frac{N_H}{2 \beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_H}{2 \beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{214.1}{2 \cdot 0.7 \cdot 10 \cdot 200} = 7.6 \text{ см}$$

$$l_w \geq \frac{214.1}{2 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 166.5} = 6.4 \text{ см}$$

Довжина зварних швів приймається $l_w = 10 \text{ см}$

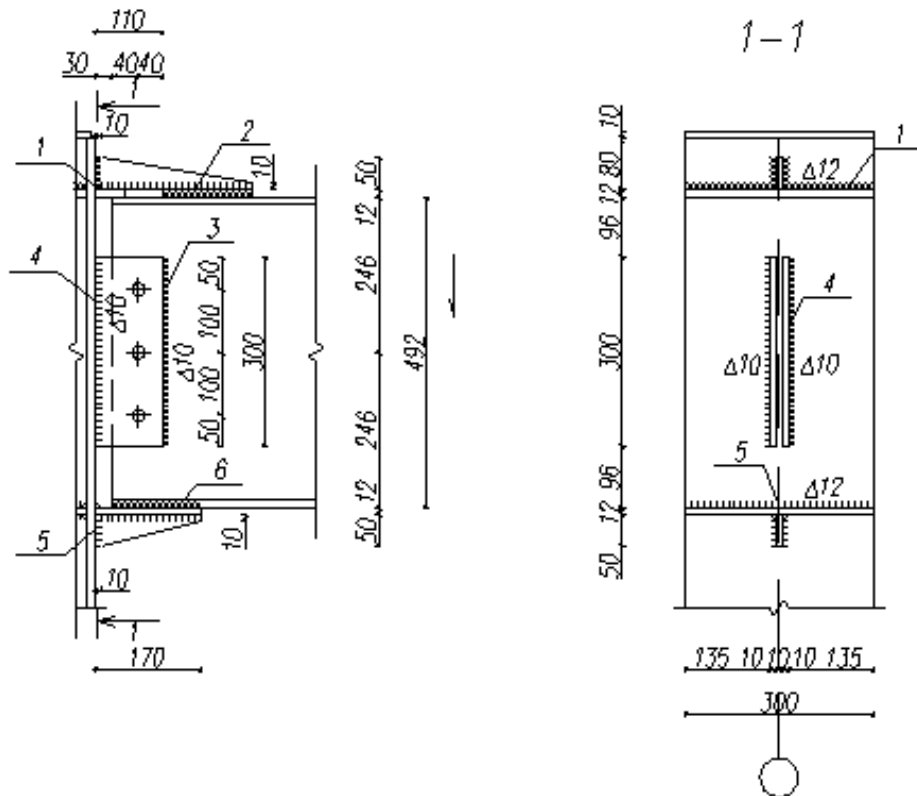


Рис. 2.11. Вузол 4: Ригель до колони закріплюється за допомогою зварювання пластин.

Розрахункове зусилля в вузлі

$$M = 199.48 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$N = 47.5 \text{ кН}$$

$$Q = 145.8 \text{ кН}$$

Припускаємо, що момент інерції передається від верхньої і нижньої пластинами.

Зусилля у верхньому і нижньому поясі:

$$N_g = M/h - N/2$$

$$N_n = M/h + N/2, \text{ де}$$

h - відстані між центрами тяжіння поясів, $h = 0.48 \text{ м}$

$$N_g = 199.48/0.48 - 47.5/2 = 391.8 \text{ кН}$$

$$N_n = 199.48/0.48 + 47.5/2 = 439.3 \text{ кН}$$

Визначення необхідної товщини пластини

$$t_{mp} = N_g / bR_y, \text{ де}$$

b - величина ширини пластини, $b = 0.17 \text{ м}$

$$t_{mp} = 391.8/0.17 \cdot 240 = 0.0096 \text{ м}$$

приймаю $t = 0.012 \text{ м}$

Приймаємо катет зварного шву 1- $k_f = 12 \text{ мм}$

В зварних швах знаходжу момент інерції 1

$$J_x = 2 \left(\frac{l_{w1} k_f^3}{12} + l_{w1} k_f (t + k_f / 2)^2 + \frac{l_{w2}^3 k_f}{12} + l_{w2} k_f (h/2 + t)^2 \right), \text{ де}$$

l_{w1}, l_{w2} - величина довжин зварних швів по вертикалі та горизонталі,

$$l_{w1} = 13.2 \text{ см}, l_{w2} = 4 \text{ см}$$

t - величина товщини пластини, $t = 1.2 \text{ см}$

h - висотою вертикального ребра приймаю $h = 5 \text{ см}$

$$I_x = 2 \left(\frac{13.2 \cdot 1.2^3}{12} + 13.2 \cdot 1.2 \cdot (1.2 + 1.2/2)^2 + \frac{4^3 \cdot 1.2}{12} + 4 \cdot 1.2 \cdot (2.5 + 1.2)^2 \right) = 251 \text{ см}^4$$

Момент зварних швів статичний

$$S_x = 2(l_{w1} k_f (t + k_f / 2) + l_{w2} k_f (t + h/2))$$

$$S_x = 2 \cdot (13.2 \cdot 1.2 \cdot (1.2 + 1.2/2) + 4 \cdot 1.2 \cdot (1.2 + 2.5)) = 92.5 \text{ см}^3$$

Знаходимо площу зварних швів

$$A = 2(l_{w1} k_f + l_{w2} k_f)$$

$$A = 2 \cdot (13.2 \cdot 1.2 + 4 \cdot 1.2) = 41.28 \text{ см}^2$$

Центр ваги

$$y = S_x / A$$

$$y = 92.5 / 41.28 = 2.24 \text{ см}$$

величина моменту опору

$$W = I_x / y$$

$$W = 251 / 2.24 = 112 \text{ см}^3$$

Зварні шви працюють на розтяжне зусилля і момент від ексцентричного прикладання навантаження

$$\sigma_{np} = \sqrt{\tau_N^2 + \sigma_M^2}, \text{ де}$$

$$\tau_N = N_g / A$$

$$\tau_N = 391.8 / 41.28 = 94.9 \text{ МПа}$$

$$\sigma_M = M / W, \text{ де}$$

$$M = N_g y$$

$$M = 391.8 \cdot 0.0224 = 8.8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_M = 8.8 / 112 = 78.4 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{94.9^2 + 78.4^2} = 123 \text{ МПа}$$

перевіряємо умови

$$\sigma_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} = 123 \text{ МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = 123 \text{ МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{ МПа}$$

Умови виконуються, отже, катети швів достатні.

Приймаємо катет зварного шву 2- $k_f = 12 \text{ мм}$

Знаходимо необхідну довжину швів з умов

$$l_w \geq \frac{N_g}{2 \beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_g}{2 \beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{391.8}{2 \cdot 0.7 \cdot 12 \cdot 200} = 11.7 \text{ см}$$

$$l_w \geq \frac{391.8}{2 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 166.5} = 9.8 \text{ см}$$

Приймаємо довжину зварних швів $l_w = 14 \text{ см}$

Приймаємо катет зварного шву 3- $k_f = 10\text{мм}$

Приймаємо висоту ребер 200 мм та проводимо перевірку умов

$$\tau_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\tau_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\tau_{np} = \sqrt{\tau_Q^2 + \tau_M^2}, \text{ де}$$

$$\tau_Q = Q / (2k_f l_w)$$

$$\tau_Q = 145.8 / (2 \cdot 0.01 \cdot 0.29) = 25.1 \text{МПа}$$

$$\tau_M = 6M_p / (2k_f l_w^2), \text{ де}$$

M_p - частка моменту, сприйманого ребрами

$$M_p = I_p / (I_{пуз} + I_{пл}) M$$

I_p - момент інерції ребер

$$I_p = 2 \cdot 1 \cdot 30^3 / 12 = 4500 \text{см}^4$$

тоді

$$M_p = 4500 / (37160 + 2 \cdot 25.2^2 \cdot 1.2 \cdot 20) \cdot 199.48 = 13.27 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 13.27 / (2 \cdot 1 \cdot 29^2) = 47.3 \text{МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{25.1^2 + 47.3^2} = 53.58 \text{МПа}$$

$$\tau_{np} = 53.58 \text{МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{МПа}$$

$$\tau_{np} = 53.58 \text{МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{МПа}$$

Приймаємо катет зварного шву 4 - $k_f = 10\text{мм}$

Визначаємо момент від прикладання поперечного навантаження Q

$$M_Q = Qe, \text{ де}$$

e - ексцентриситет, $e = 0.11\text{м}$

тоді

$$M_Q = 145.8 \cdot 0.11 = 16.04 \text{кН} \cdot \text{м}$$

сумарний момент

$$M = M_Q + M_p$$

$$M = 16.04 + 13.27 = 29.31 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$\tau_Q = 145.8 / (2 \cdot 0.01 \cdot 0.29) = 25.1 \text{МПа}$$

$$\tau_M = 6 \cdot 29.31 / (2 \cdot 1 \cdot 29^2) = 104.6 \text{МПа}$$

$$\tau_{np} = \sqrt{104.6^2 + 25.1^2} = 107.5 \text{МПа}$$

$$\tau_{np} = 107.5 \text{МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{МПа}$$

$$\tau_{np} = 107.5 \text{МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{МПа}$$

Приймаємо катет зварного шву 5 аналогічно шву 1

$$\tau_N = N_H / A$$

$$\tau_N = 439.3 / 41.28 = 106.4 \text{МПа}$$

$$\sigma_M = M / W, \text{ де}$$

$$M = N_H y$$

$$M = 439.3 \cdot 0.0252 = 11.1 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_M = 11.1 / 112 = 98.8 \text{МПа}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{106.4^2 + 98.8^2} = 139 \text{МПа}$$

перевіряємо умови

$$\sigma_{np} \leq R_{wf} \beta_f \gamma_{wf} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} \leq R_{wz} \beta_z \gamma_{wz} \gamma_c$$

$$\sigma_{np} = 139 \text{МПа} \leq 200 \cdot 0.7 = 140 \text{МПа}$$

$$\sigma_{np} = 139 \text{МПа} \leq 166.5 \cdot 1 = 166.5 \text{МПа}$$

Приймаємо катет зварного шву 6- $k_f = 12 \text{мм}$

Знаходимо необхідну довжину шву відповідно умов:

$$l_w \geq \frac{N_H}{2 \beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{N_H}{2 \beta_z k_f R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c}$$

$$l_w \geq \frac{439.3}{2 \cdot 0.7 \cdot 12 \cdot 200} = 13 \text{ см}$$

$$l_w \geq \frac{439.3}{2 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 166.5} = 11 \text{ см}$$

Приймаємо довжину зварних швів

$$l_w = 14 \text{ см}$$

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДНИЦЬКО ТЕХНОЛОГІЧНО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ

3.1. Підготовка об'єкта будівництва

3.1.1 Умови забезпечення будівництва

Будівництво готельно-торгового комплексу проводиться в м. Харків.

