

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра будівельних конструкцій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

ПРОЕКТУВАННЯ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ В м. ПОЛТАВА

Виконав: студент IV курсу, групи БтаЦІ 2022-3
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
ОПП «Промислове та цивільне будівництво»
Резніков Іван Олександрович

Керівник: к.т.н., доц. Петренко Д.Г.

Рецензент: к.т.н., доц. Набока А.В..

2026 рік

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. завідувача кафедри БК



доц. Спіранде К.В.

“1” червня 2026 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

Резніков Іван Олександрович

Спеціальність *192 Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Проектування спортивно-оздоровчого комплексу в м. Полтава*

затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О.М. Бекетова від « 26 » травня
2026 р. № 447-03

Термін подання завершеної роботи на кафедру “15” червня 2026 р.

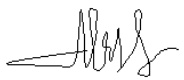
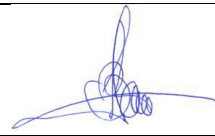
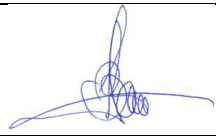
Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: *інженерно-геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-планувальне рішення об'єкту.*

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина підземної та надземної частин будівлі, технологічні рішення та організація будівництва, розділ охорони праці.*

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина: *фасади будівлі, генеральний план, плани поверхів, розрізи;*
- розрахунково-конструктивна частина: *розрахунок та проєктування фундаменту, розрахунок рами каркасу, розрахунок та проєктування колони та ригеля;*
- технологічні рішення та організація будівництва: *технологічна карта на монтаж сандвіч-панелей.*

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		П.І.Б. та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		Завальний О.В.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини	Александрович В.А.		
	Розрахунок надземної частини	Петренко Д.Г.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		Ватуля Г.Л.		
4. Охорона праці		Косенко Н.О.		
Нормоконтроль		Пустовойтова О.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

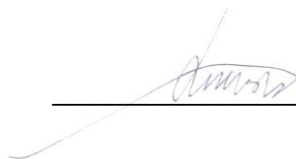
Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	01.06 – 05.06.2026	виконано
2. Розрахунково-конструктивна частина	05.06 – 10.06.2026	виконано
3. Технологічні рішення та організація будівництва	10.06 – 12.06.2026	виконано
4. Охорона праці	12.06 – 14.06.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____



к.т.н., доц. Петренко Д.Г.

Завдання прийняв до виконання _____



Резніков І.В.

Дата видачі завдання “1” червня 2026 р.

ЗМІСТ

Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина	6
1.1. Генеральний план та благоустрій території	6
1.2. Об'ємно-планувальне рішення	7
1.3. Конструктивне рішення споруди.....	8
1.4. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....	15
1.5. Інженерне обладнання	17
1.6. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни та горищного перекриття ..	17
Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина	22
2.1 Основи та фундаменти.....	22
2.1.1 Аналіз вихідних даних з надфундаментної конструкції	22
2.1.2. Визначення площі підшви фундаменту	22
2.1.3. Визначення несучої здатності основи	24
2.2 Конструкції надземної частини споруди	26
2.2.1. Вихідні дані.....	26
2.2.2. Конструктивне рішення.....	26
2.2.3. Збір навантаження на раму.....	28
2.2.4. Визначення вітрового навантаження	30
2.2.5. Визначення навантаження від стінової панелі.....	32
2.2.6. Визначення навантаження від стінових прогонів.....	33
2.2.7. Розрахунки рами за програмою SCAD Office	34
2.2.8. Розрахунок ригеля.....	40
2.2.9. Розрахунок колони	43
Розділ 3 Технологічні рішення та організація будівництва.....	51
3.1. Умови здійснення будівництва.....	51
3.2. Номенклатура будівельно-монтажних робіт та визначення обсягів	51
3.3. Вибір комплектів машин, механізмів та обладнання	55
3.4. Вибір монтажних кранів за технічними параметрами	55
3.5. Розробка технологічної карти на монтаж сендвіч-панелі.....	56
3.5.1. Технологія виконання робіт	57
3.5.2. Контроль якості та приймання робіт.....	60
3.5.3. Матеріально-технічні ресурси	63

3.5.4. Склад бригади.....	64
3.5.5. Методи виконання будівельно-монтажних робіт	67
Розділ 4 Охорона праці	69
4.1. Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні	69
4.2. Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек.....	71
4.3. Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування.....	74
4.4. Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	81

Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина

Спортивний центр розташований у м. Полтава, спроектований відповідно до загальної концепції міста, яка передбачає гармонійне поєднання сучасної міської забудови та природного середовища. На відкритому повітрі взимку відбуватиметься «перетворення» футбольного поля з натуральним газоном на хокейну коробку – все це надає широкі можливості для проведення різноманітних спортивних змагань та свят.

Жива зелень і сніговий покрив, дерева, цікаві розважальні програми і принадність пішохідних прогулянок - все це, безсумнівно, доставить яскраві враження відвідувачами. Даний спорткомплекс є основною спортивною спорудою міста, яка використовується для ігрових видів спорту.

Для цього в будівлі є спортивний зал із зоною силових підготовки, кімната тренера, інвентарна, а також масажні та камера сухого жару. Для зручності є окремі санвузли для чоловіків та жінок, душові. Ще присутня кімната адміністратора, вбиральні та, для забезпечення здоров'я відвідувачів, консультаційний медпункт.

Звичайним режимом буде природне освітлення через зашлену стіну з південного боку, у поєднанні зі світильниками стелями з північного боку. Під час проведення спортивних матчів можливе перекриття світлового отвору та використання штучного освітлення.

Спортивний центр – це сучасна спортивна споруда. Тут створено всі необхідні умови для занять фізичною культурою та спортом.

1.1. Генеральний план та благоустрій території

Площа ділянки у межах землевідведення становить 0,6 Га.

Рельєф місцевості спокійний.

Проектована будівля розташовується на вільній від забудови ділянці.

Горизонтальна прив'язка до червоної лінії. Вертикальна прив'язка виконана до репера відповідно до умовно прийнятих горизонталів.

Відносній позначці ± 0.000 (позначка чистої підлоги 1 поверху) відповідає абсолютна відмітка 70,50.

Планувальна позначка біля будівлі прийнято -0,150 м.

На ділянці, крім проекрованої будівлі, розташовані магазин спортивної атрибутики, кафе, майданчик для відпочинку, автостоянка, міні-футбольне поле, доріжка для бігу, майданчик для вивезення сміття.

Щільність забудови – 18,3%.

Благоустрій виконаний у вигляді асфальтованих проїздів (шириною 3,5 м) та майданчиків.

Тротуари та проїзди обмежені бордюром каменем (30×15 см). Навколо будівлі виконано вимощення шириною 0,5 м з ухилом від будівлі 3%.

Озеленення виконане у вигляді газону, засіяного багаторічними травами, квітника, чагарника рядової посадки, листяних дерев рядової та групової посадки, хвойних дерев групової посадки, загальною площею – 3164,96 м².

Відстань між спорудами відповідає протипожежним та санітарним нормам. Для відведення зливових вод ділянці надано ухил у південно-східному напрямку.

Поздовжні ухили:

- за проїздами – від 0,005 до 0,019

- по тротуарах – від 0,005 до 0,052

Поперечні ухили:

- за проїздами – 2 %,

- тротуарам та газонам – 1-2 %

1.2. Об'ємно–планувальне рішення

Одноповерхова панельна будівля має в плані прямокутну форму з розмірами в осях 24,00 х 36,00м.

Розміри будівлі 24,52 х 36, 52м.

Висота поверху вбудованих внутрішніх приміщень 3,15 м

Висота всієї будівлі 11,54 м

Підвал відсутній.

У виробничій частині крок несучих конструкцій – 6,0 м.

Висота до низу несучої конструкції 9,0 м.

Проліт 24 м.

По осях, 1, 7 є дверні отвори.

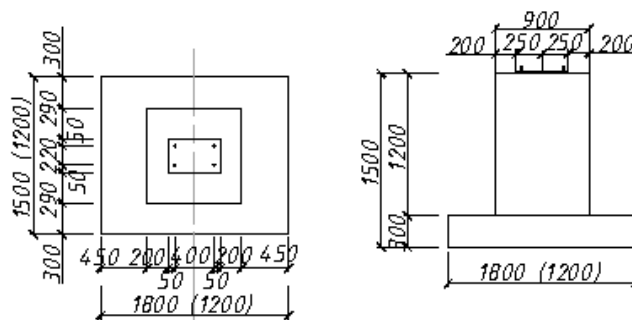
Будівля має двосхилий дах із зовнішнім організованим водостоком.

1.3. Конструктивне рішення споруди

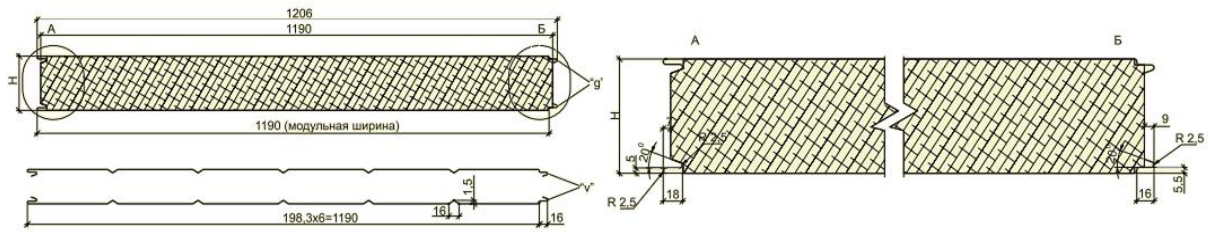
Конструктивна схема будівлі являє собою однопрогоновий рамно-зв'язковий каркас, що складається з поперечних рам, утворених стійками та несучими конструкціями покриття – ригелями та поздовжніми елементами прогонами та зв'язками.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується хрестовими зв'язками між колонами та торцевими рамами, прогонами, укладеними по ригелях рами та панелями покриття. Поздовжня жорсткість каркаса забезпечується вертикальними зв'язками між колонами та розпірками. Стійкість та геометрична незмінність будівлі забезпечується у поперечному напрямку – конструкціями несучих рам, у поздовжньому напрямку – системою вертикальних зв'язків та розпірок.

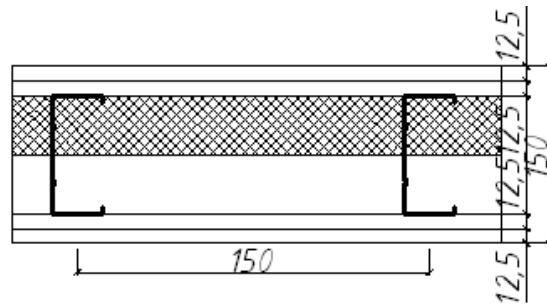
1. Фундаменти – стовпчасті монолітні за серією 1.412.1-4 (індивідуальні) ФМ-1, ФМ-2 та ФМ-3



2. Зовнішні стіни із профільованих стінових сендвіч-панелей Z-Lock системи «Венталл-СЗ» товщиною 100 мм з мінераловатним утеплювачем щільністю 110 кг/м³ – СП-1, СП-2, СП-3, СП-4....СП-18



Внутрішня стіна по осі Б - за системою Кнауф – з двосторонньою обшивкою двома шарами гіпсоволокнистих листів на металевому каркасі (С112) – 150 мм

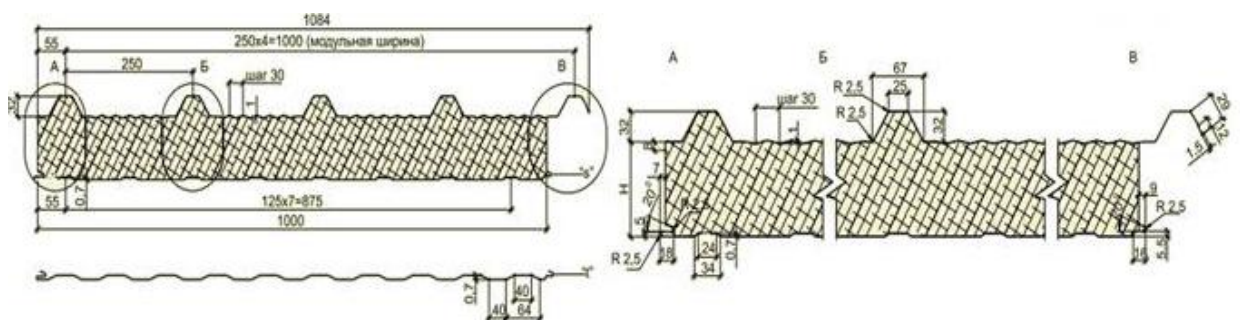


3. Перегородки – за системою Тіги Кнауф – каркасна конструкція з одинарного металевого профілю, обшитого з двох боків одним шаром гіпсоволокнистих листів (С 111) – 75 мм.

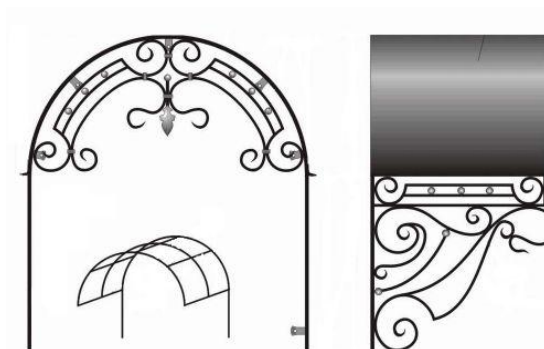


4. Дах – суміщена невентильована, із зовнішнім водовідведенням. Покрівля двосхила з ухилом 1:10 з укладанням покрівельних панелей «Венталл-К3» з мінераловатним утеплювачем щільністю 130 кг/м³ – КП-1, КП-2, КП-3, КП-4

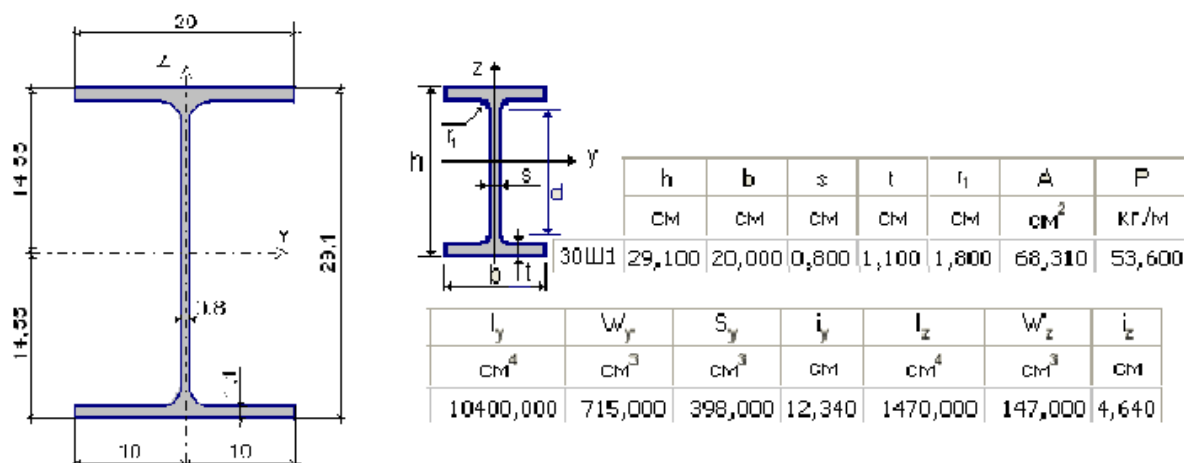
5. Панелі перекриття – покрівельні панелі системи «Венталл-К3» з мінераловатним утеплювачем щільністю 130 кг/м³ – ПП-1