Будівельний майданчик знаходиться неподалік від центра міста, має непоганий організаційно-постачальний зв'язок, що забезпечує безперебійне отримання матеріалів, виробів та конструкцій по календарних графіках будівельно-монтажних робіт. Находячись поряд з існуючими інженерними комунікаціями, мається змога раціонально організувати будівельний майданчик, влаштовувати тимчасові мережі енергопостачання, водопостачання та теплофікацію. Це також дозволяє вирішити проблеми з внутрішнім транспортом та з об'єктами матеріально-технічного постачання.

Для безперебійної роботи будівельного майданчику запроектовано відкриті та закриті складські приміщення, що дає можливість зручно розташовувати всі різновиди готових елементів будівництва.

Враховуючи вимоги (18), будівельний майданчик перед підготовкою його до будівництва та в період будівництва забезпечується цілим рядом природоохоронних та спеціальних заходів:

- Будівництво тимчасових будівель та споруд розташовується таким чином, щоб вони не порушували земного покриву землі, лісових та інших масивів;
- Рослинна земля повинна зберігатися і бути відтранспортована в спеціально відведені місця для подальшого використання;
- Знешкоджувати всі стічні води і використані паливно-мастильні матеріали в спеціально відведені споруди.

3.2. Дослідницький технологічно-організаційний

Вступ

Актуальність теми

На сьогоднішній день технології вентильованих фасадів твердо посідають на ринку облицювальних матеріалів. Широке поширення даних конструкцій пояснюється позитивними характеристиками, такими як: різноманітність облицювальних матеріалів, позитивні теплотехнічні показники, простота монтажу, стійкість до атмосферного впливу та комбінації різних кольорів. Більш енергоефективною є система навісних вентильованих фасадів, ніж система замкнутого фасаду. Але основною невирішеною проблемою технології є наявність містку холоду в каркасі металевих конструкцій, і якщо не враховувати точкові температурні містки в системах кріплення, то виникне питання зниження якості теплоізоляції фасаду.

Мета і задачі дослідження

Визначення завдань щодо покращення теплотехнічних характеристик системи навісних вентильованих фасадів та виявлення перспективи в подальшому використанні їх, як енергоефективних конструкцій

Методи досліджень

Під час написання кваліфікаційної роботи та виконання поставлених задач застосовувалися наступні методи дослідження: аналіз, порівняння, абстрагування та моделювання.

Публікації.

За матеріалами кваліфікаційної роботи було опубліковано тезу наукових конференцій:

1. Науменко О.В. «Особливості формування готельно-торгового комплексу.»

Огляд досліджень

Вентильовані навісні фасади є дуже затребуваними. Це обумовлюється довгим терміном експлуатації, при грамотному проектуванні та монтажі; економією на охолодженні та опаленні, так як фасад має надійну теплоізоляцію; монтуються швидко, та майже без попередньої підготовки об'єкта; при ушкодженні буде просто замінити елемент, який пошкоджений під час експлуатації.



Рис. 1 Навісний фасад у розрізі.

Класифікація даного матеріалу виробляється в залежності від типу оформлення, від різновиду матеріалу виготовлення фасаду. Від даних факторів залежить безліч характеристик, таких як міцність, термін служби і презентабельний зовнішній вигляд конструкції. Всього розрізняють вісім різновидів вентильованих фасадів, від яких і залежать подальші характеристики.



Рис. 2 Види облицовальних плит вент фасаду.

1) Фасад, який виготовляється з металевого полімерного покриття. Володіє стійкою міцністю і стійкістю до температурних змін.

2) Панелі вінілові.

3) Фасад, який виготовляється з деревини.

- 4) Керамогранітний тип.
- 5) Панелі з імітацією цегли, каменів, дерев.
- 6) Панелі типу сендвіч.
- 7) Фіброцементовий фасад.
- 8) Скляні панелі.

В результаті життєдіяльності в повітрі приміщення завжди присутня волога, проникаюча і стіни споруди. Коли температура на вулиці падає, рідина конденсується; в стіні з'являється точка роси.

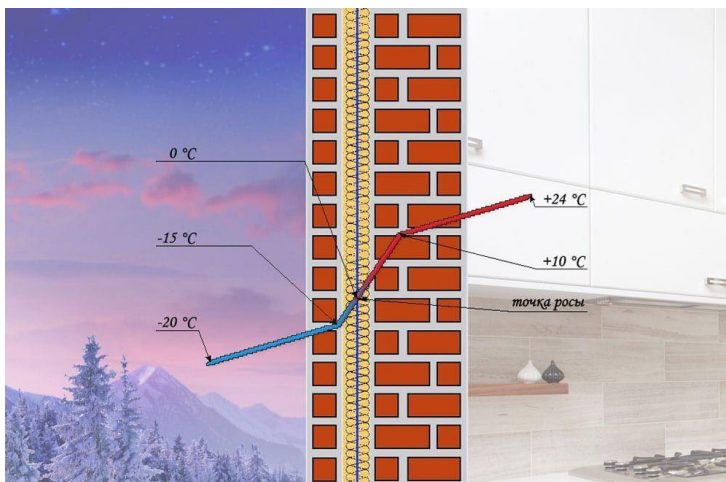


Рис 3. Точка роси в стіні.

При негативних зовнішніх температурах волога замерзає, при цьому теплопровідність стінки збільшується, і температурне розширення рідини під час зміни

агрегатного стану сприяє поломці структури.

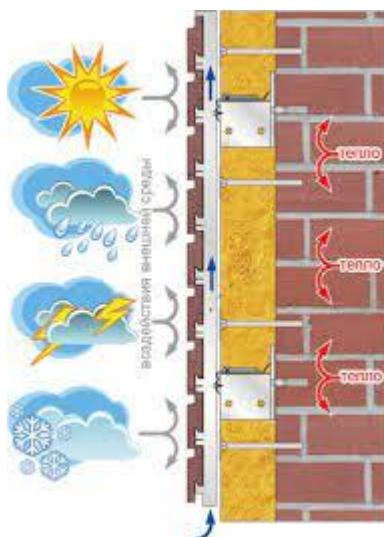


Рис. 4 Повітряний зазор вентильованого фасаду

Головною особливістю вентильованого фасаду є наявність між шаром ізоляції і обшивка будівлі з зазором вентиляції низького тиску в ній. При установці такої системи точка роси зміщується з матеріалу несучої стінки в шар ізоляції, з якого, через ніж тиск, волога передається в вентиляційний отвір, в якому повітря виділяється в атмосферу висхідним потоком повітря. Зрештою конденсат не накопичується ні на поверхні стіни, ні всередині неї.

Підраховано, що для найкращого руху повітря у вентиляційній зазор він (кліренс) повинен розширюйте знизу вгору. Швидкість збільшення швидкості зростає з шириною кліренс. За конструкцією максимальна швидкість при нормальній прямокутній конструкції досягається при високих значенняхширина (близько метра), що структурно неприйнятно. Тому використовують дифузор карнизним фасадом при невеликому подовжньому проміжку, в якому швидкість стає при певній ширині зазору постійною.

Основна частина

Важливим показником є точка роси, а саме положення її площини. Вони можуть залежить від таких факторів: товщин та матерів шарів, температури та вологості на вулиці температур та вологості у приміщеннях,.

Та частина конструкції, в якій є підвищена теплопровідність називається «Місток холоду». В будівлі це зони в яких витoki енергії утворюють конденсат в середині стіни, через них відбувається зниження температури в холодні пори року та підвищення в жаркі.

Існують такі види «містків холоду»:

- геометричні;
- конструктивні;
- лінійні;
- точкові.

До точкового типу належать елементи кріплення (кронштейни). В результаті кріплення кронштейну через теплоізоляційний матеріал – знижується коефіцієнт теплотехнічної однорідності із-за різниці коефіцієнтів теплопровідності мінераловатного утеплювача та матеріалу кронштейна.

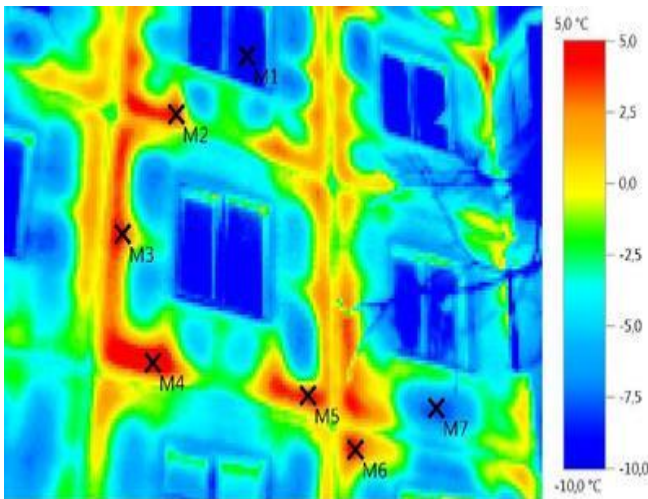


Рис. 5 «Місток холоду» у стіні

Коефіцієнт теплотехнічної однорідності – це показник, що показує знижений рівень теплозахисту огорожувальних конструкцій, як наслідок присутності інших матеріалів. Залежить від: товщини

шару огорожувальних конструкцій, характеристик матеріалу та присутності теплопровідних включень. Він показує ефективність теплоізоляційних властивостей утеплювача. Значення коефіцієнта (від 0,5 до 0,98).

Якщо збільшити кількість кронштейнів на одиницю поверхні (від 1 до 4), то коефіцієнт знизиться з 0,93 до 0,76 (якщо кронштейни зі сталі) і з 0,83 до 0,56 (кронштейн алюмінієвий). За нормами кількість кронштейнів не може бути менше 2-х. то коефіцієнт не буде перевищувати (0,8 та 0,6).

Рішення проблеми:

Підвищити ефективність можна зменшенням кількості кронштейнів на розраховану одиницю поверхні з більшим розміром (1,2×1,5 м) та зменшеної товщини (30 мм). Із-за впливу металевих кронштейнів потрібно збільшувати товщину утеплювача, що потягне за собою збільшення ціни в 1,5 рази.

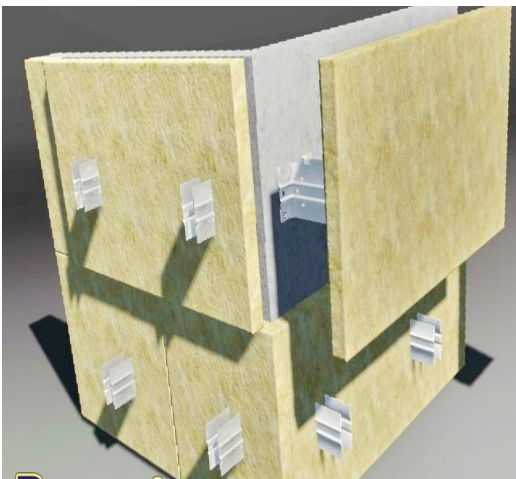


Рис. 6 Розміщення кронштейнів



Рис. 7 Подвійне утеплення стіни під вент фасадом.

В більшості випадків проблема вирішується укладанням двошарової теплоізоляції. Плити зовнішнього шару укладають з перекриттям стиків плит внутрішнього шару. Таким чином позбуваються містки холоду та

максимально зменшуються втрати тепла в будинку. У двошарових теплоізоляціях внутрішній шар виконують з плит нижчої щільності ніж зовнішніх для забезпечення вітрозахисту. Зовнішній шар теплоізоляції виконує вітрозахисні та теплоізоляційні функції.