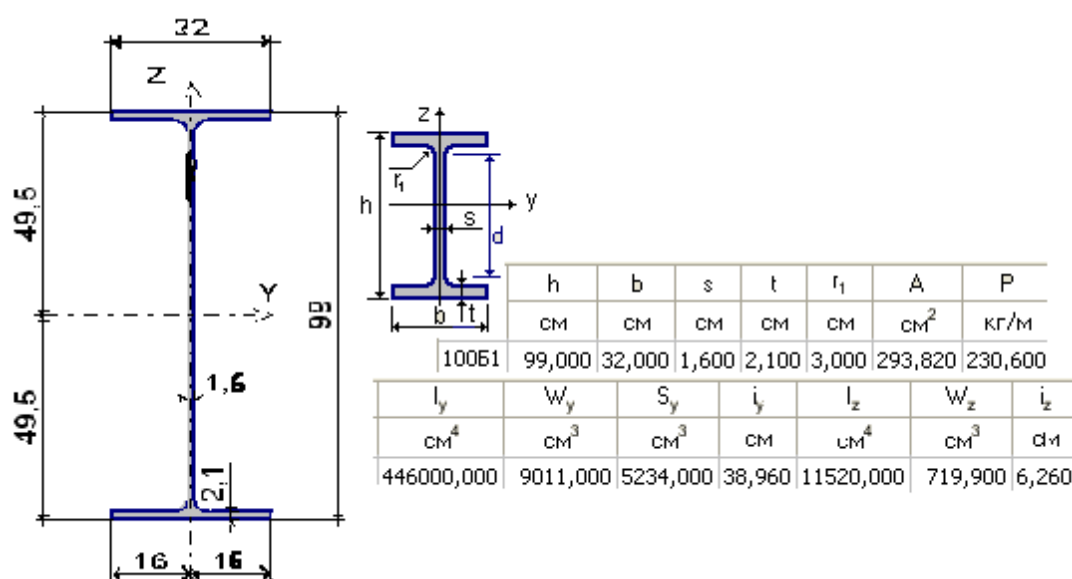
6. Козирки входів металеві із кріпленням на стінові прогони (індивідуальні) КР-1



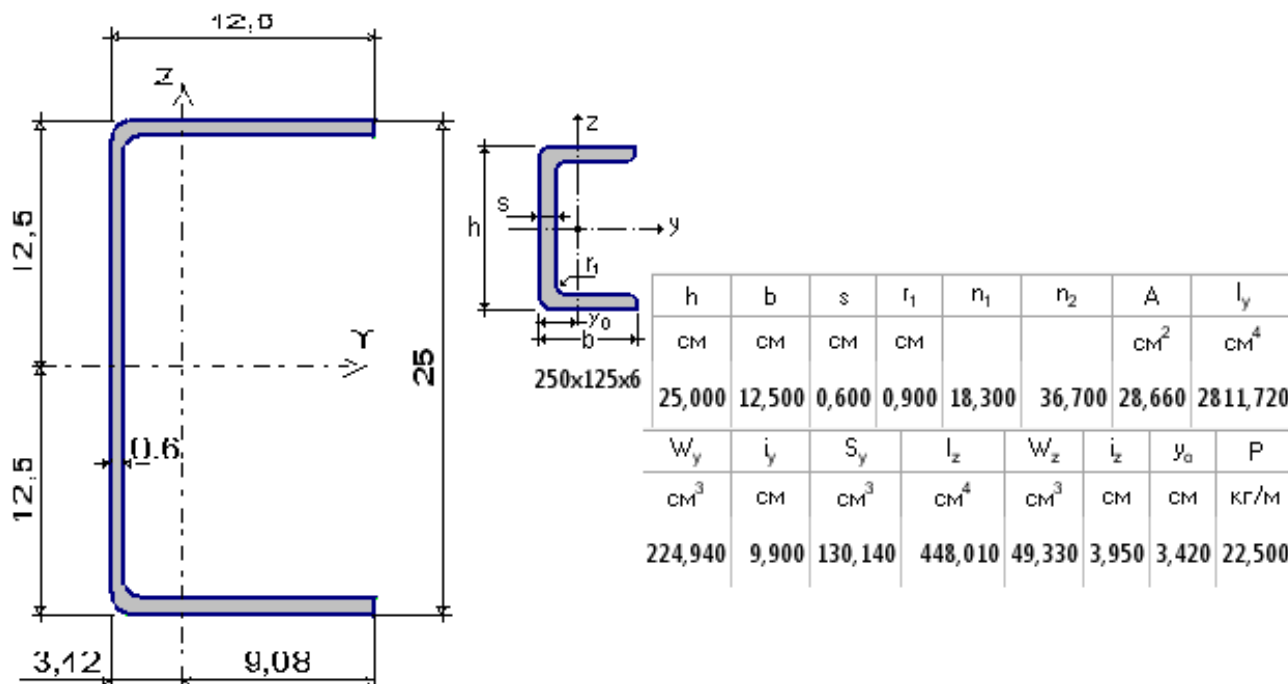
7. Колони рами - металеві, з прокатного широкополочного двотавра 30Ш1, (ДСТУ 8539:2015), К-1



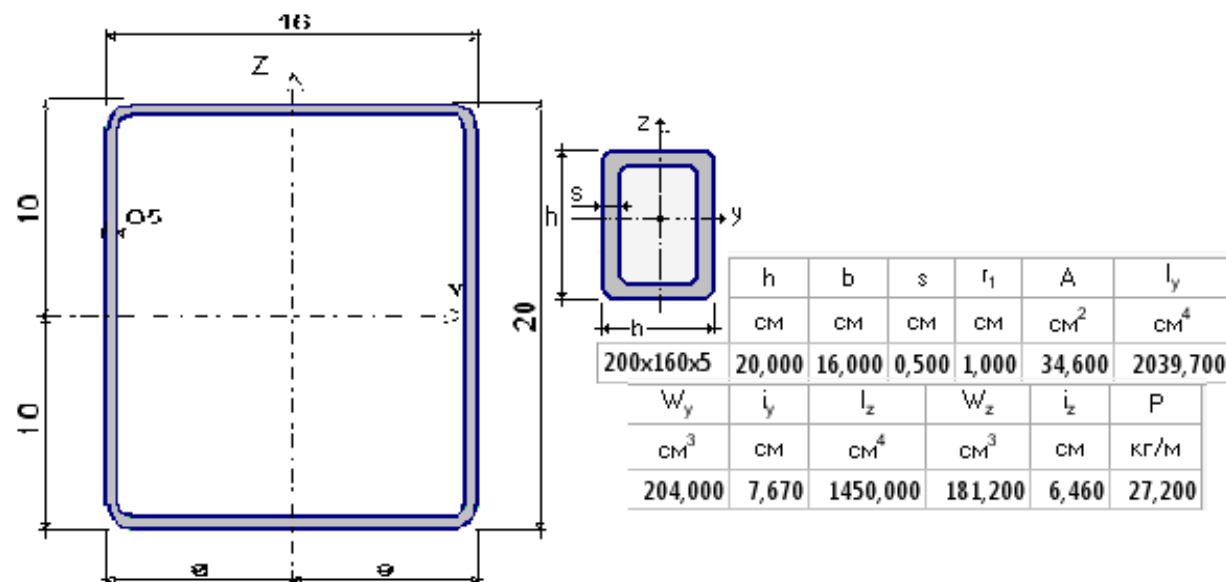
8. Ригелі рами – металеві, з прокатного нормального (балкового) двотавра 100Б1 (ДСТУ 8539:2015) Р-1.



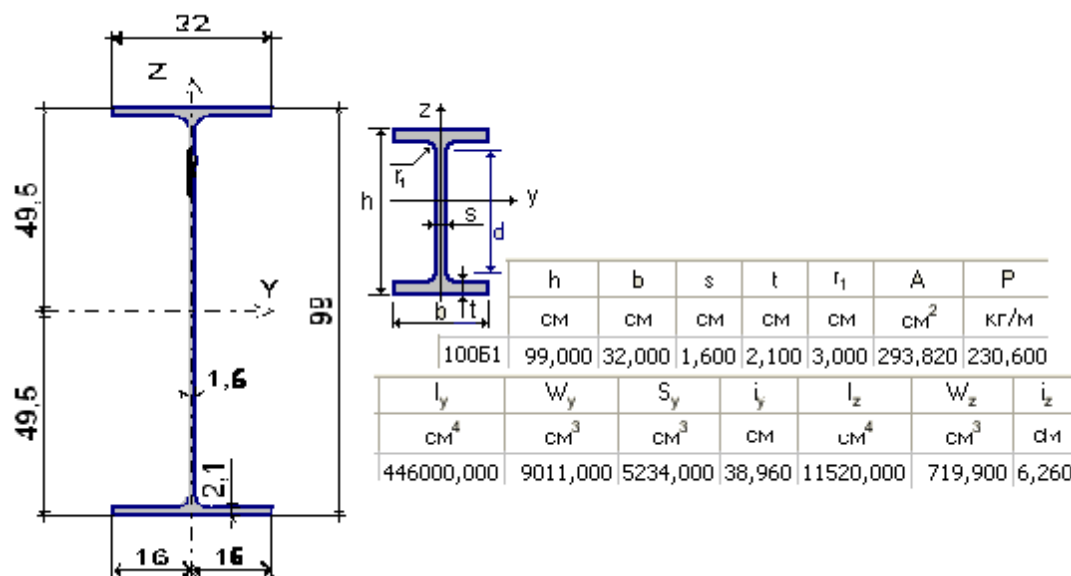
9. Прогони покриття – металеві, з прокатного рівнополічного гнутого швелера 250х125х6 (ДСТУ 8806:2018). ПР-1, ПР-2



10. Стійки торцевої рами (фахверкові) – металеві із прокатних прямокутних труб 200х160х5 (ДСТУ Б В.2.6-8-95). СФ-1, СФ-2, СФ-3



11. Балки торцевої рами – металеві, з прокатного нормального (балкового) двотавра 100Б1 (ДСТУ 8539:2015) БТ-1.



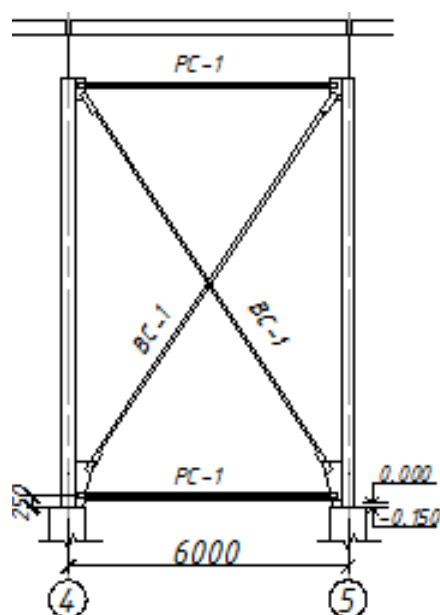
Відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі Змінами № 1 та № 2» прийнято нормативне значення корисного навантаження на перекриття:

для адміністративних приміщень – 200 кг/м²;

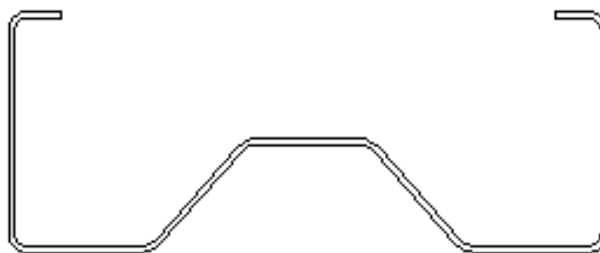
для холів та коридорів – 300 кг/м²;

для венткамерів – 600 кг/м²;

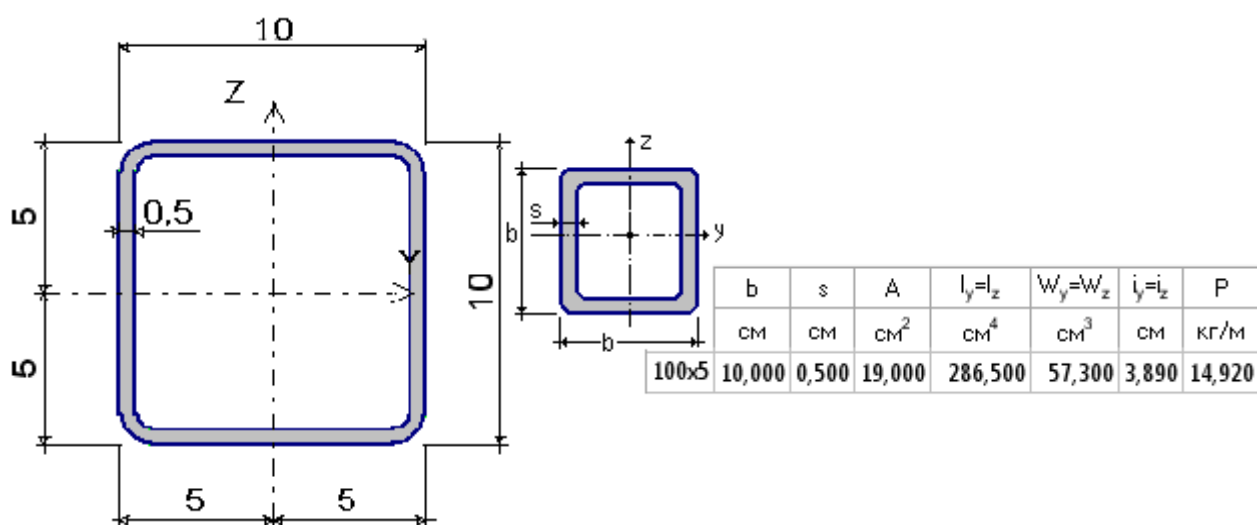
для складських приміщень - 1000 кг/м² та 1500 кг/м².



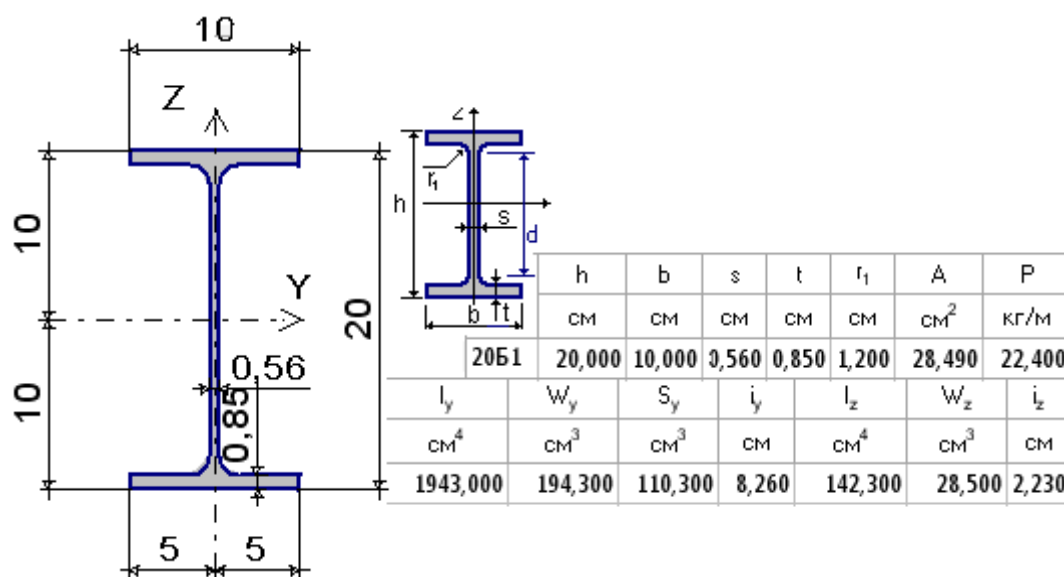
12. Стінові прогони – металеві з холодногнутого профілю. СПР-1, СПР-2, СПР-3, СПР-4.



13. Стійки – металеві, із прокатних квадратних труб 100х5 (за ТУ 36-2287-80)

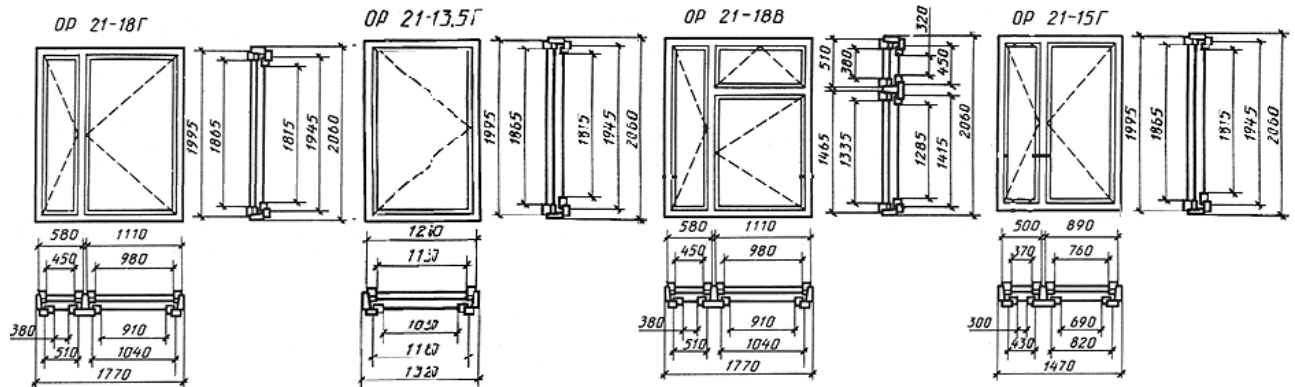


14. Балки перекриття – металеві, з прокатного нормального (балкового) двотавра 20Б1 (ДСТУ 8539:2015) Б-1, Б-2, Б-3, Б-4, Б-5, Б-6, Б-7.