В рамках дослідження був проведений ряд експериментів по вивченню теплотехнічних характеристик стени зі встановленим на її навесним вентиляльованим фасадом. Було запропоновано, що присутність мостиків холод може також вести і до прояву температурної неоднорідності на поверхні стіни, яку можна буде закріпити за допомогою тепловізора.

Для перевірки гіпотези було вибрано розміщення в зданні науково-дослідного корпусу СПбПУ (СПб, вул. Політехнічна, д. 29к14). Для визначення температурних характеристик стени був використаний тепловізор Fluke Ti32. Він дозволить вивести розподіл температури на внутрішній поверхні стіни будівлі. Тепловізування проводилося для трьох площ стін на північно-східній стороні будівлі:

- Калібровочне. Розглядається ділянка стени зі встановленими в ньому воротами для загальної оцінки утечок тепла і огляд можливостей пристрою.

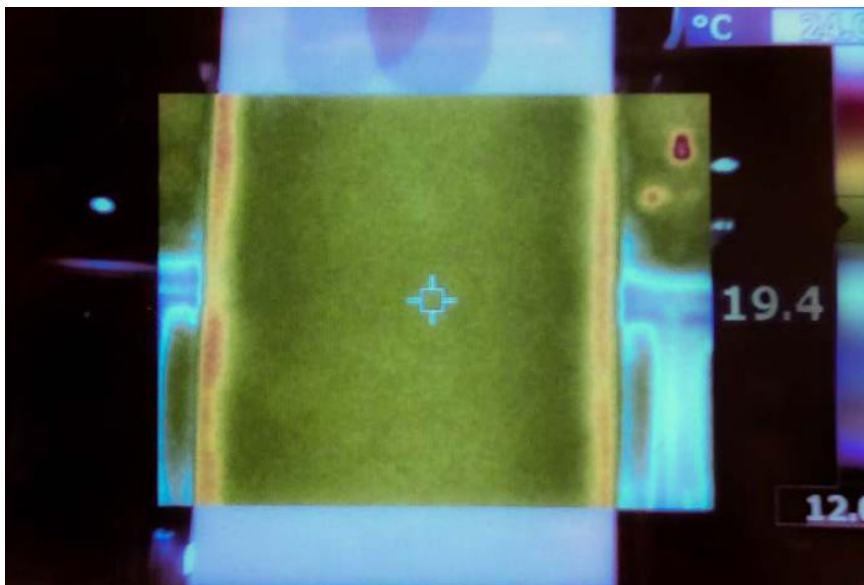
1) Простінок шириною 1500 мм між вітражними заскленнями.

2) Загальна стіна.

Другий і третій експерименти проводилися з метою порівняння розподілу температур в різних умови: там, де є прямі утечки тепла (через вікна), і там, де утечки тепла немає мають яскраво виражений характер (через кронштейни).

Опити проведені 05.12.2017 з наступними погодними умовами:

- Температура повітря -1°C ;
- Вологість 93%
- Атмосферний тиск 754 мм.рт.ст;
- Вітер ппз, 3 м/с. Температура в приміщенні склала $+21^{\circ}\text{C}$, що дозволило провести зняття експериментальних даних (результати вважаються достовірними при різній температурі не менше, ніж на 20°C). Отримані вимірювання були виявлені на термограммах. В результаті тепловізійного обстеження ділянки стени з воротами були зафіксовані очевидні теплоповітрати по контуру пройоми і на сполучних елементах воріт. Середня температура повітря – 19°C , температура «холодних частин» близько 14°C . Загальний розброс температури вимірювався в діапазоні $11...18^{\circ}\text{C}$. Значних відмінностей між результатами першого та другого експериментів не спостерігалось. Максимальна температура в першому досвіді, як очікується, підвищилася ближче до віконних проємів, що передбачається наявність труб опалення, які знаходяться всередині стіни. Розподіл температури



по стіні було рівномірним.

Рис. 8 Вимірювання температури стіни.

На термограммі другого досвіду були виявлені температурні неоднорідності, відображені у вигляді вертикальних ліній з підвищеною температурою (більше теплого відтінка). Виходить з їх розмірів, а також візуальної однородності стени, в цьому місці, припустимо, електричні провoda, які знаходяться под шаром штукатурки.

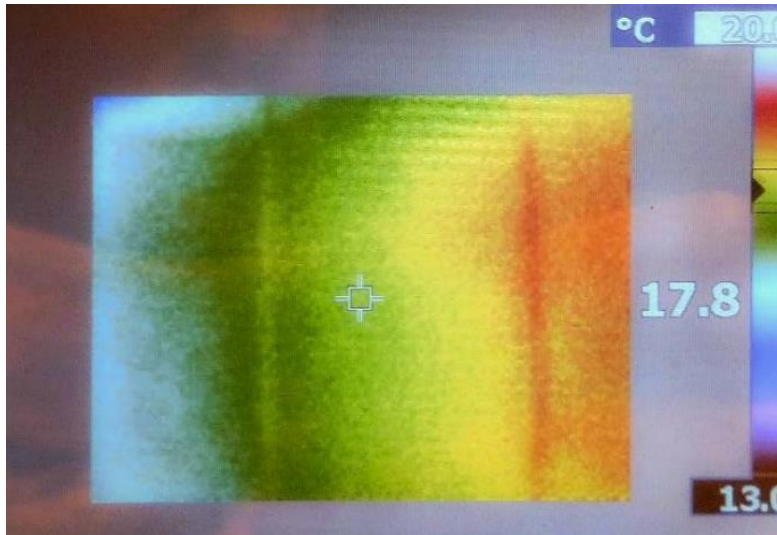


Рис. 9 Частина стіни з температурними неоднорідностями.

Результати

експериментів не підтвердили прогноз: на стені не було виявлено регулярно повторюючихся температурних неоднородностей, пов'язаних з кронштейнами вентиляваного фасаду. Відсутність підтверджених гіпотез має кілька пояснень:

1. Недостатньо висока чутливість приладу;
2. Недостатні відмінності зовнішніх і внутрішніх температур і недостатньо низька температура на вулиця.

Сукупність вище перерахованих факторів робить очевидну необхідність проведення повторних дослідження цих же участків стен в умовах більш низьких зовнішніх температур, а внаслідок цього і більшої різниці температур ззовні і всередині приміщення.

Висновок

Були розглянуті основні якості та недоліки навісних вентилятованих фасадів, досліджені види НВФ і особливості монтажу даних стінових систем. Основним достоїнством НВФ є можливість винесення точки роси за межі стени та подальшої сушки утеплювача природної циркуляції повітря в вентиляційному зазорі. До недомог можна віднести низьку вогнестійкість, схильність кріплення системи до корозії та ухвалення звукоізоляційних характеристик будівельних конструкцій. Основна проблема навісних вентилятованих фасадів залишається впливом металевих кронштейнів (мостиків холоду) на теплотери стени. Вони пронизують утеплювач, приводячи до зниження коефіцієнта теплотехнічної однорідності внаслідок різниці коефіцієнтів теплопровідності матеріалів кронштейна і утеплювача. Усі існуючі рішення проблеми сводяться до зменшення кількості кронштейнів на одиницю площі або збільшення товщини теплоізоляційного шару. Це є економічно невигідним, тому не використовується повсюдно. Система НВФ є перспективною в силу великої кількості достоїнств, тому актуальною залишається подальше вивчення її теплотехнічних характеристик і пошук рішень для зниження теплотер через мостики холоду. Було проведено дослідження теплотехнічної однородності стени з установленим на ній вентиляваним фасадом. За допомогою тепловізора були зафіксовані температурні характеристики стени. По результатам досвіду очевидною є необхідність проведення повторних експериментів с іншими умовами навколишнього середовища.

3.3. Технологія виконання будівельних процесів - розробка технологічної карти на монтаж несучих конструкцій

3.3.1. Організація робіт

Послідовність робіт по зведенню перекриттів, покриттів та несучих конструкцій п'ятиповерхової частини :

- колони
- ригелі
- прогони
- подача і укладання бетону
- вкладання арматурних сіток
- вкладання профнастилу

Послідовність зведення несучих конструкцій одноповерхової частини:

- Колони
- Ригелі
- Прогони
- Профнастил

Монтаж колон

Перед монтажем колон потрібно перевірити та змазати різьбу анкерних болтів . Перевірка здійснюється накрученням гайок. Для запобігання різблення при опусканні колони, надіваються запобіжні ковпачки коли колона наводиться на різьбу, які робляться з покрівельної сталі або газових труб в яких запаюють конусний верх для того, щоб без перешкод пройти в отвори в плитах.

Монтують колони на раніше вивірені та встановлені гайки. Самі гайки потрібно навертати з точністю до установок верхніх поверхонь. Підняту краном колону потрібно встановити, спираючи її на раніше наведені гайки та сумістити риски на колоні з накресленими осями. Вертикальне положення колони забезпечено точністю установлених гайок, та може буди, за необхідності, підкрученим для постановки в проектне положення.

Після установаження колон в вертикальне положення його фіксують шайбами і закріплюють плити плити другими гайками. Другі гайки в свою чергу притискують плити, та для колони забезпечують стійкість. Колони, які уже встановлені та вивірені – підливають дрібнозернистим бетоном.

Перед установаженням колон, уздовж ряду їх монтажу, під кутом укладають дерев'яні прокладки. До того, як колону піднімуть, її оббудовують риштуванням, а саме: площадкою зі сходами та стяжними та монтажними пристосуваннями.

Монтаж колон потрібно здійснювати тільки поворотом стріли, без пересування самого крана. Стоянка крана повинна розташовуватися так, щоб повернути колону та поставити її в вертикальне положення без зміни положення крана. При одночасному повороті стріли і підйомі колони, поліспада може небезпечно відхилитися від вертикалі. Всі вищезазначені операції по монтажу колони потрібно виконувати на мінімальній швидкості.

Колону потрібно стропувати вище її центру ваги, щоб при підйомі колона одразу приймала вертикальне положення. Щоб забезпечити вертикальність колони при її установажці, закріплювати стропи потрібно за ось в центрі ваги, або обхоплювати колону з двох сторін до колони стропи потрібно кріпити за спеціально передбачені отвори.

Роботи по розстроповці колони потрібно виконувати після вивірки. Перевірку вертикальності потрібно виконувати двома теодолітами.

б) Монтаж ригелів і прогонів

Їх монтаж здійснювати окремо по елементам. На елементи попередньо потрібно нанести осьові риски. Ригелі монтуються на опорні пластини, які закріплюються на вертикальних елементах монтажними болтами. Вертикальні ребра жорсткості, верхня пластина та нижній пояс закріплюються зварюванням. Коли зварювання закінчене – монтажні болти викручуються. По завершенню вивірки - прогони закріпити монтажним зварюванням.

Стропування здійснювати двовітковим стропом, закріплюючи кінці захоплення за пояс. Можна також застрочувати двовітковими стропами «На удав»

з закріпленим замком для дистанційного розстропування. Трос висмикування штиря з замка закріплюється на кінцях елемента де кріпляться стропи.

Розкладка ригелів і прогонів виконувати уздовж ряду їх установки на дерев'яні прокладки під кутом.

Монтаж СПН

Листи між собою повинні з'єднуватись в нахлест комбінованими зчіпками. Кріплення настилу до прогонів та ригелів виконуються само нарізними болтами.

Листи настилу викласти вздовж всього фронту роботи . Пакет листів викласти на підкладки та накрити водозахисним матеріалом. Сам настил потрібно монтувати тільки після закінчення монтажу та закріплення попередніх несучих конструкцій..

Настил стропують з застосуванням захватів та траверс, заведених під одну із хвиль настилу. Укладати листи настилу від краю до середини та від одного до іншого кінця. Перед вкручуванням болтів на місті потрібно просвердлити отвір, а потім вкрутити болт до відмови.

3.3.2. Вибір типу крана і їх прив'язка до об'єкту.

В залежності від розмірів та габаритів будівлі, яка будується та відстаней до існуючих споруд – приймається варіант встановлення, збоку будівлі, одного баштового крана для зведення п'ятиповерхової частини будівлі. Одноповерхову частину прийнято стріловий гусеничний самохідний кран.

Підбір крана та його прив'язка розраховується з урахуванням конструкцій, який піднімається, враховуючи найбільшу масу вантажу Q , на найдовші відстані (найдовший робочий виліт стріли крана – $R_{\text{раб}}$) від центральної осі крана на рейковому шляху і при найвищій робочій висоті підійманого вантажу – $H_{\text{раб}}$.

Розрахунки робочих параметрів крана: вантажопід'ємність, виліт і висота підйому гака проводиться виходячи з найбільшої маси підійманого вантажу, найбільшими відстанями і висоти їх підйому від основної центральної осі кранового шляху та позначки головки рейки з урахуванням вантажозахоплювальних пристроїв, розмірів зон безпеки та габаритів вантажів (тари).

.Розрахунок баштового крана

1) Визначаємо найменшу висоту підйому гака

$$H_{\text{кр}} = h_0 + h_3 + h_3 + h_{\text{стр}}, \text{ де}$$

h_0 - висота від рівня стоянки крана до найвищої монтажної відмітки, $h_0 = 22.1\text{м}$

h_3 - висота запасу проносу конструкції над опорою, $h_3 = 0.5\text{м}$

h_3 - висота останнього монтажного елемента, $h_3 = 0.6\text{м}$

$h_{\text{стр}}$ - висота стропування елемента, $h_{\text{стр}} = 4.2\text{м}$

$$H_{\text{кр}} = 22.1 + 0.5 + 0.6 + 4.2 = 27.4\text{м}$$

2) Визначаємо необхідну вантажопідйомність

Найважчим елементом є – ригель - $q_{\text{рл}} = 1.73\text{т}$

Тоді необхідна вантажопідйомність крана

$$Q = q_{эл} + q_{стр}, \text{ де}$$

$q_{стр}$ - маса 79тропу вальних пристроїв, $q_{стр} = 0.94t$

$$Q = 1.73 + 0.94 = 2.67t$$

3) Визначаємо необхідний виліт гака

Визначається за формулою

$$L_{кр} = a/2 + b + ш, \text{ де}$$

a - відстань між крановими рейковими шляхами, $a = 4.5m$

b - відстань мінімально допустима від краю, що будується до осі рейки, $b = 1.5m$

$ш$ - ширина будується частини, $ш = 19m$

$$L_{кр} = 4.5/2 + 1.5 + 19 = 23.25m$$

Марка і тип крана підбирається з урахуванням результатів аналітичних розрахунків по діаграмі тех. параметрів: виліт, вантажопідйомність, висота підйому гака обов'язкова звірка допуска величин вантажних моментів для всіх вантажів які враховані та з його вантажною характеристикою для забезпечення вантажної стійкості.

Табл. 3.1. Найбільші вантажі, відстані і висоти

Найменування вантажів	Маса вантажу, т	Потрібна висота підйому	Найбільший виліт гака, м	Вантажний момент, т · м
колона	0,979	21,7	21,75	21,29
ригель	1,64	27,35	14,25	23,37
прогон	0,21	24,85	21,75	4,57
Профнастил	0,54	26,85	19	10,26

Приймаємо для зведення п'ятиповерхової частини баштовий кран КБ-308А.

Розрахунок стрілових кранів

1) Визначення найменшої висоти підйому гака

$$H_{кр} = h_0 + h_3 + h_3 + h_{стр}, \text{ де}$$

h_0 - відстань від рівня стоянки крана до найвищої монтажної відмітки, $h_0 = 4.2\text{м}$

h_3 - висота запасу проносу конструкції над опорою, $h_3 = 0.5\text{м}$

h_3 - висота останнього монтажного елемента, $h_3 = 0.5\text{м}$

$h_{стр}$ - висота стропування елемента, $h_{стр} = 4.2\text{м}$

$$H_{кр} = 4.2 + 0.5 + 0.5 + 4.2 = 9.4\text{м}$$

2) Визначаємо необхідну вантажопідйомність

Найважчим елементом є – ригель - $q_{эл} = 0.9\text{т}$

Тоді вантажопідйомність крана буде $Q = q_{эл} + q_{стр}$, де

$q_{стр}$ - маса 80тропу вальних пристроїв, $q_{стр} = 0.94\text{т}$

$$Q = 0.9 + 0.94 = 1.84\text{т}$$

3) Визначаємо необхідний виліт гака

Визначається:

$$L_{кр} = 6\text{м}$$

Марка і тип крана підбирається з урахуванням результатів аналітичних розрахунків по діаграмі тех. параметрів: виліт, вантажопідйомність, висота підйому гака обов'язкова зв'язка допуска величин вантажних моментів для всіх вантажів які враховані та з його вантажною характеристикою для забезпечення вантажної стійкості.

Найменування вантажу	Маса вантажу, т	Потрібна висота підйому	Найбільший виліт гака, м	Вантажний момент, тм
колона	0,69	6,9	6,7	4,62
ригель	0,96	10,7	6	5,76
прогін	0,21	8,2	9	1,89
Профнастил	0,54	10,2	9	4,86

Табл. 3.2. Найбільші вантажі, відстані і висоти\

Приймаємо для зведення одноповерхових частин два стрілових самохідних гусеничних крана РДК-25.2.

3.4. Технологія виконання будівельних процесів – розробка технологічної карти на монтаж вентиляваного фасаду

3.4.1. Область застосування та призначення технологічної карти

Технологічна карта розроблена на монтаж вентиляваних фасадів.

Вентилявана фасадна система складається з таких елементів:

- закріпних кронштейнів, що закріплюються на стіні облицьовується фасаду і службовців для кріплення вертикальних напрямних
- термоізоляційного шару, що виконує роль утеплювача і вітрозахисту стін будівлі
- направляючі вертикальні та горизонтальні, які є частиною каркаса
- облицювальний шар – основна огорожувальна та декоративна конструкція фасаду

Влаштування вентиляваного фасаду може проводитися тільки при температурі від мінус 15 до плюс 25 ° С. Якщо погодні умови будуть несприятливі, то робочі місця потрібно закривати навісами або тентами.

В технологічній карті розписано наступні питання:

- підготовчі роботи
- монтаж кронштейнів
- утеплення фасадів
- пристрій каркаса
- зовнішнє облицювання

Режим роботи приймається з умови достатньо оптимального темпу виконання робочих процесів, раціонально організоване робоче місце, чітко розподілені обов'язки між робітниками бригад з урахуванням розподілу праці, застосування механізованого інструменту та інвентарю.

Всі роботи по влаштуванню фасадної системи виробляються відповідно до вимог ПД, ППР, і даної ТК.

Визначення складу та об'ємів робіт

Табл 3.3.

№	Назва робіт	Од. вим.	К-сть
1	2	3	4
1	Установка та розборка лісів	м2	5659
2	Розмітка та пробивання отворів в стіні	100 шт	118.3
3	Монтаж та кріплення кронштейнів до стіни	100 шт	118.3
4	Монтаж та кріплення утеплювача	100 м2	56.34
5	Кріплення горизонтальних кутів	100 шт	21.03
6	Кріплення вертикальних елементів	100 шт	15.77
7	Установка цокольного відлива	100 м.п.	14.09
8	Монтаж фасадних панелей	100 м2	56.34
9	Монтаж фасонних виробів	100 м.п.	42.25

Потреба в матеріально-технічних ресурсах

Табл 3.4.

№	Найменування	Марка чи позначення	Призначення	Тех. характер.	К- сть
1	2	3	4	5	6
1	Рулетка будівельна	ГОСТ 7502- 89	Линійні вимірювання	Відстань 0-5000мм	20
2	Шнур причалка	-	Позначення розмірної лінії	Довжина 25м	20
3	Відвіс будівельний	СТБ 1111-	Пров. верт.	-	20

		98	Поверхн. та направл.		
4	Куттик металевий	ГОСТ 3749- 77	Виконання прямих кутів	-	20
5	Теодоліт	2Т-5К	Розмітка фасада, пров. верт. та гор.	-	10
6	Нівелір	Н-10	Виноска відміток	-	10
7	Рейка дерев'яна	-	Перевірка рівня поверхні	2 м.	10
8	Інвентарні трубчаті ліса	-	Для роботи на висоті	-	20
9	Перфоратор	BOSHC, GBM	Висвердл. Отворів	-	На захв ат.
10	Електродрель	BOSHC, PSB	Висвердл. Отворів	-	20
11	Електропила	BOSHC, аналог.	Розпил профілів	-	20
12	Гідрорівень	ГОСТ 9416- 83	Розмітка	-	10
13	Рівень	ГОСТ 9416- 83	Розмітка, монтаж	-	10
14	Лобзик	TRION, аналог.	Фігурний розпил	-	10
15	Лопата	-	Збирання сміття	-	30
16	Шуруповерт	BOSHC, аналог.	Закручування дюбелів	570 Вт	20
17	Плоскогубці	ГОСТ	Згин елементів	-	20

		17439-79			
18	Молоток	ГОСТ 11042-90	Забивання дюбелів	-	20
19	Ніж	ГОСТ 18975-73	Різка плит утеплення	-	20
20	Ліска	Д 1.5-2 мм	Розмітка, монтаж	-	10
21	Ножівка	ГОСТ 4156- 93	Різка плит утеплення	-	20
22	Монтажний стіл		Розпил елементів	-	20
23	Ящик для інструментів		Складування інструментів	-	20
24	Рукавиці	ГОСТ 20010-93	Захист рук	-	30
25	Захисні окуляри	ГОСТ 12.4.013-85	Захист очей	-	30
26	Каска будівельна	ГОСТ 12.4.087-84	Захист голови	-	30

3.5. Вказівки до виконання робіт

3.5.1. Монтаж системи вентилязованих фасадів

1) Кріплення кронштейнів з попередньою розміткою

Кріплення системи вент. фасадів починається з розмічування стіни фасаду. Розмітка виконується по всьому фронту роботи окремим потоком.