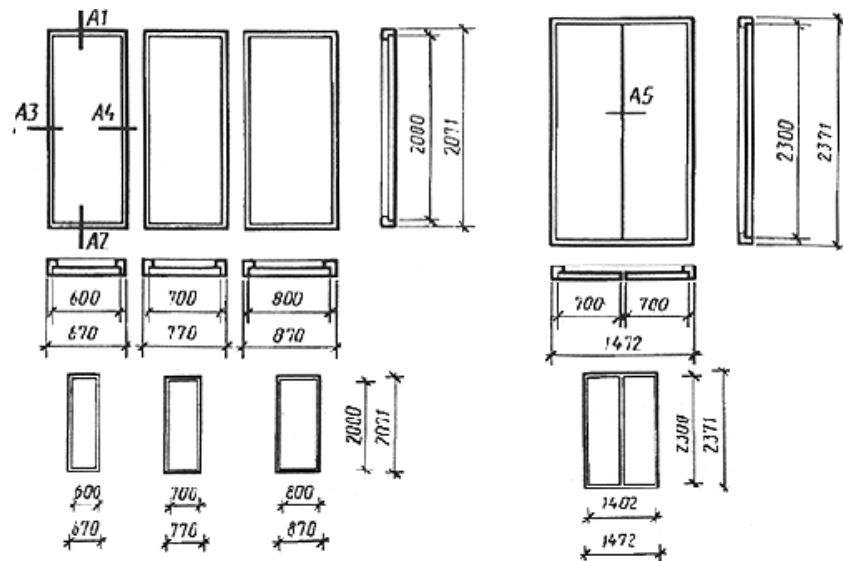


15. Підлоги з керамічної плитки, мозаїчного бетону, лінолеуму, паркету, дерев'яного настилу.

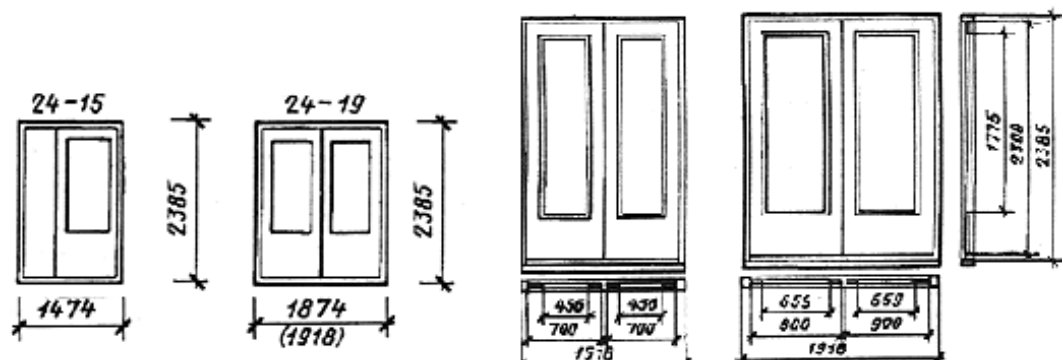
16. Вікна пластикові з подвійним склінням з роздільними палітурками, вентилязовані та глухі, розміри ідентичні ДСТУ Б В.2.6-15:2011. Марки ОР 21-18 Р; ОР 21-13.5 Р; ОР 21-18; ВР 21-15 Г



17. Двері внутрішні – глухі пластикові, розміри ідентичні ДСТУ EN 14351-1:2020. Марки ДГ 20-7, ДГ 20-8; ДГ 20-9; ДГ 24-15.



18. Двері зовнішні - пластикові входні та тамбурні - розстібні та входні - глухі, розміри ідентичні ДСТУ EN 14351-1:2020. Марки ДНГ 24-15; ДН 24-19 К



1.4. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Зовнішнє оздоблення – стінові панелі від рівня землі до позначки +1.200 мають різне кольорове фарбування.

Внутрішнє оздоблення – Сени та перегородки в будівлі виконані та облицьовані за системою «Тіги Кнауф», з наступним забарвленням водними складами фарб. Перегородки в санвузлах виконані з вологостійких листів гіпсоволокнистих (ГВЛВ). Стіни у кафе обклеюються шпалерами, починаючи з висоти 1 м від підлоги. Нижня частина стіни фарбується водяним складом фарб. Підлога в підсобних приміщеннях, в роздягальнях, санвузлах, душових, гардеробах виконана з керамічної плитки 150х150. У кімнаті тренера, масажному, консультаційному медпункті, кімнаті адміністратора, інженерному блоці підлоги виконані з лінолеуму. Двері забарвлюються у білий колір емалевою фарбою з додаванням кольору. Колони в процесі обробки закриваються гіпсокартонними листами або пластиковою обшивкою.

Заповнення віконних та входних дверних отворів – металопластикові вікна та дверні блоки з однокамерним склопакетом.

Цоколь із керамограніту з пінополістирольним утепленням 120 мм.

Покриття із профнастилу по металевих балках.

Покрівля плоска з внутрішнім водостоком, з мембранним покриттям та утепленням з вогнетривких мінераловатних плит.

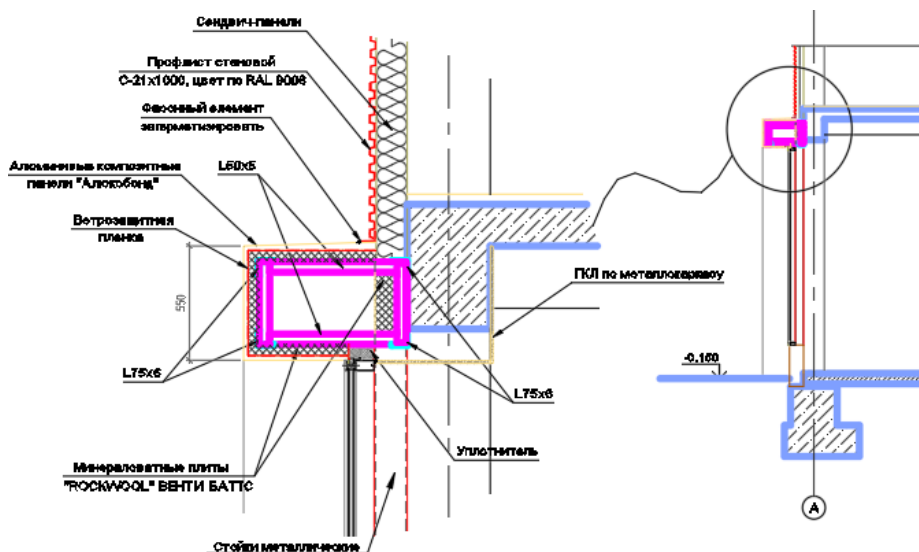
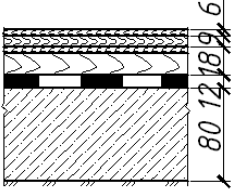
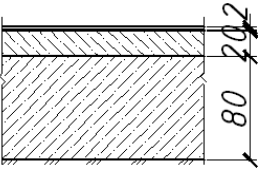
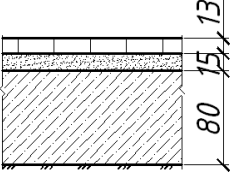
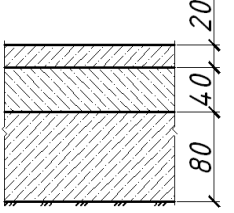
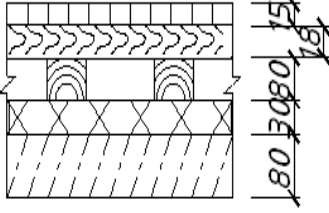


Рисунок 1.1. Схема влаштування сендвіч-панелей

Таблиця 1.1. Відомість обробки підлоги

Найменування приміщення	Тип	Схема підлоги	Дані елементів підлоги (найменування, товщина, основа та ін.)	Площа, м ²
Спортивний зал із зоною індивідуальної силових підготовки	1		Паркет: деревина дуб – 6 мм Ясен – 9 мм Цукровий клен – 6 мм Еластична пружна балка з березової фанери – 18 мм Еластич. елемент із гуми – 12 мм Підстилаючий шар: бетон класу С7.5 – 80 мм Грунт основи з втрамбованим щебенем або гравієм крупністю 40-60 мм	648
Консультаційний медпункт, кімната тренера, кімната адміністратора, інженерний блок, масажна	2		Лінолеум полівінілхлоридний багатошаровий – 2,5 мм. Стяжка з легкого бетону ($\rho = 1100-1200$ кг/м) класу В5 – 20 мм Підстилаючий шар: бетон класу С7.5 – 80 мм Грунт основи з втрамбованим щебенем або гравієм крупністю 40-60 мм	39,41
Роздягальні, санвузли, душові, гардероб, що охороняється, гардероб	3		Керамічна плитка – 13 мм Прошарок та заповнення швів із цементно-піщаного розчину класу В12,5 – 15 мм Підстилаючий шар – бетон класу С7,5 – 80 мм Грунт основи з втрамбованим щебенем або гравієм крупністю 40-60 мм	58,99
Зона відпочинку, коридори, проходи, вестибюль, тамбур, інвентарна, вент камера	4		Бетон мозаїчного складу класу С12/15 – 20 мм Стяжка із дрібнозернистого бетону класу В15 – 40 мм Підстилаючий шар – бетон класу С7,5 – 80 мм Грунт основи з втрамбованим щебенем або гравієм крупністю 40-60 мм	115,68
Камера сухої спеки	5		Дерев'яний настил – 15 мм Еластична пружна балка з березової фанери – 18 мм Лаги із дощок шириною 80 мм. Листи мінераловатні на синтетичній зв'язці м'які ПМ 50 – 30 мм Підстилаючий шар: бетон класу С7.5 – 80 мм Грунт основи з втрамбованим щебенем або гравієм крупністю 40-60 мм	4,69

1.5. Інженерне обладнання

Водопровід – господарсько-питний від зовнішніх джерел. Тиск на введенні: $H = 20,0$ м.

Каналізація – господарсько-побутова у зовнішню мережу.

Опалення - централізоване, водяне від зовнішніх джерел. Параметри теплоносія $T_n = 95-700^{\circ}\text{C}$.

Вентиляція – припливно-витяжна з механічним спонуканням та природна.

Електропостачання – від міських мереж напругою 380/220 В

Освітлення – люмінесцентне, лампами розжарювання

Пристрої зв'язку – телефонізація, Інтернет, комп'ютеризація, радіофікація міських мереж; пожежна сигналізація – від стаціонарної системи.

1.6. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни та горищного перекриття

Панель стінова зовнішньої огорожувальної конструкції

Розрахунок здійснено відповідно до вимог наступних нормативних документів:

ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»

ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»

ДБН В.2.6-31:2021, ДСТУ Б EN ISO 6946, ДСТУ Б EN ISO 13788

2. Вихідні дані:

Район будівництва: м. Полтава

Відносна вологість повітря: $\phi_b = 55\%$

Тип будівлі або приміщення: громадські, крім житлових, лікувально-профілактичних та дитячих установ, шкіл, інтернатів.

Вид огорожувальної конструкції: Зовнішні стіни

Розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі: $t_b = 20^{\circ}\text{C}$

3. Розрахунок:

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 при температурі внутрішнього повітря будівлі $t_{\text{int}}=20^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря $\phi_{\text{int}}=55\%$ вологий режим приміщення встановлюється як нормальний.

Визначимо базове значення необхідного опору теплопередачі $R_{\text{отр}}$ виходячи з нормативних вимог до наведеного опору теплопередачі згідно з формулою:

$$R_{\text{отр}} = a \cdot \text{ГДОП} + b$$

де a та b - коефіцієнти, значення яких слід приймати для відповідних груп будівель.

Так для огорожувальної конструкції виду - зовнішні стіни та типу будівлі - громадські, крім житлових, лікувально-профілактичних та дитячих установ, шкіл, інтернатів $a=0.0003$; $b=1.2$.

Визначимо градусо-добу опалювального періоду ГДОП, $0^{\circ}\text{C}\cdot\text{доба}$ за формулою:

$$\text{ГДОП}=(t_{\text{в}}-t_{\text{з}})z_{\text{от}}$$

де $t_{\text{в}}$ - розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі, $^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{з}}$ - середня температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$ прийняті для періоду із середньою добовою температурою зовнішнього повітря не більше 8°C для типу будівлі - громадські, крім житлових, лікувально-профілактичних та дитячих установ, шкіл, інтернатів, $t_{\text{з}} = -4.7^{\circ}\text{C}$

$z_{\text{от}}$ - тривалість, діб, опалювального періоду, що приймаються для періоду із середньою добовою температурою зовнішнього повітря не більше 8°C для типу будівлі - громадські, крім житлових, лікувально-профілактичних та дитячих установ, шкіл, інтернатів, $z_{\text{от}} = 196$ діб.

Тоді

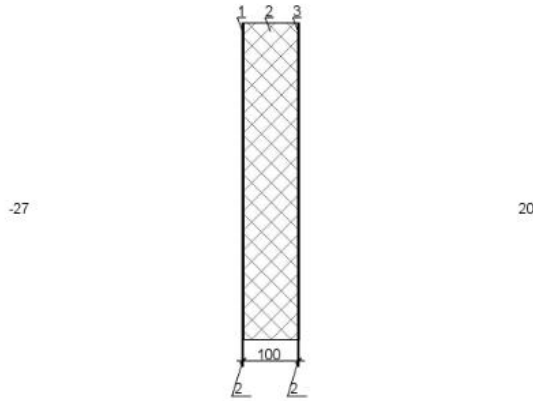
$$\text{ГДОП}=(20-(-4.7))196=4841.2^{\circ}\text{C}\cdot\text{доба}$$

За формулою таблиці 3 СП 50.13330.2012 визначаємо базове значення необхідного опору теплопередачі $R_{\text{отр}}$ ($\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$).

$$R_{\text{отр}} = 0.0003 \cdot 4841.2 + 1.2 = 2.65 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$$

Оскільки населений пункт відноситься до зони вологості - сухий, при цьому вологий режим приміщення - нормальний, то відповідно теплотехнічні характеристики матеріалів конструкцій, що захищають, будуть прийняті, як для умов експлуатації А.

Схема конструкції огорожувальної конструкції показана на малюнку:



1.Алюміній (ДСТУ Б В.2.6-3-95), товщина $\delta_1=0.002\text{м}$, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{A1}=221\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

2.Екструдований пінополістирол Стиродур 2500С, товщина $\delta_2=0.1\text{м}$, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{A2}=0.031\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

3.Алюміній (ДСТУ Б В.2.6-3-95), товщина $\delta_3=0.002\text{м}$, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{A3}=221\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

Умовний опір теплопередачі $R_{0\text{ум}}$, ($\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$) визначимо за формулою:

$$R_{0\text{ум}} = 1/\alpha_{\text{int}} + \delta_{\text{п}}/\lambda_{\text{п}} + 1/\alpha_{\text{ext}}$$

де α_{int} - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$, $\alpha_{\text{int}}=8.7\text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$,

α_{ext} - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкцій для умов холодного періоду,

$\alpha_{\text{ext}}=23\text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ - згідно з ДБН В.2.6-31:2021 для зовнішніх стін.

$$R_{0\text{ум}}=1/8.7+0.002/221+0.1/0.031+0.002/221+1/23$$

$$R_{0\text{ум}} = 3.38\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

Наведений опір теплопередачі $R_{0\text{пр}}$ ($\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$) визначимо за формулою:

$$R_{0\text{пр}}=R_{0\text{ум}} \cdot r$$

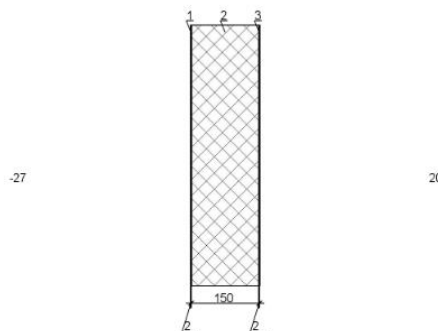
r - коефіцієнт теплотехнічної однорідності огорожувальної конструкції, що враховує вплив стиків, укосів отворів, ребер, що обрамляють, гнучких зв'язків та інших теплопровідних включень, $r = 0.92$

$$\text{Тоді } R_{0\text{пр}} = 3.38 \cdot 0.92 = 3.11 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Висновок: величина приведенного опору теплопередачі $R_{0\text{пр}}$ більше необхідного $R_{0\text{норм}}$ ($3.11 > 2.65$) отже представлена конструкція, що захищає, відповідає вимогам по теплопередачі.