Розмітку фасаду та геодезичну зйомку потрібно проводити геодезичними приладами, високоточними рівнями з великою базою. Місця установки кронштейнів на фасаді розмічується в суворій відповідності з проектною документацією. Любі відхилення приведуть до відхилення параметрів всієї системи. Тому правильність всієї розмітки повинна постійно контролюватись.

До нанесення розмітки на фасад потрібно провести перевірку розмірів фасаду, та провести порівняння з розмірами в проекті, також в кресленнях потрібно провести перевірку розмірних ланцюжків та їх прив'язку до елементів стін фасаду. На поверхню стіни розмітку позначають оптичними приладами, та по ним наносять фарбу.

На фасаді кронштейни розміщуються по крокам в межі: по горизонталі від 350 до 800 мм, по вертикалі від 600 до 1200 мм, , відступаючи не менше 100 мм від краю стіни до осі кронштейна.

Одразу після розмітки на фасаді, в місцях куди будуть кріпитись кронштейни – просвердлюють отвори під анкерні кріплення, та монтують самі кронштейни. Для запобігання витрат тепла та усунення містка «холоду», в тих місцях де кріпляться кронштейни, між ними та стіною встановлюють паріонову прокладку. Отвори висвердлюються електродриллю по нанесеним міткам.

Не допускається застосовувати кріплення, які не передбачені в проекті.

Діаметри отворів повинні відповідати типу застосованих дюбелів (анкерів), глибину цих отворів потрібно зробити більшою не менше ніж на 15 мм довжини закладеного дюбеля в стіну. У тих випадках, коли підставою служить кладка, не

дозволяється забивати дюбеля в шви кладки, також відстань від дюбелю до шва до тичкового шва - 60 мм, а до ложкового шва повинна бути не менше 35 мм.

Під облицювання створюється рівна поверхня, сама конструкція кронштейнів допускає вирівнювання площини обрешітки до 30 мм.

До стіни кронштейни закріплюються дюбелями, які підібрано спеціально під матеріал стіни, з використанням шайб. За розрахунком анкер закріплюють одним-двома анкерами.

2) Монтаж плит утеплювача

Стіну, на якій відбувається монтаж плит утеплювача, необхідно укрити від попадання вологи.

Монтаж плит утеплювача ведеться від низу до верху. Для запобігання пустот в середині шва, плити потрібно прикладати щільно один до одного. В тих випадках, коли пустот не запобігти – їх закладають тим же утеплювачем.

Для закріплення плит утеплювача до основи використовують пластикові дюбель-анкера тарельчатого типу з розпірні стрижнями. Довжина дюбелів залежить від товщини утеплювача, витрата дюбелів не менше 7 шт. на 1 м². Перед установкою дюбеля-анкера плита повинна бути попередньо прорізана і в стіні просвердлити отвори.

Діаметр просвердлений отвори повинен бути такий, як і зовнішній діаметр втулки дюбель-анкерного пристрою.

У разі, коли застосовується вітровологозахисної плівки, встановлені плити утеплювача спочатку закріплюють 2 дюбелями (на кожен плиту) і коли плити будуть укриті плівкою – встановлюють інші, передбачені в проекті. Полотнище плівки повинно перекиватись близько на 100 мм.

Після завершення закріплення плит утеплювача, потрібно скласти акт на приховані роботи, та здати роботу Замовнику. Під час монтажу утеплення, стіну потрібно укрити від попадання на неї вологи.

Монтаж плит утеплювача ведеться від низу до верху. Для запобігання пустот в середині шва, плити потрібно прикладати щільно один до одного. В тих випадках, коли пустот не запобігти – їх закладають тим же утеплювачем.

Для закріплення плит утеплювача до основи використовують пластикові дюбель-анкера тарельчатого типу з розпірні стрижнями. Довжина дюбелів залежить від товщини утеплювача, витрата дюбелів не менше 7 шт. на 1 м². Перед установкою дюбеля-анкера плита повинна бути попередньо прорізана і в стіні просвердлити отвори.

Діаметр просвердлений отвори повинен бути такий, як і зовнішній діаметр втулки дюбель-анкерного пристрою.

У разі, коли застосовується вітровологозахисної плівки, встановлені плити утеплювача спочатку закріплюють 2 дюбелями (на кожен плиту) і коли плити будуть укрите плівкою – встановлюють інші, передбачені в проекті. Полотнище плівки повинно перекриватись близько на 100 мм.

Після завершення закріплення плит утеплювача, потрібно скласти акт на приховані роботи, та здати роботу Замовнику.

3) Установка профілів

Влаштування каркаса можна вести двома способами:

Горизонтально орієнтований профіль, кріпитися до кронштейнів заклепками або двома самонарізними гвинтами СМESH 2-4,8x28. В конструкції кронштейнів допускається вирівнювання (рихтування) обрешітки горизонтально до 30 мм щоб створити рівні поверхні під касети. При необхідності встановлюють кронштейни іншої довжини.

На площину, сформовану горизонтальними латами потрібно змонтувати основну вертикальну обрешітку з П-образного профілю за допомогою самонарізних гвинтів СМESH2-4.8x28. По вертикальних стиках фасадних плит монтуються основні профілі вертикальної обрешітки, відстань між якими повинна чітко витримуватися. У випадку коли ширина плити більше 700 мм між основними профілями встановлюється додатково проміжні профілі.

Між профілями потрібно зробити компенсаційний зазор в 6-15 мм. Встановлюють кронштейни по обидва боки від компенсаційного зазору на відстанях:

- для вертикальних профілів не більше 450 мм;

- для горизонтальних профілів не більше 300 мм.

4) Установка фасонних елементів

Фасонні елементи фасаду кріпляться на вертикальну обрешітку. Зовнішня сторона профілю покрита кольоровим полімером на вертикальній обрешітці, також вона може буда закрита декоративною смугою.

Планка горизонтального шва встановлюється по нижньому ряду панелей, її закріплюють до вертикальної напрямної самонарізними гвинтами або заклепками.

В отворах віконних та дверних встановлюються оцинковані сталеві фасонні вироби на яких нанесено полімерне покриття, що утворюють коробка, які закріплюються заклепками або самонарізними гвинтами з кроком 300-500 мм до дверного або віконного блоку, з одного боку і до обрамлення Z-образними профілями отвору з іншого боку .

Віконні та дверні прорізи обрамлюють завершальними складними планками, укосні планки та планки зовнішніх кутів запроектовані (30x30, 50x50, 75x75 мм).

Віконна рама облаштовується відливом знизу рами, з запроектованими розмірами.

3.5.2. Транспортування і складування виробів і матеріалів

Доставка профілів на об'єкт здійснюється відповідно до специфікацій. Матеріали повинні транспортуватися в пакетах. Матеріал повинен бути захищений від механічних пошкоджень при транспортуванні. Профіль потрібно зберігати в упаковці в сухому закритому складі з твердим покриттям, на дерев'яних піддонах або підкладках. Зберігання метало профілів на відкритих складах забороняється. Елементи кріплення транспортують в контейнерах партіями. В кожній упаковці повинен буди свій типорозмір виробу. Приймання кріпильних елементів здійснюється партіями. При прийманні перевіряється цілісність упаковки, маркування, сертифікат якості.

Зберігати кріпильні вироби необхідно в упаковці заводу-виготовлювача в закритих приміщеннях.

Плити утеплювача транспортуються усіма видами транспорту відповідно до ГОСТ і правилами перевезення вантажів. Їх необхідно зберігати в умовах, що виключають проникнення вологи.

Приймання панелей необхідно проводити партіями. Партією вважають панелі, виготовлені за одним замовленням. Контроль якості проводиться методом відбору одної панелі з кожного ящика в партії. Відвантаження партії продукції повинна мати з собою документ, що містить:

- особистий товарний знак підприємства, який виготовив продукцію, чи його назва
- назва чи найменування замовника/споживача
- номер, під яким зареєстровано замовлення
- інформація щодо кількості і номери ящиків із зазначенням маси кожного ящика
- дані про загальну масу панелей в замовленні
- штамп технічного контролю підприємства-виготовлювача

Панелі перевозять транспортом всіх видів відповідно до правил перевезення та умов навантаження і закріплення самого вантажу, на який розрахований транспортний засіб.

При транспортуванні панелі надійно закріплюють і надійно захищають під час переміщення.

При транспортуванні і зберіганні панелі повинні бути розміщені не більше ніж у 2 яруси.

Якщо матеріал чи виріб підлягає сертифікації, на них повинен бути сертифікат відповідності. Якщо матеріал чи виріб повинен пройти гігієнічну реєстрацію – вони повинні мати відповідні посвідчення про гігієнічну реєстрацію.

3.5.3. Калькуляція технологічних процесів

Табл 3.5.

№	Позн.	Найменування робіт	Од. Вим.	Об'єм робіт	Норм. часу на од. вим.	Склад ланки			Норм. часу на весь об.
						Професія	Розряд роб.	К-сть	
1	Е 6-1	Установка та розборка лісів	м2	5659	0.4	Монтажник	4	1	2263.6
						буд.	3	2	
						конструкцій	2	1	
2		Розмітка та пробивання отворів в стіні	100 шт	118.3	22	Монтажник	5	1	2602.6
						буд. конструкцій	3	1	
3		Монтаж та кріплення кронштейнів до стіни	100 шт	118.3	10	Монтажник	5	1	1183
						буд. конструкцій	3	1	
4		Монтаж та кріплення	100 м2	56.34	60.3	Монтажник	5	1	3397
						буд.	3	1	

		утеплювача				конструкцій			
5		Кріплення горизонтальних кутів	100 шт	21.03	36.34	Монтажник буд. конструкцій	5 4 3	1 1 1	764.2
6		Кріплення вертикальних елементів	100 шт	15.77	23.19	Монтажник буд. конструкцій	5 4 3	1 1 1	365.71
7		Установка цокольного відлива	100 м.п.	14.09	24.58	Монтажник буд. конструкцій	5 4 3	1 1 1	346.3
8		Монтаж фасадних панелей	100 м2	56.34	36.81	Монтажник буд. конструкцій	5 4	1 1 1	2073.9
9		Монтаж фасонних виробів	100 м.п.	42.25	60.82	Монтажник буд. конструкцій	5 3	1 1	2570

3.5.4. Вимоги до якості попередніх робіт

До початку монтажних робіт повинні бути виконані наступні роботи:

- закінчені загальнобудівельні роботи на фасадах, що підлягають утепленню
- на підставі виконавчого зйомки потрібно зробити креслення з розмірами фасадів, в яких повинно бути вказано:
 - а) присутні відхилення в площинах несучих конструкцій, в стінах, перекриттях, парапетах
 - б) нерівності та рельєф конструкцій облицювання і прилеглих елементів фасаду, розміри виступів, перепадів, віконних та дверних прорізів, архітектурні особливості, вентиляційні решітки, розміри вітражів, уступів, місць примикань до системних несучих конструкцій
 - в) відхилень в криволінійностей радіальних конструкцій що монтуються фасадів й інших складних будівельних конструкцій
- виконання розмітки фасаду
- з фасадів потрібно демонтувати освітлювальні прилади, видалити підвіконні зливи, прожектори освітлення чи ліхтарі

Щоб виконувати роботи з монтажу системи необхідно підготувати засоби підмоцнування (риштування).

Під час установки лісів спирання стійок повинно відбуватись на сталеві черевички, також вони повинні бути закріплені до фасаду через анкери по вертикалі по вертикалі і горизонталі через вузол. Зазор між робочим настилом і облицюванням не повинен перевищувати 150 мм.

Перед початком робіт з монтажу вентилязованих фасадів з облицюванням фасадними касетами слід підготувати матеріали, інструменти та обладнання у відповідності зі специфікаціями. Перевірка якості матеріалів є обов'язком підрядника. Контроль якості і приймання виконаних робіт слід виконувати відповідно до чинних нормативно-технічних документів.

До початку робіт з монтажу вентилязованих фасадів повинні бути підготовлені тенти для захисту утеплювача і конструкцій будівлі від атмосферних

опадів, навіси безпеки, обгороджені небезпечні зони, встановлені, випробувані і прийняті засоби підмоцнування.

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

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

Необхідно провести навчання робітників способом виконання робіт, ознайомити їх з організацією майданчика, даної технологічної карти, провести інструктаж з техніки безпеки і проінструктувати з безпечних методів виконання робіт.

Під час монтажу системи вентиляованих фасадів – відбувається розбиття на захватки, також визначаються порядки та послідовності переміщення монтажників по захваткам з однієї на іншу.

3.5.5. Вимоги до якості і приймання робіт

Контроль якості, підписання актів на приховані роботи і акту про остаточну приймання облицьованих конструкцій, повинні здійснюватися такими посадовими особами, що несуть юридичну відповідальність за якість робіт.

- інженерно-технічний персонал виконавця (майстер, виконроб), які повинні стежити за правильним виконанням всіх робіт, не допускати порушення технології і своєчасно виправляти допущені помилки, організувати колективне огляд і приймання прихованих робіт зі складанням актів;
- проектувальники - автори проекту, які повинні стежити за правильним виконанням проектних рішень по складу і якості виконання. З цією метою на будівельному майданчику повинен бути організований авторський нагляд з веденням журналу;
- технічний нагляд повинен з регулярністю стежити за ходом виконання роботи та його правильністю згідно проектних рішень, й з дотриманням технології

виробництва робіт, брати участь в контролі за якістю та приймання прихованих робіт. Представник технічного нагляду замовника має право заборонити проведення робіт в разі виявлення обставин, що викликають погіршення якості.

Якість вихідних матеріалів і комплектуючих виробів повинно гарантуватися постачальником. Параметри що поставляються деталей повинні бути вказані в паспортах і повинні відповідати вимогам проекту. Виконавці робіт повинні дотримуватися правил зберігання, транспортування та використання матеріалів.

При прийманні облицювання та утеплення стек повинен здійснюватися поетапний приймальний контроль якості, службою контролю якості, виконання кожного з конструктивних елементів, із записом а журнал робіт і складанням актів на приховані роботи. Обов'язковому проміжного огляду і приймання з складанням акту на приховані роботи підлягають наступні роботи, конструкції і конструктивні елементи:

- поверхні стін, які вже підготовлені під облицювання
- системний каркас
- елементи кріплення та утеплюючі шари
- безпосередньо монтаж фасадних касет (заключний акт)

Остаточна приймання вент фасаду з уже облицьованим фасадними касетами проводиться всіма відповідальними за якість особами в присутності представника замовника і оформляється підписанням акту про приймання. До акта про остаточну приймання повинні прикладатися наступні документи:

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

3.5.6. Основні заходи з техніки безпеки

Див. Додаток 1

3.6. Техніко-економічні показники

1. Будівельний об'єм – 40 517м³
2. Корисна площа – 7 455м²
3. Кошторисна ціна об'єкта – 148 859,15 тис. грн.
4. Кошторисна ціна загально будівельних робіт – 104 097,30 тис. грн.
5. Планова трудомісткість – 12 104 люд-дн
6. Нормативна трудомісткість – 12 450 люд-дн
7. Вартість 1м³ будинку – 2,569 тис. грн.
8. Вартість 1 м² корисної площі – 13,96 тис. грн.
9. Питома трудомісткість – 0,298 люд-дн/м³
10. Середня виробітка за день – 12,55 тис. грн./люд-дн
11. Протяжність будівництва – 213 дн.

Список літератури

- 1 - ДБН В.2.2-9. Громадські будинки та споруди
- 2 - ДБН В.2.2-9. Послуги туристичні. Класифікація готелів
- 3 - ДБН В.1.1-7:2016 "Пожарная безопасность объектов"
- 4 - ДБН В.1.2-14:2018 Забезпечення надійності та безпеки об'єктів
- 5 - ДСТУ Б В.2.6 -15:2011 Блоки віконні та дверні
- 6 - ДСТУ Б В.2.6-55:2008 Перемички залізобетонні для будівель з цегляними стінами
- 7 - ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції Норми проектування
- 8 - ДБН В.2.6-98:2009 БЕТОННІ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ Основні положення проектування
- 9 - ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій
- 10 - ДБН Д.2.4-5-2000. Сборник 5. Перегородки
- 11 - ДБН В.2.6-220:2017 Покриття будівель і споруд
- 12 - ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація
- 13 - ДБН Д.2.2-11-99. Збірник 11. Підлоги
- 14 - ДБН Д.2.2-15-99 Сборник 15. Отделочные работы
- 15 - ДСТУ Б В.2.6-195:2013 Конструкції стін із блоків з ніздрюватого бетону автоклавного тверднення.
- 16 - ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи
- 17 - ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель
- 18 - ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві

Основні заходи з техніки безпеки

Під час виконання робіт з утеплення та облицювання фасадів будівель потрібно дотримуватись вимог СНиП, ППБ та інших нормативних документів.

Всі будівельні роботи виконувати повинні робітниками, які спеціально навчені, та під контролем і керівництвом інженерно технологічних робітників. До початку виконання робіт робітники повинні пройти медичний огляд, комплекс з правил технік безпеки та пожежної безпеки.

Всі проведені інструктажі повинні фіксуватися підписами в спеціальних журналах. Журнали потрібно зберігати в будівельній організації, або на об'єкті.

На об'єкті всі працівники повинні вміти гасити пожежі та користуватися засобами пожежогасіння.

При собі робітники повинні мати каски, запобіжні пояси, спецодяг, респіратори, захисні пасти, нешкідливі миючі засоби, і т.д. також робітникам потрібно мати кваліфікацію, яка відповідає виконувальним роботам. Всі роботи потрібно виконувати з інвентарних підмостей.

Перебувати на будівельному майданчику та в місцях складування матеріалів без будівельних касок - забороняється.

Роботи з монтажу, складування, навантаження та розвантаження довгомірних металевих конструкцій (облицювальні панелі) слід виконувати в рукавицях.

Роботи з утеплення фасаду мінераловатними плитами потрібно виконувати в захисних окулярах.

Забороняється допускати до роботи з механізованими ручними інструментами непідготовлених робітників. Неприпустимо застосування несправного механізованого ручного інструменту та несправних механізмів

забороняється. Роботи на початку зміни повинні починатись з перевірки справності засобів всіх механізмів, підмості, пристосувань та інструментів. До початку робіт всі несправності повинні бути усунені. Якщо під час роботи з інструментами чи пристосуваннями було виявлено несправність – роботи з ним припиняються.

Пристосування, призначені для забезпечення безпеки працюючих та зручності роботи (люльки, ліси) повинні відповідати вимогам ГОСТ, а також інструкцій по експлуатації заводів - виробників.

У місцях підйому робітників на засоби підмошування повинні бути вивішені плакати із зазначенням величини і схеми розміщення навантажень згідно ППР та інструкцій щодо їх експлуатації.

Встановлені на будівельному об'єкті засоби малої механізації з напругою понад 42 В повинні бути заземлені. Під час дощу, снігу робота з електромеханізмами і інструментом на даху забороняється. Рубильники-пускатчі повинні поміщатися в замикаються кожухах. Електроподводка до машин і інструментів повинна бути заізолюваною і заземленою, з'єднання ретельно заізолювані та знаходитися в спеціальних шлангах.

Присутність сторонніх на буд майданчику заборонено.

Під час виконання робіт не повинні потрапляти всередину експлуатованих приміщень будівельні матеріали, також на проходи, балкони, лоджії і проїзди. При необхідності потрібно використовувати захисні та укриті матеріали.

На сходових клітинах, засобах підмошування, а так само в підвалах, на проходах, місцях, доступних для сторонніх тощо - не допускається зберігання і складування матеріалів.

Будівельний майданчик повинен бути підготовлений відповідно до чинних норм і правил, обгороджений, обладнаний тимчасовими будівлями, спорудами, інженерними мережами, складами, та ін. Місця складування балонів з горючими газами та легкозаймистими матеріалами повинні бути позначені та підготовлені.

Будь які роботи за межами майданчика проводити заборонено.

Розміщення в протипожежних розривах будь-яких тимчасових об'єктів - забороняється. Тимчасові будівлі повинні розташовуватися на експлуатованих проїздах і проходах від інших споруд і будівель на відстані не менше 18 м (окрім тих випадків, коли за нормами протипожежний розрив потрібно більший) або у протипожежних стін. Допускається розташовувати окремі блок-контейнерні будівлі - групами, але не більше 10 в одній групі і площею не більше 800 м². Відстані між групами цих будівель та від них до інших будівель повинна бути не менше ніж 18 м.

Роботи з утеплення стін на площі понад 1000 м², із застосуванням важкогорючого або легкозаймистого утеплювача, слід передбачати влаштування тимчасового протипожежного водогону для запобігання пожежі. Між пожежними кранами слід приймати відстань достатню щоб вода діставала в будь-яку точку не менш як двома струменями, та з витратами не менш як 5 л / с кожна. Засобами пожежогасіння повинні бути оснащені побутові приміщення та будівля в цілому з розрахунком 2 вогнегасника на 100 м² утеплюваної одночасно поверхні, та в разі виникнення пожежі - засобами зв'язку для виклику пожежної служби.

Використовувати первинні засоби пожежогасіння для потреб, які для них не розраховані та не пов'язаних з гасінням пожежі - не допускається. Самі вогнегасники завжди повинні утримуватися в справному стані, оглядатися періодично, перевірятися тасвосчасно перезаряджатимуться. Розстановка вогнегасників повинна дотримуватись умови, що відстань від розміщення вогнегасника до можливого осередку пожежі не повинна перевищувати 20 м. У зимній період (при температурі зовнішнього повітря нижче 1 ° С) вогнегасники повинні знаходитись в опалюваних приміщеннях, на дверях яких повинно бути позначення "Вогнегасники".

Забороняється одночасно виконувати зварювальні та роботи, що використовують відкритий вогонь разом з роботами по облицюванню фасада та утеплення з використанням легкозаймистих матеріалів.

Будь які роботи за межами майданчика проводити заборонено.