Панель покриття

Схема конструкції огорожувальної конструкції показана на рисунку:



1.Алюміній (ДСТУ Б В.2.6-3-95), товщина $\delta_1 = 0.002 \text{ м}$, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{A1} = 221 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

2.Екструдований пінополістирол Стиродур 2500С, товщина $\delta_2 = 0.15 \text{ м}$, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{A2} = 0.031 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

3.Алюміній (ДСТУ Б В.2.6-3-95), товщина $\delta_3 = 0.002 \text{ м}$, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{A3} = 221 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

Умовний опір теплопередачі $R_{0\text{ум}}$, ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) визначимо за формулою:

$$R_{0\text{ум}} = 1/\alpha_{\text{int}} + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_{\text{ext}}$$

де α_{int} - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, $\alpha_{\text{int}} = 8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$,

α_{ext} - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкцій для умов холодного періоду,

$\alpha_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ - згідно з ДБН В.2.6-31:2021 для покриттів.

$$R_{0\text{ум}} = 1/8.7 + 0.002/221 + 0.15/0.031 + 0.002/221 + 1/23$$

$$R_{0\text{ум}} = 5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$$

Наведений опір теплопередачі $R_{0\text{пр}}$ ($\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$) визначимо за формулою:

$$R_{0\text{пр}} = R_{0\text{ум}} \cdot r$$

r - коефіцієнт теплотехнічної однорідності огорожувальної конструкції, що враховує вплив стиків, укосів отворів, ребер, що обрамляють, гнучких зв'язків та інших теплопровідних включень, $r = 0.92$

$$\text{Тоді } R_{0\text{пр}} = 5 \cdot 0.92 = 4.6 \text{ м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$$

Висновок: величина приведенного опору теплопередачі $R_{0\text{пр}}$ більше необхідного $R_{0\text{норм}}$ ($4.6 > 3.54$) отже представлена конструкція, що захищає, відповідає вимогам по теплопередачі.

Таблиця 1.2 - Техніко-економічні показники

Найменування параметрів	Значення
S ділянки	6000,0 м ²
S озеленення	3146,96 м ²
S асфальтного покриття, тротуарів	1744,04 м ²
Поверховість	1
Функціональна пожежна безпека	Ф3.1
Ступінь вогнестійкості	II
Клас конструктивної пожежної безпеки	CO
Площа забудови	1014,9 м ²
Загальна площа	947 м ²
Будівельний об'єм	11813.44 м ³

Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Основи та фундаменти

Територія м. Полтава відповідно до кліматичного районування України відноситься до II кліматичного району — помірно-континентальної кліматичної зони з помірно холодною зимою та теплим літом. Клімат району характеризується достатнім зволоженням, нестійким режимом погоди у перехідні періоди року та значними сезонними коливаннями температури повітря.

2.1.1 Аналіз вихідних даних з надфундаментної конструкції

В інженерно-геологічному відношенні для території м. Полтава характерне поширення лесових та лесоподібних суглинків, супісків і глин, які в окремих випадках можуть проявляти просадні властивості при замочуванні. Ґрунтові умови району переважно сприятливі для цивільного будівництва, однак потребують врахування фізико-механічних характеристик основи, рівня ґрунтових вод, глибини сезонного промерзання та можливих деформацій ґрунтів при проєктуванні фундаментів.

2.1.2. Визначення площі підшви фундаменту

Ґрунт: суглинок $e = 0,7$; $I_L = 0,4$; $\gamma_{гр} = \gamma_{II} = 18 \text{ кН/м}^3$

Умовний розрахунковий тиск на ґрунт основи: $R_0 = 200 \text{ кН/м}^2$

Приймаємо нормативне значення питомого зчеплення: $c_n = 22 \text{ кПа}$

Кут внутрішнього $\varphi_n = 18,5^\circ$

Глибина закладання підшви фундаменту під колону крайнього ряду визначається конструктивно.

Обріз фундаменту знаходиться на позначці $-0,150 \text{ м}$.

$FL = H = -1,650 \text{ м}$ - позначка підшви фундаменту.

Глибина закладення підшви фундаменту:

$$d = FL - DL = 1,65 - 0,15 = 1,5 \text{ м.}$$

Визначаємо попередні розміри підшви фундаменту:

$$A_{f(перед)} = \frac{N_{(\gamma f=1)} \cdot \gamma_n}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot H} = \frac{235,62 \cdot 0,95}{200 - 20 \cdot 1,65} = 1,34$$

$\gamma_{mt} = 20 \text{ кН/м}^3$ – середня питома вага фундаменту та ґрунту на уступах фундаменту.

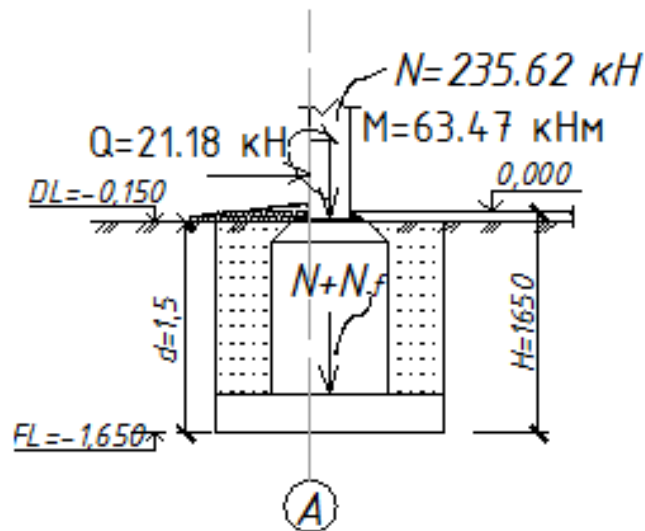


Рисунок. 2.1. Навантаження на фундамент

У плані підшва фундаменту набуває прямокутної форми ($\ell \times b$).

Зусилля в колоні визначаємо з розрахунку рами за програмою SCAD

$$N = 234,48 + 0,33 + 0,25 + 0,32 + 0,24 = 235,62 \text{ кН}$$

$$M = 51,82 + 7,7 + 3,95 = 63,47 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Q = 17,28 + 1,31 + 1,04 + 0,9 + 0,65 = 21,18 \text{ кН}$$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{63,47}{235,62} = 0,27 \text{ м}$$

$$\text{т. до. } e = 0,27 \text{ м} > \frac{1,5}{6} = 0,25 \text{ м}, \text{ то}$$

$$\ell = \sqrt{\frac{A_f}{0,8}} = \sqrt{\frac{1,34}{0,8}} = 1,29 \text{ м}$$

$$b = 0,8 \cdot \ell = 1,29 \text{ м} \cdot 0,8 = 1,03 \text{ м}$$

де ℓ - довга сторона підшви фундаменту в площині дії моменту;

b - коротка сторона підшви фундаменту у площині дії моменту

Приймаємо $b \cdot \ell = 1,5 \cdot 1,8 \text{ м}$

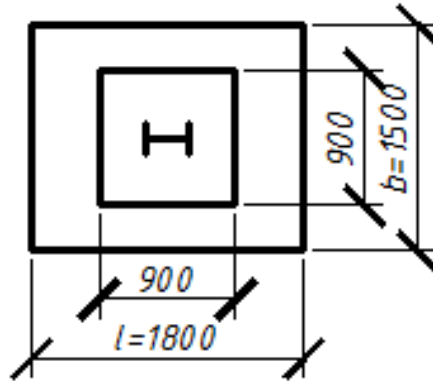


Рисунок. 2.2. Розміри підшви фундаменту

2.1.3. Визначення несучої здатності основи

Визначаємо розрахунковий тиск на ґрунт основи за формулою:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} (M_v \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_n)$$

де $\gamma_{c1} = 1,2$; $\gamma_{c2} = 1,1$ - коефіцієнти умови роботи,

$K = 1,1$, $K_z = 1$ - коефіцієнт при $b < 10 \text{ м}$

$b = 1,5$ – ширина підшви фундаменту

$\gamma'_{II} = \gamma_{II} = 18 \text{ кН/м}^3$ - усереднене значення питомої ваги ґрунту, що залягають нижче підшви фундаменту

$d_1 = d = 1,5 \text{ м}$ – глибина закладення фундаменту

$M_v = 0,45$; $M_q = 2,81$; $M_c = 5,4$ - коефіцієнти, для $\varphi_n = 18,5^\circ$

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,1}{1,1} (0,45 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 18 + 2,81 \cdot 1,5 \cdot 18 + 5,4 \cdot 22) = 248,18 \text{ кПа}$$

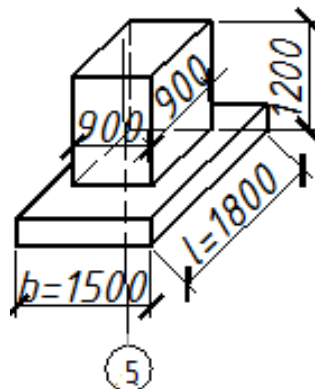


Рисунок 2.3. Фундамент

Перевіряємо середній тиск під подошвою фундаменту

$$P < 1,2R:$$

$$N_{\phi} = V_{\phi} \cdot \rho + V_{зем} \cdot \rho_{cp} = (0,81 + 0,972) \cdot 25 + (1,62) \cdot 18 = 81,08 \text{ кН}$$

де V_{ϕ} - об'єм фундаменту

$\gamma_f = 1,1$ – коефіцієнт надійності за навантаженням

$$\gamma_{cp} = \rho_{ж.б.} = 2500 \text{ кг / м}^3 = 25 \text{ кН / м}^3$$

$$V_{\phi} = (1,5 \cdot 1,8 \cdot 0,3 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,2) \cdot 25 = (0,81 + 0,972) \cdot 25$$

$$V_{зем} = (0,45 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 2 + 0,9 \cdot 0,3 \cdot 1,2 \cdot 2) \cdot 18 = (0,972 + 0,648) \cdot 18$$

N_{ϕ} - розрахункове навантаження від ваги фундаменту та ґрунту на його обрізах

$$e = M / (N + N_{\phi}) = 63,47 / (235,62 + 81,08) = 0,2 \text{ м}$$

При ексцентриситеті $e = 0,2 \text{ м} < b / 6 = 1,5 / 6 = 0,25$ середній тиск під подошвою фундаменту обчислюється за формулою:

$$P = \frac{2N_{inf}}{3 \cdot b(0,5 \cdot \ell - e)}$$

$$\text{де } N_{inf} = N + N_{\phi} = 235,62 + 81,08 = 316,7 \text{ кН}$$

$$P = \frac{2 \cdot 316,7}{3 \cdot 1,5(0,5 \cdot 1,8 - 0,2)} = 167,57 \text{ кПа}$$

$$P = 167,57 \text{ кПа} < 1,2R = 1,2 \cdot 248,18 = 297,82 \text{ кПа}$$

Отже приймаю $b = 1,5 \text{ м}$, $\ell = 1,8 \text{ м}$, $A_f = 1,5 \cdot 1,8 = 2,7 \text{ м}^2 > A_{mp} = 1,34 \text{ м}^2$

Перевіряю крайовий тиск під подошвою. Спочатку визначаю зусилля від навантажень у рівні подошви фундаменту:

$$\sum N(\gamma_{f=1}) = N(\gamma_{f=1}) + N_f = 235,62 + 81,08 = 316,7 \text{ кН}$$

$$\sum M(\gamma_{f=1}) = M(\gamma_{f=1}) - Q_f \cdot h_f = 63,47 - (21,18 \cdot 1,5) = 31,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$P_{\max} = \frac{\sum N(\gamma_{f=1})}{A_f} + \frac{\sum M(\gamma_{f=1})}{W_f} \leq 1,2 \cdot R$$

$$W_f = \frac{\ell \cdot b^2}{6} = \frac{1,8 \cdot 1,5^2}{6} = 0,68 \text{ м}^3$$

$$P_{\max} = \frac{316,7}{2,7} + \frac{31,7}{0,68} = 163,92 \text{ кПа} \leq 297,82 \text{ кПа}$$

$$P_{\min} = \frac{\sum N(\gamma_{f=1})}{A_f} - \frac{\sum M(\gamma_{f=1})}{W_f} > 0$$

$$P_{\min} = \frac{316,7}{2,7} - \frac{31,7}{0,68} = 70,68 \text{ кПа} > 0$$

Отже, приймаємо $b \times \ell = 1,5 \times 1,8 \text{ м}$

2.2 Конструкції надземної частини споруди

2.2.1. Вихідні дані

Даним проектом запроектовано будівлю спортивного центру м. Полтава.

Основа під фундамент - ґрунт: суглинок, характер ґрунтових вод не агресивний, коефіцієнт пористості - $e = 0,70$; показник плинності - $I_L = 0,4$; питома вага ґрунту - $\gamma_{gp} = 18 \text{ кН/м}^3$; рівень ґрунтових вод від поверхні землі – 6м.

Завдання: одноповерховий спортивний центр, проліт будівлі – 24 м, довжина будівлі в осях – 36 м, ширина будівлі в осях 24 м, висота будівлі (позначка низу рами) – 9 м, висота усієї будівлі 11,54 м.

2.2.2. Конструктивне рішення

Усі несучі конструкції прийняті металевими, фундаментами монолітними, залізобетонними. Стіни панельні завтовшки $\delta = 100 \text{ мм}$, масою $m = 21,7 \text{ кН/м}^2$. Панелі покриття завтовшки 150 мм, масою $m = 31,9 \text{ кН/м}^2$. Утеплювач у покритті будівлі та у стіновій огорожі – мінеральна вата. Товщину утеплювача визначено розрахунком в архітектурно-будівельному розділі.

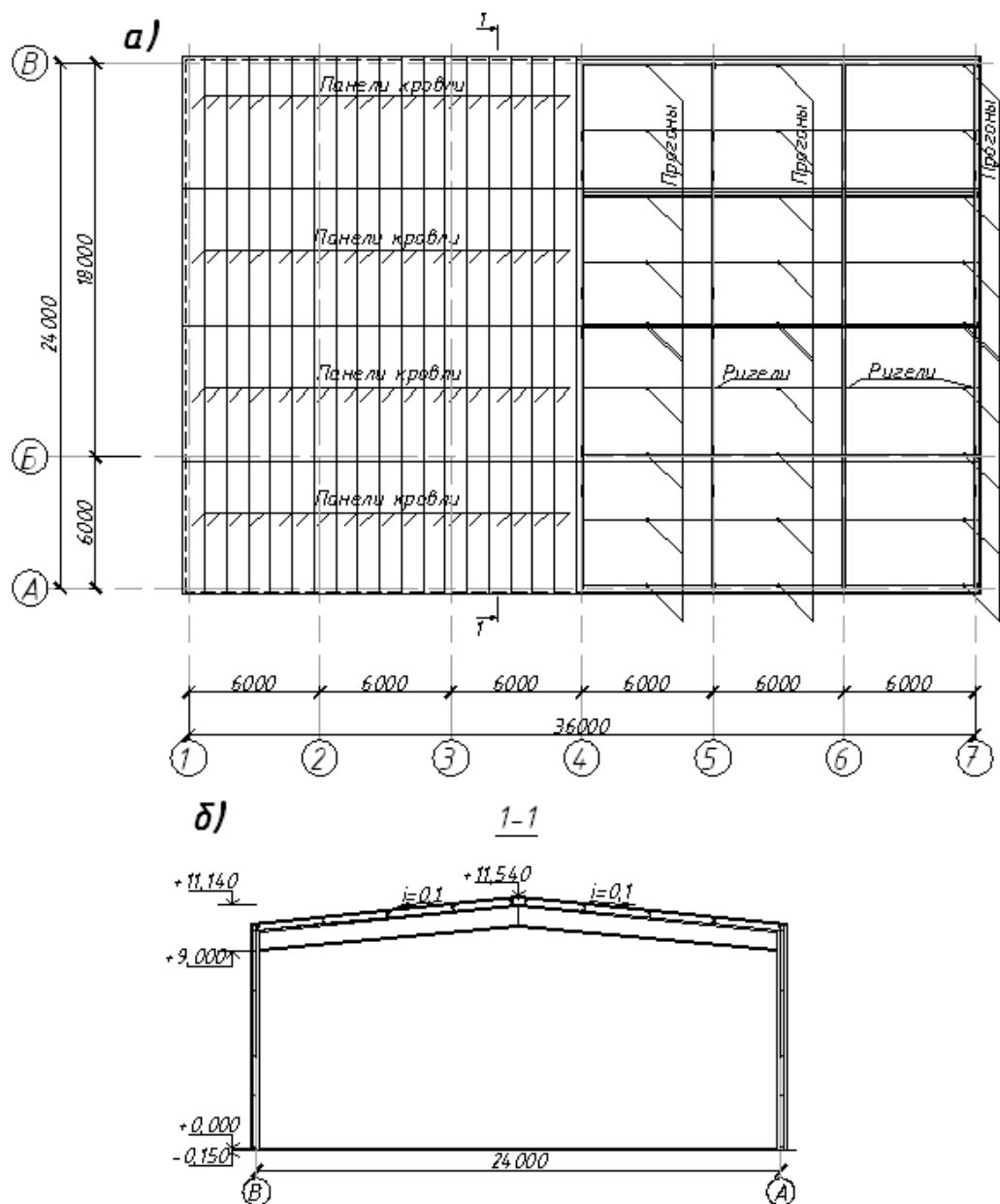


Рисунок 2.4. Конструктивна схема будівлі

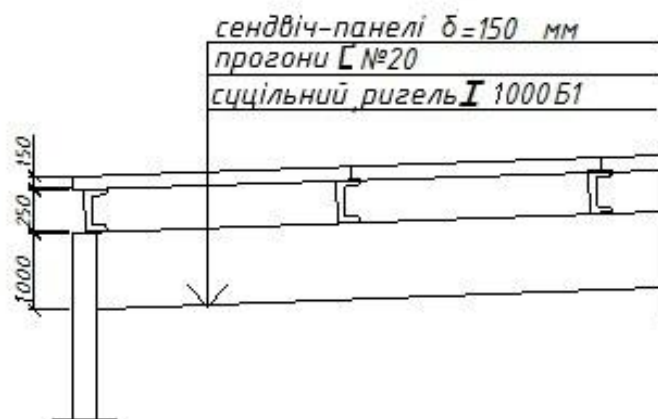


Рисунок 2.5. Склад покрівлі

2.2.3. Збір навантаження на раму

Розрахункові навантаження на 1 м^2 покриття зводимо у табл. 2.1.