Розміщення в протипожежних розривах будь-яких тимчасових об'єктів забороняється. Тимчасові будівлі повинні розташовуватися на експлуатованих проїздах і проходах від інших споруд і будівель на відстані не менше 18 м (окрім тих випадків, коли за нормами протипожежний розрив потрібно більший) або у протипожежних стін. Допускається розташовувати окремі блок-контейнерні будівлі – групами, але не більше 10 в одній групі і площею не більше 800 м². Відстані між групами цих будівель та від них до інших будівель повинна бути не менше ніж 18 м.

Роботи з утеплення стін на площі понад 1000 м², із застосуванням важкогорючого або легкозаймистого утеплювача, слід передбачати влаштування тимчасового протипожежного водогону для запобігання пожежі. Між пожежними кранами слід приймати відстань достатню щоб вода діставала в будь-яку точку не менш як двома струменями, та з витратами не менш як 5 л / с кожна. Засобами пожежогасіння повинні бути оснащені побутові приміщення та будівля в цілому з розрахунком 2 вогнегасника на 100 м² утепленої одночасно поверхні, та в разі виникнення пожежі - засобами зв'язку для виклику пожежної служби.

Використовувати первинні засоби пожежогасіння для потреб, які для них не розраховані та не пов'язаних з гасінням пожежі - не допускається. Самі вогнегасники завжди повинні утримуватися в справному стані, оглядатися періодично, перевірятися тасвоєчасно перезаряджатимуться. Розстановка вогнегасників повинна дотримуватись умови, що відстань від розміщення вогнегасника до можливого осередку пожежі не повинна перевищувати 20 м. У зимній період (при температурі зовнішнього повітря нижче 1 ° С) вогнегасники повинні знаходитись в опалюваних приміщеннях, на дверях яких повинно бути позначення "Вогнегасники".

Забороняється одночасно виконувати зварювальні та роботи, що використовують відкритий вогонь разом з роботами по облицюванню фасада та утеплення з використанням легкозаймистих матеріалів.

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

При складуванні горючих матеріалів, та при використанні обладнання, яке має підвищену пожежну небезпеку, потрібно позначати стандартними знаками безпеки.

Під час виконання робіт на зміні, кількість утеплювача (горючих матеріалів) не повинна перевищувати кількість, яка розрахована на цю зміну. По закінченню зміни потрібно провести перевірку, та привести горючі матеріали в протипожежний стан. невикористаний горючий матеріал залишати в протипожежних розривах, всередині і на покриттях будівлі, на засобах підмоцнення, – забороняється.

Якщо було замічено пожежу чи її ознаки (задимлення, запах гару, підвищення температури і т.п.) необхідно негайно взяти всіх можливих заходів по евакуації людей, повідомити про це в пожежну службу, погасити пожежу та забезпечити збереження матеріальних цінностей.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГОТЕЛЬНО-ТОРГОВОГО КОМПЛЕКСУ

Науменко О.В., студ. 2м курсу, ПЦБ2101-1м .спец. «Будівництво та цивільна інженерія»
 Науковий керівник: доц., к.т.н. Циганенко Л. А.

Одним з актуальних напрямів в будівництві є створення готельно-торгових комплексів, так як це дає можливість розширити економічні зв'язки не тільки в межах країни, а й за кордоном. Будівництво торгово-готельного комплексу актуально зараз, особливо під час початку економічної кризи та зруйновано агресором тисячі об'єктів інфраструктури. За підрахунками найбільша шкода пошкоджень припадає на торговельні підприємства та сферу промисловості України. Зруйновані будівлі не підлягають реконструкції та ремонту, лише будівництво. Тому для відновлення інфраструктури країни було розроблено торгово-готельний комплекс.

Торгові центри вже давно стали невід'ємною частиною багатьох країн, так як вони мають все необхідне, а саме: кав'ярні, ресторани, брендові магазини, атракціони, дитячі зони, кінотеатри та каваларки. До початку військового стану на території Харкова було багато торгово-розважальних комплексів, сюди можна віднести: Французький Бульвар, Караван, Дафі, Магелан, Palladium, Sun Mall. Ці комплекси зручні, просторі та різноманітні. Всі вони поєднували в собі одне – задовольнити потреби будь якого клієнта, тобто мати широкий спектр пропозицій, тобто: віртуальна реальність, атракціони, оздоровчі процедури, розважальні парки для всієї родини, брендові магазини, творчі майстер класи, СПА - центр, йога-бар, ресторан, кав'ярні, тренажерний зал, центри розвитку та навчання, салон краси, туристичні агентства, каток, океанаріум, квест-кімната та боулінг. Отже, враховуючи вище перераховані послуги було прийняте рішення поєднати торговельний зал, готель та ресторан в одній будівлі, що дасть можливість сконцентрувати потік споживачів в одному місці. Такі подібні комплекси тільки почали розвиватися в нашій країні.

Майбутній готельно-торговий комплекс буде розміщуватися на земельній ділянці за адресою: м. Харків, просп. Гагаріна 54-А. Заплановане будівництво закладу почнеться після закінчення військового стану. Розташування майбутнього готельно-торгового центру зручне, так як поблизу будівлі проходить автомагістраль, що з'єднує центр міста і аеропорт.

Комплекс складається з шести поверхів, де: перший поверх – торговий комплекс, вміщує торгово-промислово групу товарів, торгові супермаркети, сімейний ресторан з ігровою зоною для дітей, брендові магазини та боулінг. Площа першого поверху складає 6149.72 м², А з другого по шостий поверхи знаходиться готельний комплекс, що містить: готель категорії 3* на 90 номерів (люкс, I категорія (одномісні), I категорія (двомісні) та для маломобільних людей) Площа поверхів становить 10 853,12 м². Отже, площа груп приміщень складає - 1437.98 м², корисна площа будівлі (з врахуванням коридорів, тамбурів, переходів, технічних приміщень) – 7 455 м².

Розміщення комплексу на визначеній ділянці передбачено з дотримання будівельних, санітарних та протипожежних норм й правил. Шкідливого впливу на навколишнє середовище відбуватися не буде. Рельєф ділянки під забудову рівний. Ґрунтові умови будівництва комплексу представлені дерно-підзолистим ґрунтом. Місце забудови має зручну транспортну досяжність.

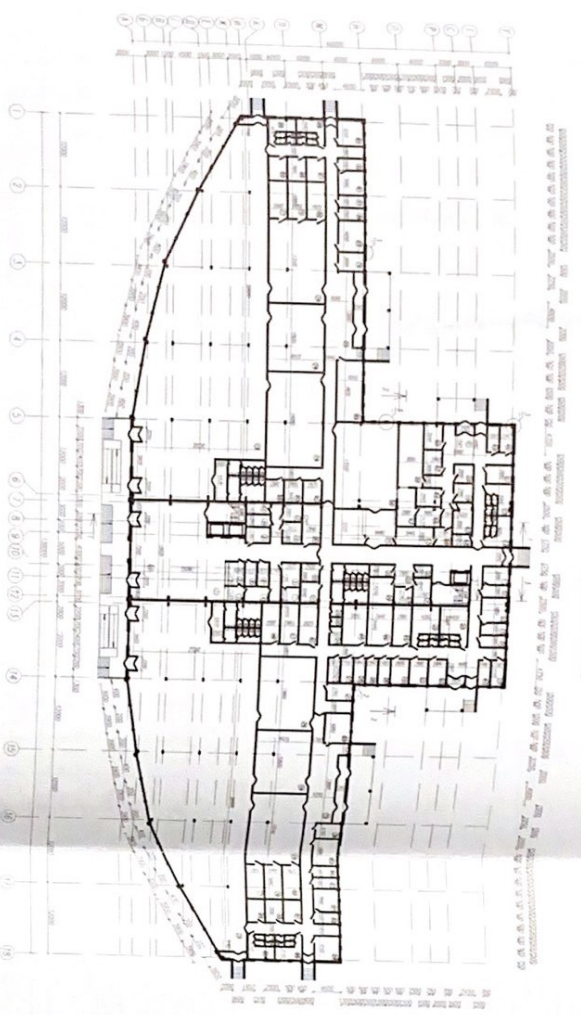
Форма комплексу прямокутна, що спрощує процес будівництва. Будівля має каркасну конструктивну схему, з металоконструкції. Колони вертикальної форми, що виконані з двутаврів, які стриймають на себе основне навантаження від будівлі та передають його на фундамент. Горизонтальні елементи забезпечують геометричну незмінність в плані, такі як ригели, прогони, комбіноване перекриття. Матеріалом для несучих конструкцій є двутаври, швелери, металеві профлісти.

Отже, на теперішній час будівництво готельно-торгових комплексів є одним з найактуальніших напрямків у будівництві. Це обумовлюється розширенням економічних зв'язків як в Україні так і за кордоном, розширюючи список товарів та послуг як українського походження так і зарубіжного. Таким чином, будівництво майбутнього готельно-торгового комплексу буде мати ряд переваг, а саме: функціональність (поєднання різних за призначенням будівель в одному місці), заощадження площі на земельній ділянці (шестиповерхова будівля); зручність, компактність та доступність (поблизу центру міста та аеропорту); різноманітність торгової частини комплексу (приверне увагу покупців) Будівництво комплексу відбуватиметься з надійних та якісних матеріалів, що дозволить подовжити термін експлуатації та довговічність конструкцій.

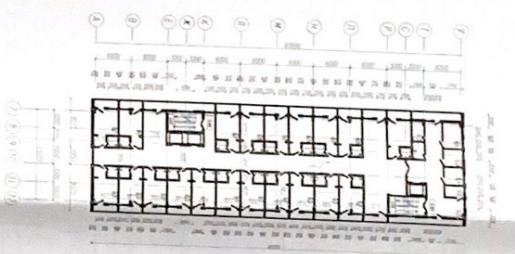
Список використаної літератури:

1. ДБН В.2.2-9. Послуги туристичні. Класифікація готелів – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.odessatourism.pro/legislation-hotels/dstu-4269/#page-content>
2. ДБН В.2.2-9. Громадські будинки та споруди – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2019/03/V229-2018.pdf>
3. Торгово-розважальні центри Харкова – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ukr-prokat.com/blog/torgovo-rozvezhalni-tsentry-harkova.html>