Таблиця 2.1- Збір навантаження на 1 м^2 покриття.

№ п/п	Найменування навантаження	Підрахунок навантаження	Нормативне навантаження кН/м^2	γ_f	Розрахункове навантаження кН/м^2
1	а) постійне навантаження Панель сендвіч Маса $1\text{ м}^2 = 31,9\text{ кг/м}^2$	$31,9\text{ кг/м}^2 =$ $= 0,319\text{ кН/м}^2$	0,319	1,1	0,351
2	Прогони $B=3\text{ м}$ $m = 30\text{ кг/м} = 0,3\text{ кН/м}$	$\frac{m}{B} = \frac{0,3}{3}$	0,1	1,05	0,105
3	Ригель суцільний $m = 230,6\text{ кг/м} =$ $= 2,31\text{ кН/м}$	$\frac{m}{B} = \frac{2,3}{36}$	0,385	1,05	0,4
			$g^n = 0,804$		$g = 0,856$
4	б) тимчасове навантаження снігове IV р-н; $\mu = 1$; $\alpha < 250$; $S_{\text{сн}} = 2,4\text{ кН/м}^2$	$S_{\text{сн}}^H = S_{\text{сн}} \cdot 0,7\mu =$ $= 2,4 \cdot 0,7 \cdot 1$	$S_{\text{сн}} = 1,68$		$S_{\text{сн}} = 2,4$
	Повне нормативне навантаження	$q^n = g + S_{\text{кр}}^n =$ $0,665 + 1,68$	$q^n = 2,484$		
	Повне розрахункове навантаження	$q = g + S_{\text{кр}} =$ $0,712 + 2,4$			$q = 3,256$

Примітка:

1. γ_f - коефіцієнт надійності по навантаженню для постійного навантаження
2. γ_n - коефіцієнт, що враховує відповідальність будівлі
3. $S_{\text{сн}}$ – розрахункова величина снігового навантаження
4. $S_{\text{сн}}^H$ - нормативна величина снігового навантаження
5. μ - коефіцієнт враховує похил покрівлі $\alpha < 250\text{ см}$.
6. Склад покриття дивись рис. 2.5.

Визначаємо навантаження на 1 пог.м ригеля від навантаження:

$$q_n = q \cdot B = 3,256 \cdot 6 = 19,54 \text{ кН/м};$$

де q - розрахункове повне навантаження на ригель рами,

$B = 6 \text{ м}$ – крок рам.

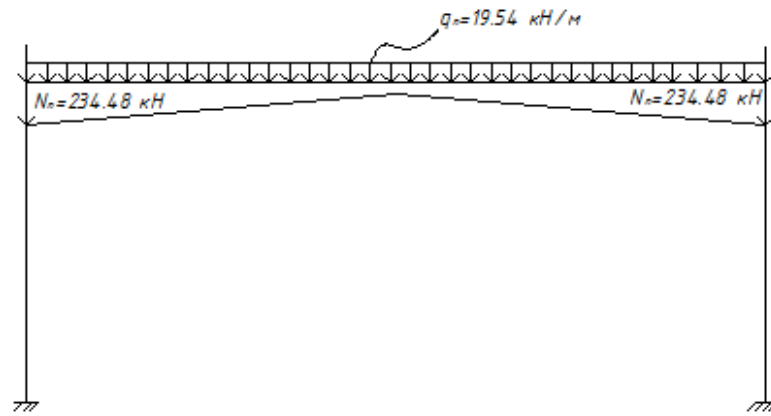


Рисунок 2.6. Навантаження, що діють на покриття

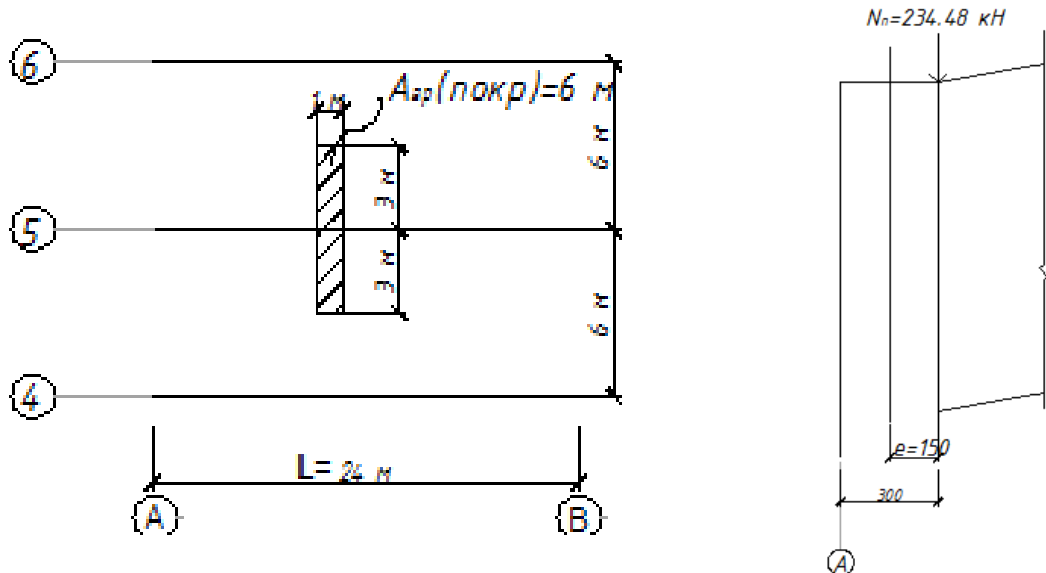


Рисунок 2.7. Вантажна площа для визначення навантаження від покриття та схема до визначення згинального моменту

Визначаємо опорний тиск, що діє на колону:

$$N_{\text{покp}} = q_n \cdot L/2 = 19,54 \cdot 24/2 = 234,48 \text{ кН}$$

Визначаємо момент, що діє на колону:

$$M_{\text{покp}} = N_{\text{покp}} \cdot e = 234,48 \cdot 0,15 = 35,172 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

де $e = 0,15 \text{ м}$.

2.2.4. Визначення вітрового навантаження

Визначаємо нормативне вітрове навантаження

$$q_1 = W_0 \cdot c = 0,48 \cdot 0,8 = 0,384 \text{ кгс/м}^2$$

де W_0 – нормативний швидкісний тиск, залежить від району будівництва,

c – аеродинамічний коефіцієнт, залежить від конфігурації будівлі,

$c = 0,8$ - активний тиск вітру,

$c' = 0,6$ - пасивний тиск вітру (відсмоктування).

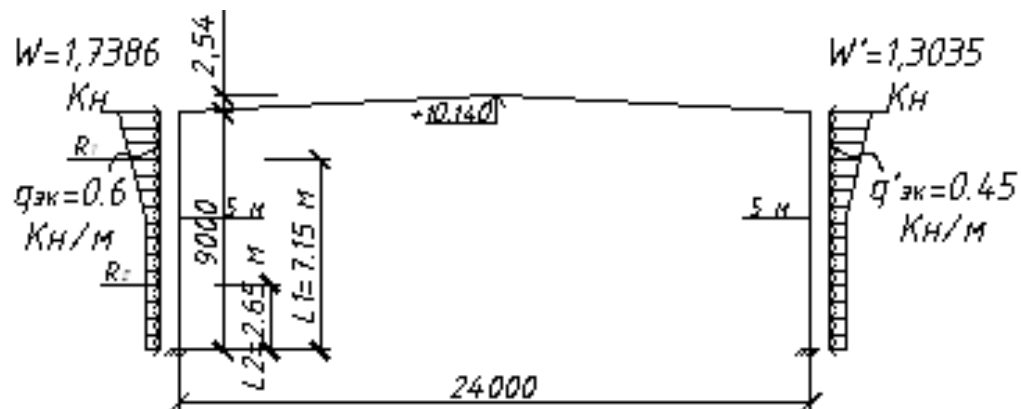


Рисунок 2.8. Навантаження від вітру

Визначаємо розрахункові погонні навантаження на раму

$$q_1 = \gamma_f \cdot W_0 \cdot c \cdot B = 1,2 \cdot 0,48 \cdot 0,8 \cdot 6 = 2,76 \text{ кН/м}$$

$$q_1' = \gamma_f \cdot W_0 \cdot c' \cdot B = 1,2 \cdot 0,48 \cdot 0,6 \cdot 6 = 2,07 \text{ кН/м}$$

де γ_f - коефіцієнт надійності по навантаженню для вітрового навантаження, $\gamma_f = 1,2$

B – крок рам

З навітряного боку

$$q_5 = w_0 \cdot k_5 \cdot C \cdot B = 0,23 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 6 = 0,552 \text{ кН/м}$$

w_0 – швидкість вітру до позначки 10 м (залежно від району будівництва),

$$w_0 = 0,23 \text{ кН/м}^2$$

k – коефіцієнт, що враховує зміни вітрового тиску за висотою,

c – аеродинамічний коефіцієнт.

$$q_{10} = w_0 \cdot k_{10} \cdot C \cdot B = 0,23 \cdot 0,65 \cdot 0,8 \cdot 6 = 0,7176 \text{ кН/м}$$

$$q_9 = 0,7176 - \left(\frac{0,7176 - 0,552}{5} \right) = 0,7176 - 0,03312 = 0,6845 \text{ кН/м}$$

$$W = q_9 \cdot H_{\text{ш}} = 0,6845 \cdot 2,54 = 1,7386 \text{ кН}$$

де W – зосереджене вітрове навантаження, прикладене в рівні низу ригеля рами

$H_{\text{ш}}$ = висота від низу ригеля і до конька даху

З підвітряного боку, приймаємо $w_0 = 0,23 \text{ кН/м}^2$

$$q'_5 = w_0 \cdot k_5 \cdot C' \cdot B = 0,23 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 6 = 0,414 \text{ кН/м}$$

де k - коефіцієнт, що враховує зміни вітрового тиску за висотою

$$q'_{10} = w_0 \cdot k_{10} \cdot C' \cdot B = 0,23 \cdot 0,65 \cdot 0,6 \cdot 6 = 0,538 \text{ кН/м}$$

$$q'_9 = 0,538 - \left(\frac{0,538 - 0,414}{5} \right) = 0,538 - 0,0248 = 0,5132 \text{ кН/м}$$

$$W' = q'_9 \cdot H_{\text{ш}} = 0,5132 \cdot 2,54 = 1,3035 \text{ кН}$$

$H_{\text{ш}}$ = висота від низу ригеля і до конька даху

$$W = 1,3035 + 1,7386 = 3,0421 \text{ кН}$$

Визначаємо згинальний момент у защемлені колони (позначка верху фундаменту)

$$M = R_1 \cdot l_1 + R_2 \cdot l_2$$

$$R_1 = \left(\frac{q_9 + q_5}{2} \right) \cdot 4$$

$$R_2 = q_5 \cdot 5 \cdot 2,65 \text{ кН}$$

$$M = \left(\frac{0,6845 + 0,552}{2} \right) \cdot 4 \cdot 7,15 + 0,552 \cdot 5 \cdot 2,65 = 24,99 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$q_{\text{эк}} = \frac{2 \cdot M}{h^2} = \frac{2 \cdot 24,99}{9,15 \cdot 9,15} = 0,6 \text{ кН/м}$$

$$M' = \left(\frac{0,5132 + 0,414}{2} \right) \cdot 4 \cdot 7,15 + 0,414 \cdot 5 \cdot 2,65 = 18,75 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$q_{\text{эк}} = \frac{2 \cdot M}{h^2} = \frac{2 \cdot 18,75}{9,15 \cdot 9,15} = 0,45 \text{ кН/м}$$

де h – висота стійки,

$q_{\text{екв}}$ – навантаження, еквівалентне рівномірно-розподілене по довжині колони.

2.2.5. Визначення навантаження від стінової панелі

$$N_{\text{ст пан}} = m_{\text{ст пан}} \cdot A_{\text{гр}} = 0,217 \cdot 69,24 = 15,03 \text{ кН}$$

де $A_{\text{гр}} = 11,29 \cdot 6 = 69,24 \text{ м}^2$

$m_{\text{ст пан}} = 21,7 \text{ кг/м}^2 = 0,217 \text{ кН/м}^2$ – маса стінової панелі

Визначаємо момент від стінової панелі:

$$M_{\text{ст пан}} = N_{\text{ст пан}} \cdot n \cdot e = 15,03 \cdot 0,36 = 5,41 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$e = 50 + 150 + 160 = 360 \text{ мм} = 0,36 \text{ м}$$

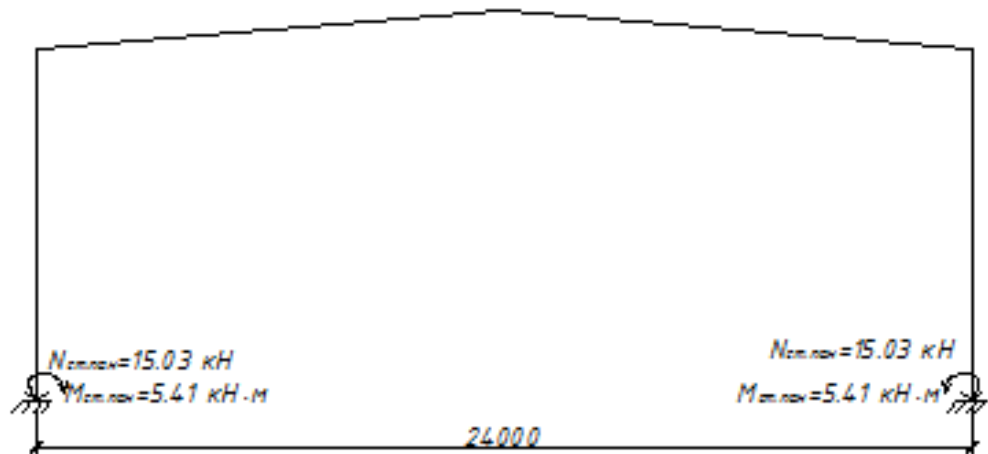


Рисунок 2.9. Навантаження, що діють від стінової панелі

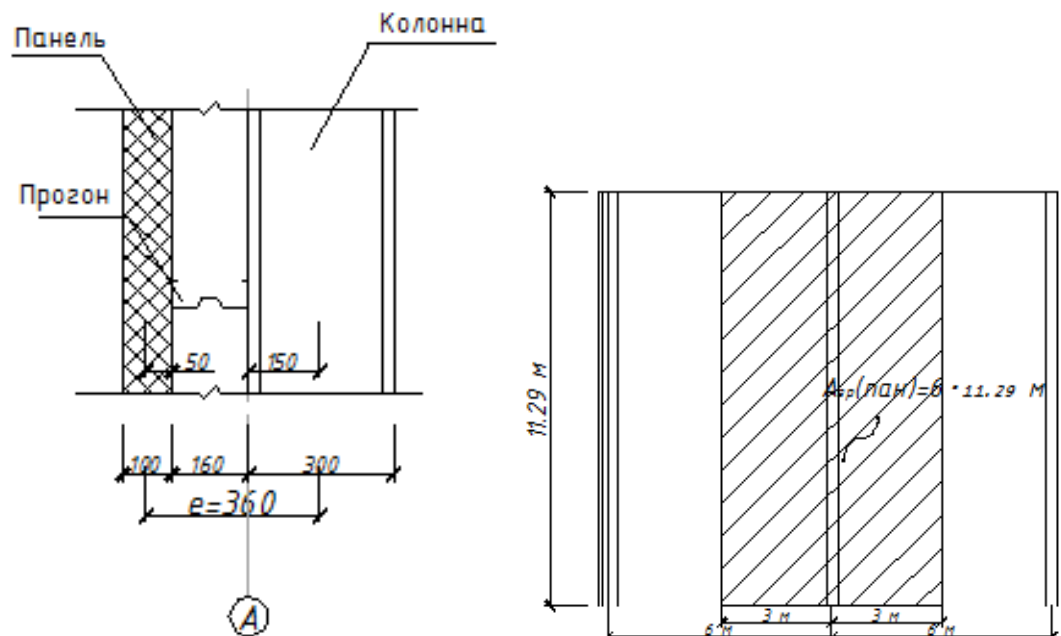


Рисунок 2.10. Вантажна площа для визначення навантаження від панелі та визначення ексцентриситету, що діє на колону від панелі.

2.2.6. Визначення навантаження від стінових прогонів

$$N_{\text{прог}} = m_{\text{прог}} \cdot A_{\text{гр}} = 5,84 \cdot 18 = 105,12 \text{ кН}$$

де $A_{\text{гр}} = 3 \cdot 6 = 18 \text{ м}^2$ – вантажна площа

$m_{\text{прог}} = 17,53 \text{ кг/м} = 17,53/3 = 5,84 \text{ кН/м}^2$ – маса прогону

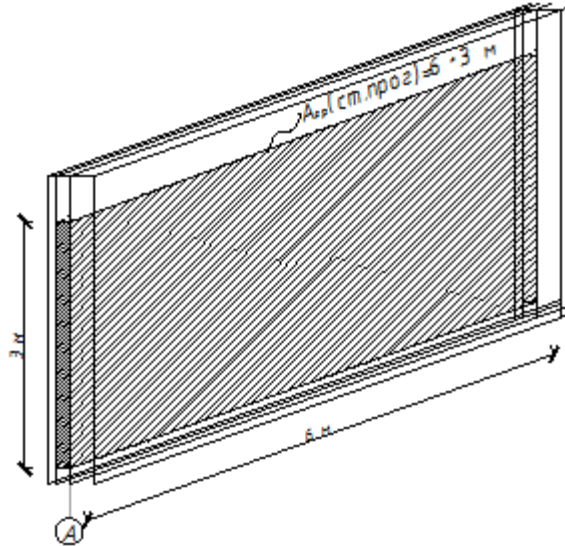


Рисунок 2.11. Вантажна площа стінового прогону

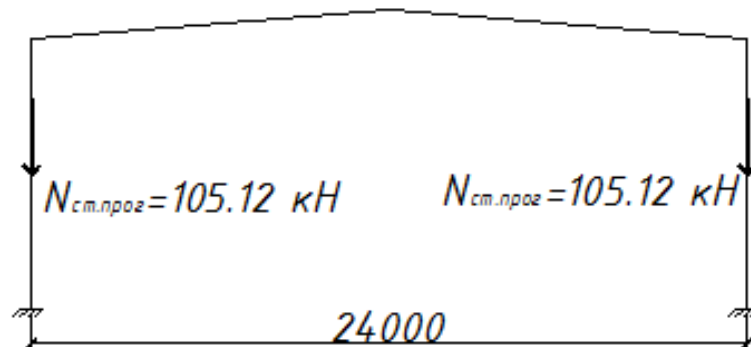


Рисунок 2.12. Навантаження, що діють на колону від стінових прогонів

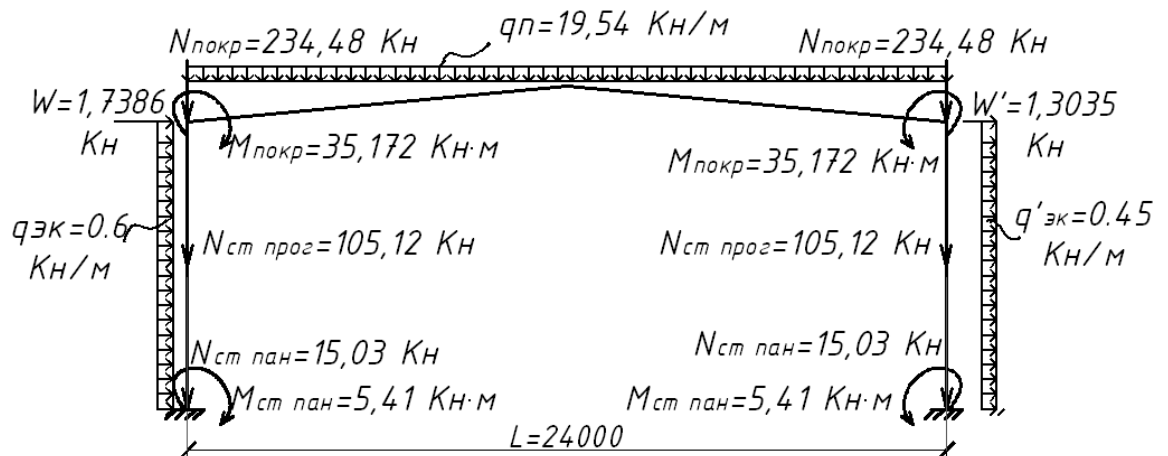
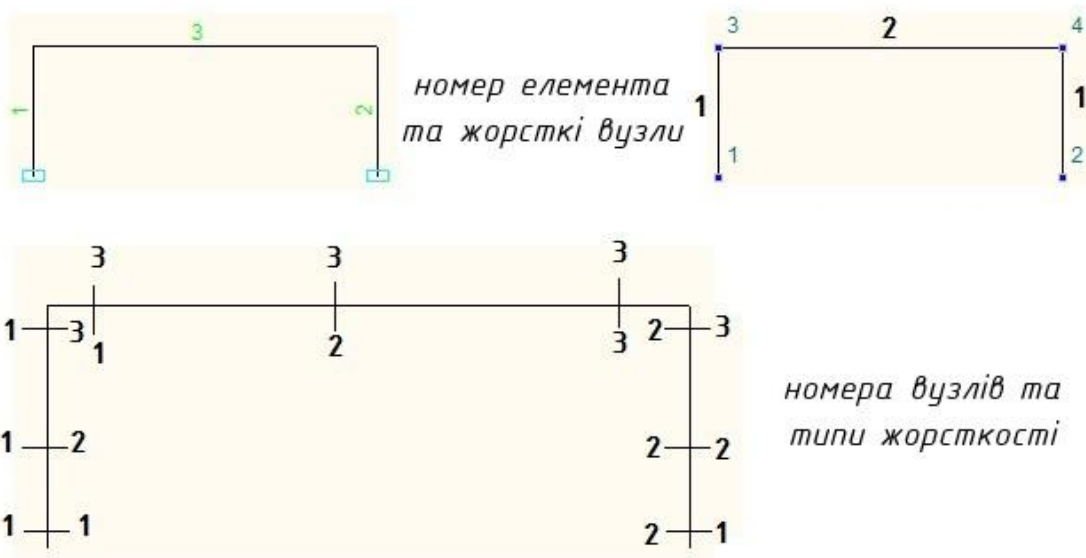


Рисунок 2.13. Розрахункова схема рами

2.2.7. Розрахунки рами за програмою SCAD Office

Вихідні дані для розрахунку рами

Для розрахунку рами за програмою SCAD в діалоговому режимі послідовно вводяться значення, що запитуються: навантаження, розміри рами, жорсткості, вузли, зв'язки



Розрахунок конструкції колони

Елементи

№ елемента	Тип елемента	Жорсткості	Вузли
1	2	1	1 3
2	2	1	2 4
3	2	2	3 4

Жорсткості

Тип жорст-ті	Жорсткості	
1	Жорсткості сортаменту	EF=1407254.233 EIY=21425.0397, EIZ=3028.34701, GKR=24.5305849, GFY=283933.491, GFZ=433001.355
	Розміри ядра перерізу	y1 = 0.021519; y2 = 0.021519; z1 = 0.10463; z2=0.10463
	Коефіцієнт Пуассона	nu=0.3
	Щільність	ro=77.01
	Сортамент	Двотавр широкополочний за ДСТУ 8539:2015 30Ш1
2	Жорсткості сортаменту	EF=6052986.151, EIY=918804.593, EIZ=23732.3513, GKR=331.615154, GFY=1507220.24, GFZ=1862457.17
	Розміри ядра перерізу	y1=.024504; y2=.024504; z1 = 0.30665; z2=0.30665
	Коефіцієнт Пуассона	nu=0.3
	Щільність	ro=77.0085
	Сортамент	Двотавр нормальний (Б) за ГОСТ 26020-83 100Б1

Характеристики завантажень

Номер завантаження	Зміст	
1	Ім'я Тип	qпокp 0 (постійне)
2	Ім'я Тип	q 0 (постійне)
3	Ім'я Тип	q' 0 (постійне)
4	Ім'я Тип	Mпокp1 0 (постійне)
5	Ім'я Тип	Mпокp2 0 (постійне)
6	Ім'я Тип	Mстін1 0 (постійне)
7	Ім'я Тип	Mстін2 0 (постійне)
8	Ім'я Тип	W 0 (постійне)
9	Ім'я Тип	W' 0 (постійне)
10	Ім'я Тип	Nпокp1 0 (постійне)
11	Ім'я Тип	Nпокp2 0 (постійне)
12	Ім'я Тип	Nстін1 0 (постійне)
13	Ім'я Тип	Nстін2 0 (постійне)
14	Ім'я Тип	Nпрог1 0 (постійне)
15	Ім'я Тип	Nпрог2 0 (постійне)

Навантаження

Номер завантаження	Номер рядка	Зміст		
1	1	Вид Значення Список вузлів	16 19.5400009 3	3
2	1	Вид Значення Список вузлів	6 -0.6 1	3
3	1	Вид Значення Список вузлів	0 -0.4499999 2	3
4	1	Вид Значення Список вузлів	0 -35.172 3	4
5	1	Вид Значення Список вузлів	0 35.1699981 4	4
6	1	Вид Значення Список вузлів	0 -5.4099998 4	4
7	1	Вид Значення Список вузлів	0 5.40999984 2	4
8	1	Вид Значення Список вузлів	15 -1.7386 3	1
9	1	Вид Значення Список вузлів	15 -1.3035 3	1
10	1	Вид Значення Список вузлів	15 234.479995 1	3
11	1	Вид Значення Список вузлів	15 234.479995 2	3
12	1	Вид Значення Список вузлів	15 15.0299997 1	3
13	1	Вид Значення Список вузлів	15 15.0299997 2	3
14	1	Вид Значення Список вузлів	15 105.120002 1	3
15	1	Вид Значення Список вузлів	15 105.120002 2	3

Зусилля, отримані при розрахунку рами

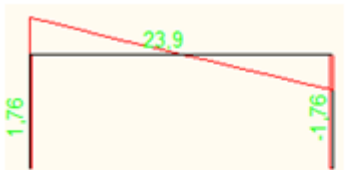
Зусилля та напруження Одиниці вимірів: Т, м.					
Номер ел-та	Номер січений.	Номер завантаж.	Значення		
			N	M	Q
1	1	1	-23,902	-5,282	1,761
		2	0,034	1,048	-0,417
		3	0,026	0,459	-0,1
		8	0,033	0,403	-0,089
		9	0,025	0,302	-0,066
	2	1	-23,902	2,644	1,761
		2	0,034	-0,208	-0,142
		3	0,026	0,007	-0,1
		8	0,033	0,004	-0,089
		9	0,025	0,003	-0,066
	3	1	-23,902	10,57	1,761
		2	0,034	-0,225	0,134
		3	0,026	-0,444	-0,1
		8	0,033	-0,395	-0,089
		9	0,025	-0,296	-0,066
2	1	1	-23,902	5,282	-1,761
		2	-0,034	0,612	-0,134
		3	-0,026	0,786	-0,313
		8	-0,033	0,403	-0,089
		9	-0,025	0,302	-0,066
	2	1	-23,902	-2,644	-1,761
		2	-0,034	0,01	-0,134
		3	-0,026	-0,156	-0,106
		8	-0,033	0,004	-0,089
		9	-0,025	0,003	-0,066
	3	1	-23,902	-10,57	-1,761
		2	-0,034	-0,592	-0,134
		3	-0,026	-0,169	0,1
		8	-0,033	-0,394	-0,089
		9	-0,025	-0,296	-0,066
3	1	1	-1,761	-10,57	23,902
		2	-0,134	0,225	-0,034
		3	0,1	0,444	-0,026
		8	-0,089	0,395	-0,033
		9	0,066	0,296	-0,025
Зусилля та напруження Одиниці вимірів: Т, м.					
Номер ел-та	Номер січений.	Номер завантаж.	Значення		
			N	M	Q
	2	1	-1,761	132,843	0
		2	-0,134	-0,183	-0,034
		3	0,1	0,137	-0,026

Зусилля та напруження Одиниці вимірів: Т, м.					
Номер ел-та	Номер січений.	Номер завантаж.	Значення		
			N	M	Q
		8	-0,089	2,478e-004	-0,033
		9	0,066	-1,858e-004	-0,025
	3	1	-1,761	-10,57	-23,902
		2	-0,134	-0,592	-0,034
		3	0,1	-0,169	-0,026
		8	-0,089	-0,394	-0,033
		9	-0,066	-0,296	-0,025
Максимальні зусилля та напруження Одиниці вимірів: Т, м.					
Номер ел-та	Номер січений.	Номер завантаж.	Максимальні значення		
			N	M	Q
3	1	3	-0,10029	-	-
3	2	1	-	132.842	-
3	1	1	-		23.9021
1	1	1	-23.902	-	-
3	3	1	-	-10.57	-
3	3	1	-	-	-23,902

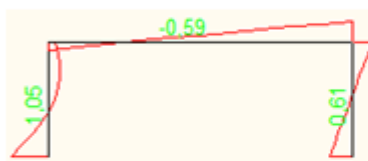
Вибірка зусиль та напружень Одиниці вимірів: Т, м.								
Найменування	Максимальні значення				Мінімальні значення			
	Значення	Номер ел-та	Номер перер.	Номер завантаж.	Значення	Номер ел-та	Номер перер.	Номер завантаж.
N	0,1	3	1	3	-23,902	1	1	1
M	132,843	3	2	1	-10,57	3	3	1
Q	23,902	3	1	1	-23,902	3	3	1



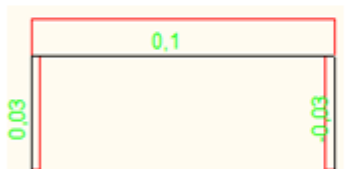
Эпюра N от q покрытия



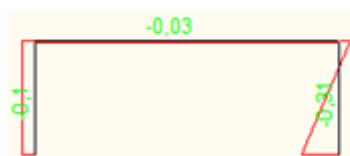
Эпюра Q от q покрытия



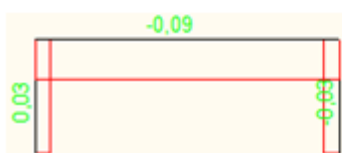
Эпюра M от q



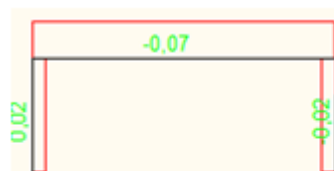
Эпюра N от q'



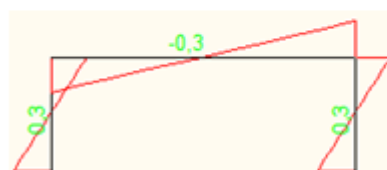
Эпюра Q от q'