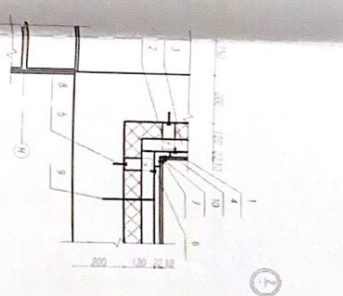
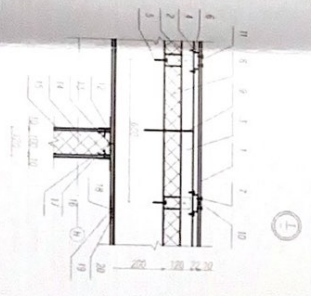
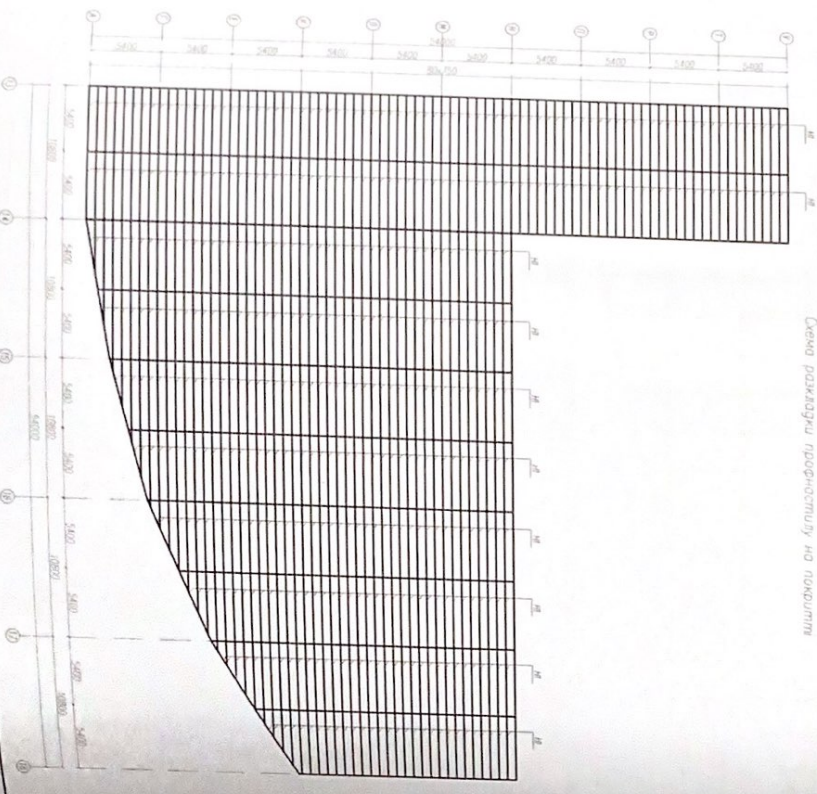
План на бочина 0.000



План на бочина 1:800



Основа разкладка профилности на покривита



- 1. Гидроизолационен слой (18/20)
- 2. Гидроизолационен слой (20/20)
- 3. Акустичен слой (10/10)
- 4. Акустичен слой (10/10)
- 5. Акустичен слой (10/10)
- 6. Акустичен слой (10/10)
- 7. Акустичен слой (10/10)
- 8. Акустичен слой (10/10)
- 9. Акустичен слой (10/10)
- 10. Акустичен слой (10/10)
- 11. Акустичен слой (10/10)
- 12. Акустичен слой (10/10)
- 13. Акустичен слой (10/10)
- 14. Акустичен слой (10/10)
- 15. Акустичен слой (10/10)
- 16. Акустичен слой (10/10)
- 17. Акустичен слой (10/10)
- 18. Акустичен слой (10/10)
- 19. Акустичен слой (10/10)
- 20. Акустичен слой (10/10)

Експликация профилности

№	Профил	Материал	Толщина	Забелешка
1	Гидроизолационен слой	Битум	18/20	
2	Гидроизолационен слой	Битум	20/20	
3	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
4	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
5	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
6	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
7	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
8	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
9	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
10	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
11	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
12	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
13	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
14	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
15	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
16	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
17	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
18	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
19	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
20	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	

№	Профил	Материал	Толщина	Забелешка
1	Гидроизолационен слой	Битум	18/20	
2	Гидроизолационен слой	Битум	20/20	
3	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
4	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
5	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
6	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
7	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
8	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
9	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
10	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
11	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
12	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
13	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
14	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
15	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
16	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
17	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
18	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
19	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	
20	Акустичен слой	Минерална вата	10/10	

СМВ

Деталь розташовані комунікації і зорієнтованих профіль

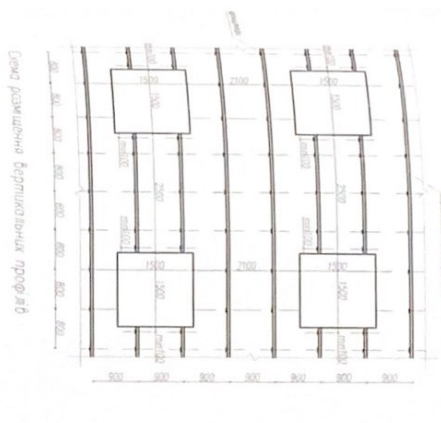


Схема кріплення притівчення на кут будівлі

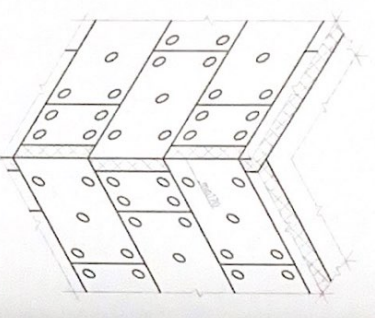


Схема уцілювання цеглою

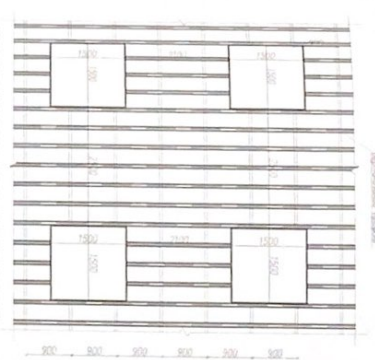


Схема кріплення утеплення

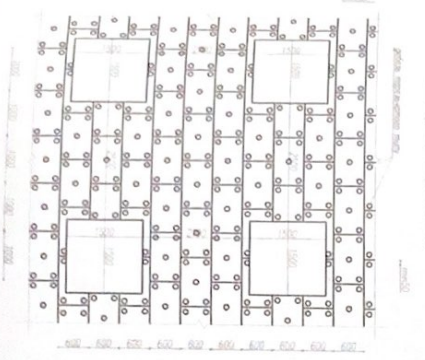
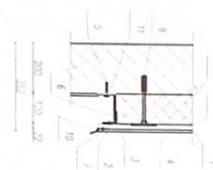
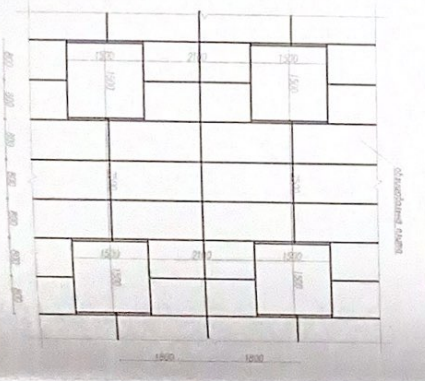


Схема уцілювання облицювання

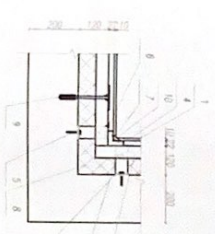


- 1 Облицювальна плитка
- 2 Гідроізоляційний шар
- 3 Вертикальний профіль вимочу
- 4 Вертикальний профіль вимочу
- 5 Вертикальний профіль вимочу
- 6 Вертикальний профіль вимочу
- 7 Вертикальний профіль вимочу
- 8 Вертикальний профіль вимочу
- 9 Вертикальний профіль вимочу
- 10 Вертикальний профіль вимочу
- 11 Вертикальний профіль вимочу



- 1 Облицювальна плитка
- 2 Гідроізоляційний шар
- 3 Вертикальний профіль вимочу
- 4 Вертикальний профіль вимочу
- 5 Вертикальний профіль вимочу
- 6 Вертикальний профіль вимочу
- 7 Вертикальний профіль вимочу
- 8 Вертикальний профіль вимочу
- 9 Вертикальний профіль вимочу
- 10 Вертикальний профіль вимочу
- 11 Вертикальний профіль вимочу

Схема виступаючого внутрішнього кута

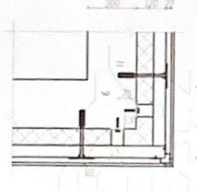


- 1 Облицювальна плитка
- 2 Гідроізоляційний шар
- 3 Вертикальний профіль вимочу
- 4 Вертикальний профіль вимочу
- 5 Вертикальний профіль вимочу
- 6 Вертикальний профіль вимочу
- 7 Вертикальний профіль вимочу
- 8 Вертикальний профіль вимочу
- 9 Вертикальний профіль вимочу
- 10 Вертикальний профіль вимочу
- 11 Вертикальний профіль вимочу

Список інструментів та устаткування

№	Назва інструменту	Кількість	Відомості	№	Назва інструменту	Кількість	Відомості
1	Лопата	1	для виконання робіт	11	Сходи	1	для доступу до місць
2	Лопата	1	для виконання робіт	12	Сходи	1	для доступу до місць
3	Лопата	1	для виконання робіт	13	Сходи	1	для доступу до місць
4	Лопата	1	для виконання робіт	14	Сходи	1	для доступу до місць
5	Лопата	1	для виконання робіт	15	Сходи	1	для доступу до місць
6	Лопата	1	для виконання робіт	16	Сходи	1	для доступу до місць
7	Лопата	1	для виконання робіт	17	Сходи	1	для доступу до місць
8	Лопата	1	для виконання робіт	18	Сходи	1	для доступу до місць
9	Лопата	1	для виконання робіт	19	Сходи	1	для доступу до місць
10	Лопата	1	для виконання робіт	20	Сходи	1	для доступу до місць

Схема уцілювання внутрішнього кута



- 1 Облицювальна плитка
- 2 Гідроізоляційний шар
- 3 Вертикальний профіль вимочу
- 4 Вертикальний профіль вимочу
- 5 Вертикальний профіль вимочу
- 6 Вертикальний профіль вимочу
- 7 Вертикальний профіль вимочу
- 8 Вертикальний профіль вимочу
- 9 Вертикальний профіль вимочу
- 10 Вертикальний профіль вимочу
- 11 Вертикальний профіль вимочу

Калькуляція витрат будівельних матеріалів

№	Назва матеріалу	Відомості	Витрати	Відомості	Витрати
1	Кирпич	1000 шт	1000	1000	1000
2	Цемент	100 кг	100	100	100
3	Пісок	1000 кг	1000	1000	1000
4	Гідроізоляція	100 м²	100	100	100
5	Облицювальна плитка	1000 шт	1000	1000	1000

Вирішення питання щодо інструментів

№	Назва інструменту	Відомості	Витрати	Відомості	Витрати
1	Лопата	1 шт	1	1	1
2	Сходи	1 шт	1	1	1
3	Сходи	1 шт	1	1	1
4	Сходи	1 шт	1	1	1
5	Сходи	1 шт	1	1	1

Калькуляція витрат будівельних матеріалів

№	Назва матеріалу	Відомості	Витрати	Відомості	Витрати
1	Кирпич	1000 шт	1000	1000	1000
2	Цемент	100 кг	100	100	100
3	Пісок	1000 кг	1000	1000	1000
4	Гідроізоляція	100 м²	100	100	100
5	Облицювальна плитка	1000 шт	1000	1000	1000

№	Назва матеріалу	Відомості	Витрати	Відомості	Витрати
1	Кирпич	1000 шт	1000	1000	1000
2	Цемент	100 кг	100	100	100
3	Пісок	1000 кг	1000	1000	1000
4	Гідроізоляція	100 м²	100	100	100
5	Облицювальна плитка	1000 шт	1000	1000	1000