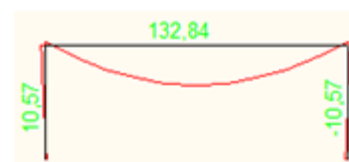
Эпюра N от W



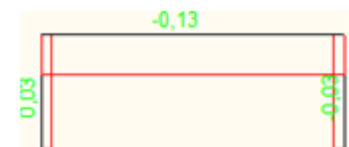
Эпюра Q от W



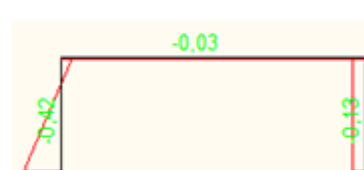
Эпюра M от W'



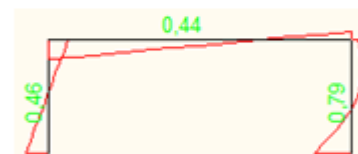
Эпюра M от q покрытия



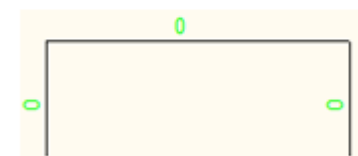
Эпюра N от q



Эпюра Q от q



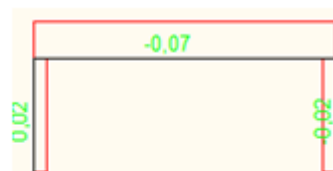
Эпюра M от q'



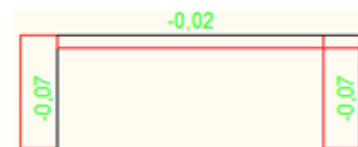
Эпюра Q, M, N от M покрытия 1, 2, M стены 1, 2



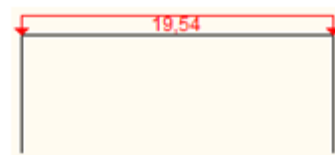
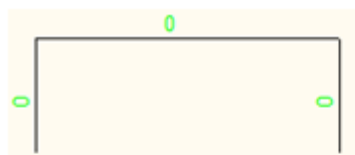
Эпюра M от W



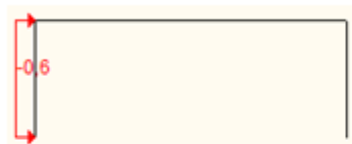
Эпюра N от W'



Эпюра Q от W'



Эпюра Q, M, N от N покрытия 1, 2, M стены 1, 2



Q

Q'



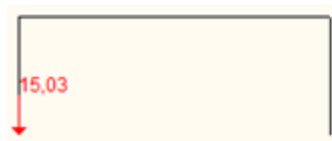
M

M'



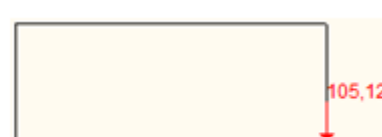
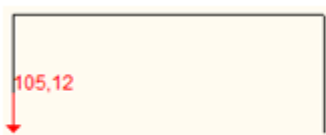
$N_{\text{пок 1}}$

$N_{\text{пок 2}}$



$N_{\text{ст 1}}$

$N_{\text{ст 2}}$



$N_{\text{прог 1}}$

$N_{\text{прог 2}}$

2.2.8. Розрахунок ригеля

Зусилля в ригелі приймаємо з розрахунку рами за програмою SCAD Office: максимальний згинальний момент (M) і відповідні поздовжні (N) і поперечні (Q) сили в ригелі рами

$$M = 1303,18 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$N = 0,984 \text{ кН};$$

$$Q = 234,011 \text{ кН}.$$

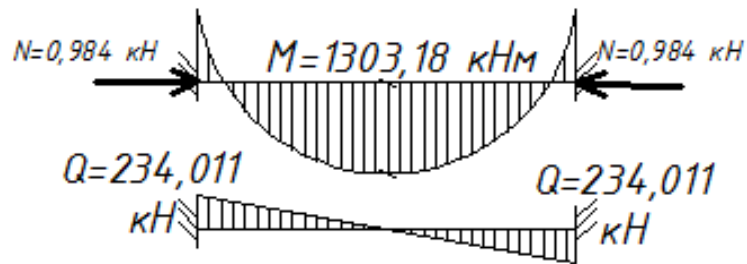


Рисунок 2.14. Зусилля, що виникають у ригелі

Так як $N = 0,984$ кН, набагато менше за $M = 1303,18$ кН·м, то вважаємо, що ригель працює лише на вигин.

Перевіряємо міцність за нормальними напруженнями:

$$\sigma = \frac{M_{\max} \cdot \gamma_n}{W_x} \leq R_y \cdot \gamma_c$$

Ригель прийнятий із двотавру І1000Б1

$M_{\max} = 1303,18$ кН·м – із розрахунку рами за програмою SCAD Office

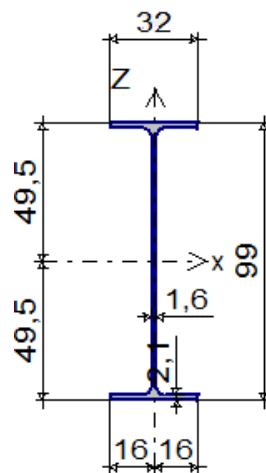


Рисунок 2.15. Перетин ригеля

$\gamma_n = 0,95$ - коефіцієнт надійності за відповідальністю будівлі,

$\gamma_c = 0,9$ - коефіцієнт умови роботи,

$W_x = 9011$ см³ – момент опору перерізу.

Приймаємо сталь для ригеля - С255

$R_y = 240$ МПа = 24 кН/см²

$$\sigma = \frac{1303,18 \cdot 0,95 \cdot 100}{9011} = 13,7 \text{ кН / см}^2$$

$$R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,9 = 21,6 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$\sigma = 13,7 \text{ кН} / \text{см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 21,6 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Висновок: міцність за нормальними напруженнями забезпечена

Перевіряємо міцність за дотичною напругою

$$\tau = \frac{Q_{\max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_{cm}} \leq R_s \cdot \gamma_c$$

$Q_{\max} = 234,011 \text{ кН}$ – з розрахунку рами за програмою SCAD Office

$S_x = 5234,00 \text{ см}^3$ - статистичний момент перерізу щодо осі x-x

$I_x = 446\,000 \text{ см}^4$ - момент інерції перерізу щодо осі x-x

$t_{cm} = 1,6 \text{ см}$ – товщина стінки перерізу

$R_s = 0,58 R_y$ - розрахунковий опір сталі

$$\tau = \frac{234,011 \cdot 5234,00}{446000 \cdot 1,6} = 1,72 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$R_s \cdot \gamma_c = 0,58 \cdot 24 \cdot 0,9 = 12,52 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$\tau = 1,72 \text{ кН} / \text{см}^2 < R_s \cdot \gamma_c = 12,52 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Висновок: міцність за нормальними напругами забезпечена

Перевірка жорсткості ригеля

Перевіряємо жорсткість ригеля (прогин):

$$f \leq f_u$$

де f - прогин від нормативного навантаження

$$f = \frac{5 \cdot q^n \cdot \ell^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = \frac{5 \cdot 0,1954 \cdot 2400^4}{384 \cdot 2,06 \cdot 10^4 \cdot 446000} = 9,19 \text{ см}$$

$$f_u = f_{np} = \frac{1}{250} \ell = \frac{2400}{250} = 9,6 \text{ см}$$

$$f = 9,19 \text{ см} < f_u = 9,6 \text{ см}$$

Висновок: жорсткість ригеля забезпечена. Для забезпечення жорсткості стінки ставимо ребра жорсткості під кожним прогоном покриття.

2.2.9. Розрахунок колони

Підбір та перевірка стійкості перерізу колони

Зусилля в колоні приймаємо з розрахунку рами програмі SCAD Office: максимальний згинальний момент (M) та відповідну поздовжню (N) сили в колоні рами

$$M = 98,58 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$N = 234 \text{ кН}.$$

Колона позацентрово стиснута

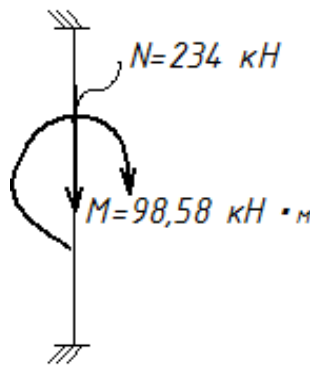


Рисунок 2.16. Зусилля, що виникають у колоні

Перевіряємо стійкість колони в площині рами щодо x-x

$$\sigma_x = \frac{N \cdot \gamma_n}{\varphi_e \cdot A} \leq R_y \cdot \gamma_c$$

де φ_e - коефіцієнт поздовжнього вигину при позацентровому стисненні

Для визначення φ_e потрібно знати умовну гнучкість:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 88.25 \sqrt{\frac{24}{2.06 \cdot 10^4}} = 3$$

$$\lambda_x = \frac{\ell_{0x}}{i_x} = \frac{1089}{12.34} = 88.25 < \lambda_u = 150$$

де λ_u - гранична гнучкість,

$i_x = 12,34$ см – радіус інерції щодо осі x-x.

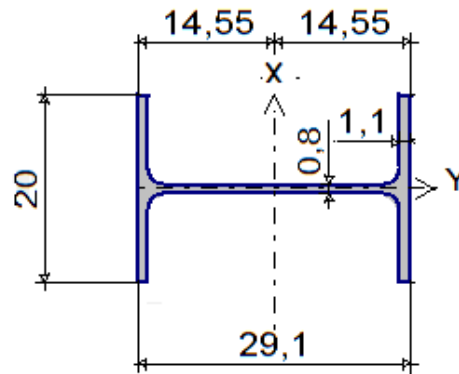


Рисунок 2.17. Перетин колони

Розрахункова довжина колони в площині рами:

$$\ell_{0x} = \mu_x \cdot \ell = 1,21 \cdot 9 = 10,89 \text{ м} = 1089 \text{ см}$$

μ_x - коефіцієнт розрахункової довжини

n - коефіцієнт для однопрогової рами:

$$n = \frac{J_s \cdot \ell_c}{\ell \cdot J_c} = \frac{2 \cdot 9}{24 \cdot 1} = 0,75, \text{ тип жорсткості } J_p = 2; J_c = 1$$

$$\mu_x = \sqrt{\frac{n + 0,56}{n + 0,14}} = \sqrt{\frac{0,75 + 0,56}{0,75 + 0,14}} = \sqrt{\frac{1,31}{0,89}} = 1,21$$

Розрахункова довжина колони з площини рами:

$$\ell_{oy} = \ell_1 = 3 \text{ м} = 300 \text{ см}, \text{ тому що встановлені прогоны}$$

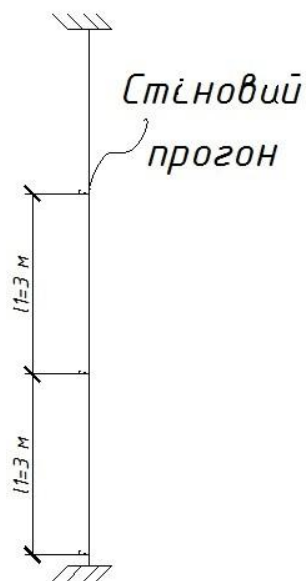


Рисунок 2.18. Відстань між стіновими прогонами

$$\lambda_y = \frac{\ell_{0y}}{i_y} = \frac{300}{4,64} = 64,66 < \lambda_u = 150$$

Гранична гнучкість колони:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,5 = 150$$

Визначаємо ексцентриситет:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{98,58}{234} = 0,42$$

Визначаємо відносний ексцентриситет:

$$m = e \cdot \frac{A}{W_x} = \frac{0,42 \cdot 68,31 \cdot 100}{715} = 4,02$$

Визначаємо наведений ексцентриситет:

$$m_{ef} = \eta \cdot m = 1,54 \cdot 4,02 = 6,19$$

де η - коефіцієнт впливу форми перерізу

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{20 \cdot 1,1}{26,9 \cdot 0,8} = 1,02$$

A_f - площа перерізу полиці колони

A_w - площа перерізу стінки колони

$$\eta = (1,9 - 0,1 \cdot m) - 0,02(6 - m)\bar{\lambda}$$

$$\eta = (1,9 - 0,1 \cdot 0,04) - 0,02(6 - 0,04)3 = 1,9 - 0,3576 = 1,54$$

$\varphi_e = 0,161$ - коефіцієнт поздовжнього вигину при позацентровому стиску, залежно від $\bar{\lambda}$ і m_{ef}

$$\sigma_x = \frac{234 \cdot 0,95}{0,161 \cdot 68,31} = 20,82 \text{ кН / см}^2$$

$$R_y \cdot \gamma_c = 24 \cdot 0,9 = 21,6 \text{ кН / см}^2$$

$$\sigma = 20,82 \text{ кН / см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 21,6 \text{ кН / см}^2$$

Висновок: стійкість колони забезпечена.

Перевіряємо стійкість колони з площини рами:

$$N \cdot \gamma_n / (c \cdot \varphi_y \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c) \leq 1$$

c – коефіцієнт, т.к. $m_x < 5$, то визначаємо згідно з формулою:

$$c = \beta / (1 + \alpha \cdot \nu \cdot m_x) = 1 / 1 + (0,7 \cdot 1 \cdot 0,04) = 0,97$$

$$\beta = 1; \alpha = 0,7; \nu = 1$$

φ_y - як центрально-стиснутої колони

$$\overline{\lambda}_y = \lambda_y \cdot \sqrt{R_y / E} = 64,66 \cdot \sqrt{24 / 2,06 \cdot 10^4} = 2,2$$

Тип кривої стійкості та $\varphi_e = 0,667$

$$\frac{234 \cdot 0,95}{0,97 \cdot 0,794 \cdot 68,31 \cdot 24 \cdot 0,9} = \frac{222,3}{1136,4} = 0,2 < 1$$

Висновок: Стійкість колони із площини рами забезпечена.

Розрахунок бази колони

Зусилля в колоні приймаємо з розрахунку рами за програмою SCAD Office: максимальний згинальний момент (M) та відповідну поздовжню (N) сили в колоні рами

$$M = 118,92 \text{ кН}\cdot\text{м}; N = 235,62 \text{ кН.}$$

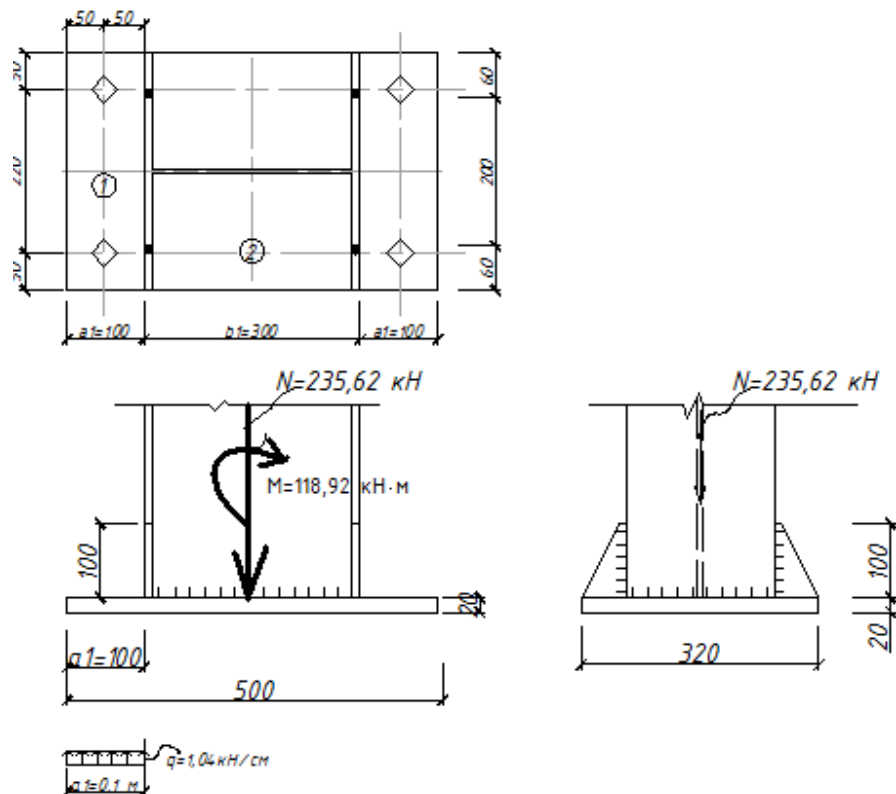


Рисунок 2.19. До розрахунку бази колони

З конструктивних міркувань визначаємо ширину опорної плити:

$$B = b_f + 2t_{cp} + 2c = 20 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 5 = 32 \text{ см}$$

де b_f - ширина полиці колони = 200мм,

t_{cp} - товщина траверси, що приймається 10 мм,

c – виліт консолі плити, що призначається в межах 30-50 мм.

Приймаємо відповідно $B = 32$ см.

Визначаємо довжину плити за формулою:

$$L = N / 2BR'_b + \sqrt{N / (2BR'_b)^2 + 6M / BR'_b}$$

R'_b - розрахунковий опір бетону фундаменту, що приймається за формулою:

$$R'_b = \alpha R_b \varphi_b = \alpha R_b \sqrt[3]{A_f / A_{pl}} \leq 1,5 R_b$$

Прийнятий бетон для фундаменту класу С12/15, для якого розрахунковий опір бетону осьовому стиску $R_b = 8,5$ МПа. Базу проектуємо із сталі С240, зварювання здійснюється електродами Е42

Попередньо приймаємо:

$$R'_b = R_b \varphi_0 = 1,5 \cdot R_b$$

$$R'_b = 1,5 \cdot 8,5 = 12,75 \text{ МПа} = 0,128 \text{ кН / см}^2$$

$$L = 235,62 / (2 \cdot 32 \cdot 1,28) + \sqrt{235,62 / (2 \cdot 32 \cdot 1,28)^2 + 6 \cdot 11892 / (32 \cdot 1,28)} = 44,61 \text{ см}$$

Приймаємо $L = 50$ см (бо має бути кратно 10)

Обчислюємо крайові напруги в бетоні:

$$\sigma_{\max} = N / BL + 6M / BL^2 = 235,62 / 32 \cdot 50 + 6 \cdot 11892 / 32 \cdot 50^2 = 1,04 \text{ кН / см}^2 = 10,4 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\min} = N / BL - 6M / BL^2 = 235,62 / 32 \cdot 50 - 6 \cdot 11892 / 32 \cdot 50^2 = -0,745 \text{ кН / см}^2 = -7,45 \text{ МПа}$$

Призначаємо розміри фундаменту 900х900 мм та уточнюємо коефіцієнт φ_b

$$\varphi_b = \sqrt[3]{A_f / A_{pl}} = \sqrt[3]{90 \cdot 90 / 32 \cdot 50} = 1,72 > 1,5$$

Отже $\varphi_b = 1,5$

Консольна ділянка – 1

Знаходимо згинальний момент:

$$M_1 = \frac{q_1 \cdot a_1^2}{2} = \frac{1,04 \cdot 0,1^2}{2} = 0,005 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,5 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Ділянка розділена на 3 сторони:

$$\text{Співвідношення } \frac{a_2}{b_1} = \frac{160}{300} = 0,53$$

Коефіцієнт $\alpha_3 = 0,0642$

Знаходимо згинальний момент ділянки 2.

$$M_2 = \alpha_3 \cdot q_1 \cdot a_2^2 = 0,642 \cdot 1,04 \cdot 0,16^2 = 0,0017 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,17 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Максимальний момент $M_{\max} = M_1 = 0,005 \text{ кН} \cdot \text{м} = 0,5 \text{ кН} \cdot \text{см}$

Товщина плити бази:

$$\delta_{nl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,5}{24 \cdot 1,0}} = 0,35 \text{ см}$$

Приймаємо товщину плити $\delta_{nl} = 20 \text{ мм}$

$$\ell_{\omega} = \frac{N}{4\beta_f \cdot R_{of} \cdot k_f} = \frac{235,62}{4 \cdot 0,7 \cdot 21,5 \cdot 1} = 3,9 \text{ см}$$

$k_f = 10 \text{ мм} = 1 \text{ см}$ – катет шва

$\beta_f = 0,7$ - зварювання ручне

Кількість вертикальних швів – 4 (див. рис. 2.19).

$R_{of} = 180 \text{ МПа} = 18 \text{ кН/м}$ – розрахунковий опір кутового зварного шва,

E42 – тип електрода для сталі С240.

Розраховуємо анкерні болти:

Для анкерних болтів приймаємо з розрахунку рами за програмою SCAD Office: мінімальну поздовжню (N) силу та відповідний згинальний момент (M) (постійне навантаження та вітрове).

Постійне навантаження від покриття:

$$N_{\text{покp}} = q_{\text{покp}} \cdot L/2 = 5,136 \cdot 24/2 = 61,63 \text{ кН}$$

$$q_{\text{покp}} = q \cdot B = 0,856 \cdot 6 = 5,136 \text{ кН/м}$$

$$M_{\text{вiдп}} = 25,75 \text{ кН·м}$$

$$\frac{\sigma_{\text{max}}}{\sigma_{\text{min}}} = \frac{50 \cdot x}{x}$$

$$\sigma_{\text{max}} \cdot x = \sigma_{\text{min}} \cdot 50 - \sigma_{\text{min}} \cdot x$$

$$\sigma_{\text{max}} \cdot x + \sigma_{\text{min}} \cdot x = \sigma_{\text{min}} \cdot 50$$

$$x = \frac{\sigma_{\text{min}} \cdot 50}{\sigma_{\text{max}} + \sigma_{\text{min}}} = \frac{1,04 \cdot 50}{1,04 + 0,74} = 29,21 \text{ см}$$

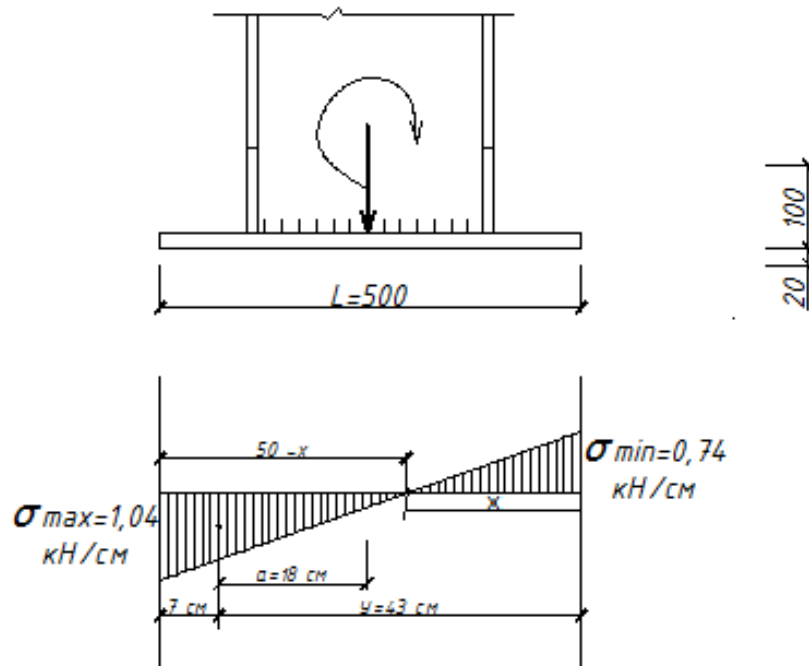


Рисунок 2.20. До розрахунку анкерних болтів

Зусилля у розтягнутих болтах

$$N_b = \frac{M - N_{\text{покp}} \cdot a}{Y} = \frac{25,75 - 61,63 \cdot 0,18}{0,43} < 34,1 \text{ см}$$

Отже, болти приймаємо конструктивно

Площа перерізу 1 анкерного болта:

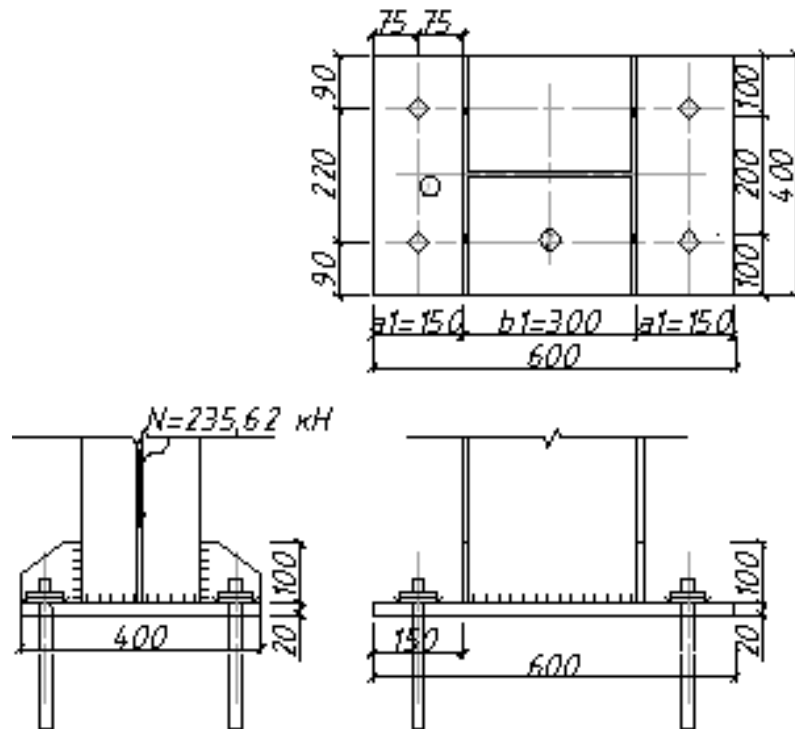
$$A_{bn}^{mp} = \frac{N_b}{n \cdot R_{ba}} = \frac{34,1}{2 \cdot 20} = 0,85 \text{ см}^2$$

$n = 2$ – 2 болти у розтягнутій зоні

$R_{ba} = 200 \text{ мПа} = 20 \text{ кН/см}^2$ - розрахунковий опір фундаментного болта на розтягування

Приймаємо $d_{\bar{o}} = 20 \text{ мм}$

$$A_{bn} = 2,45 \text{ см}^2 \rightarrow A^{mp}_{bn} = 0,85 \text{ см}^2$$



З конструктивних міркувань приймаємо переріз бази 600x400 мм, затовшки 20 мм.

Розділ 3 Технологічні рішення та організація будівництва

3.1. Умови здійснення будівництва

Будівля, що будується – Фізкультурно-оздоровчий комплекс у м. Полтава. Роботи виконуються в 1 та 2 зміни по 8 годин.

3.2. Номенклатура будівельно-монтажних робіт та визначення обсягів

Таблиця 3.1 - Відомість обсягів робіт

№ пп	Найменування	Од. змін.	Кільк.
1	2	3	4
Земляні роботи			
1	Розробка ґрунту у відвал	м ³ ґрунту	412
2	Розробка ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди	м ³ ґрунту	370
3	Розробка ґрунту вручну в траншеях	м ³ ґрунту	170
4	Засипка траншей та котлованів з переміщенням ґрунту	м ³ ґрунту	93
5	Ущільнення ґрунту основ під підлоги промислових цехів	м ²	2279
6	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбовками, група ґрунтів: 1, 2	м ³ ущільненого ґрунту	256
7	Влаштування тепло- та звукоізоляції засипної керамзитової	1 м ³ ізоляції	256
Роботи по влаштуванню паль			
8	Занурення дизель-молотом копрової установки на базі трактора залізобетонних паль завдовжки до 6 м у ґрунти групи 2	1 м ³ палі	31,5
Фундамент			
9	Влаштування бетонної підготовки	м ³	5
10	Влаштування бетонних фундаментів під колони	м ³ бетону	47,1
11	Установка анкерних болтів	1 т	0,15
12	Укладання балок ростверку	шт.	48
13	Блоки збірні бетонні прямокутні об'ємом понад 0,5 м ³	м ³	25,64

1	2	3	4
14	Гідроізоляція збоку: обмазувальна бітумна в 2 шари	100 м2	2,89
15	Гідроізоляція стін, фундаментів: горизонтальна обклеювальна в 2 шари	100 м2 поверхні, що ізолюється	0,87
16	Кладка стін з легкобетонного каміння без облицювання: при висоті поверху до 4 м	1 м3 кладки	142,21
17	Блоки збірні бетонні прямокутні об'ємом понад 0,5 м ³	м3	25,64
Монтаж каркасу			
18	Монтаж каркасів одноповерхових виробничих будівель одно- та багатопрогонових без ліхтарів прольотом: до 24 м заввишки до 15 м без кранів 8 732.31 = 939.26 + 1 x 7 793.05	1 т конструкцій	106,59
19	Основні несучі конструкції каркасів суцільнометалеві, витрата сталі на 1 м ² до 150 кг.	т	106,6
Внутрішні роботи			
20	Влаштування фундаментних плит залізобетонних: плоских	100 м3 бетону	4,558
21	Гарячекатана арматурна сталь гладка класу А-I діаметром 14 мм	т	7,977
22	Монтаж колон одноповерхових та багатоповерхових будівель та кранових естакад висотою до 25 м цільного перерізу масою: до 1,0 т	1 т конструкцій	10,14
23	Інші конструкції одноповерхових виробничих будівель, маса складальної одиниці до 0.1 т	т	10,14
24	Влаштування стін і плоских днищ при товщині: понад 150 мм прямокутних споруд	100 м3	0,904
25	Каркаси плоскі із арматурної сталі А-I діаметром 6 мм	т	1,72
26	Влаштування перекриттів по сталевих балках та монолітні ділянки при збірному залізобетонному перекритті площею до 5 м ² наведеною товщиною: до 200 мм.	100 м3	0,1661

1	2	3	4
27	Каркаси плоскі із арматурної сталі А-І діаметром 6 мм	т	0,4485
28	Установка маршів без зварювання масою: понад 1 т	100 шт.	0,11
29	Марш сходовий (238-ГП), серія Е-600: ЛМ-2	шт	11
30	Влаштування металевих огорож з поручнями: з полівінілхлориду	100 м огорож	0,36
31	Установка перегородок з легкобетонних плит: один шар при висоті поверху до 4 м	100 м ²	15,056
Заповнення прорізів			
32	Монтаж віконних блоків із алюмінієвих багатокамерних профілів з герметичними склопакетами $41\ 963.46 = 40\ 967.51 + 0.015 \times 56\ 131.00 + 0.003 \times 51\ 328.00$	100 м ²	4,4
33	Монтаж навісних панелей із герметичних склопакетів у пластиковій або алюмінієвій обв'язці $5\ 613.92 = 5\ 559.52 + 0.001 \times 54\ 396.00$	100 м ²	0,5
34	Рами вітражів зі стулкою РАОД 27-06С	шт	8
35	Установка блоків із ПХВ у зовнішніх та внутрішніх дверних отворах у перегородках та дерев'яних нерубаних стінах площею отвору до 3 м ²	100 м ² отворів	1,23
36	Блоки дверні внутрішні з деревноволокнистими плитами двопільні з полотнами глухими ДВГ 21-13, пл. 2.63 м ²	м ²	123
37	Тамбурні рами (блоки) з двома двостулковими однопільними дверима з порогом ТАД 27-20П	шт	6
Огороджувальні конструкції			
38	Монтаж покрівельного покриття з: багатошарових панелей заводської готовності при висоті до 50 м	100 м ² покриття	22,79
39	Панелі тришарові покрівельні (типу "СЕНДВІЧ") з обшивками із сталевих профільованих листів із утеплювачем із мінераловатних плит товщиною утеплювача 200 мм, пофарбовані з 2-х сторін	м ²	2279

1	2	3	4
40	Монтаж огорожувальних конструкцій стін: із багатошарових панелей заводської готовності при висоті будівлі до 50 м	100 м ²	24,88
41	Панелі тришарові стінові (типу "СЕНДВІЧ") з обшивками із сталевих профільованих листів оцинкованих із утеплювачем із мінераловатних плит товщиною утеплювача 150 мм	м ²	2488
42	Огородження покрівель перилами	100 м	1,93
43	Влаштування жолобів підвісних	100 м	1,93
Оздоблювальні роботи			
44	Влаштування гідроізоляції з поліетиленової плівки на бутылкаучуковому клеї, із захистом руберойдом перший шар	100 м ²	8,295
45	Влаштування гідроізоляції обмазувальної в один шар товщиною 2мм	100 м ²	8,844
46	Влаштування покриттів на цементному розчині з плиток керамічних для однобарвних підлог з барвником.	100 м ²	7,979
47	Влаштування покриттів з паркетних дошок.	100 м ²	8,295
48	Влаштування покриттів з плит деревоволокнистих	100 м ²	8,844
49	Просте фарбування масляними складами по штукатурці та збірним конструкціям, підготовленим під фарбування: стін	100 м ²	18,76
50	Поліпшене фарбування масляними складами по збірним конструкціям, підготовленим під фарбування: стін	100 м ²	7,36
51	Обклеювання шпалерами стін по монолітній штукатурці та бетону: простими та середньою щільністю	100 м ²	3,6

3.3. Вибір комплектів машин, механізмів та обладнання

Таблиця 3.2 - Відомість потреби в механізмах, устаткуванні, інвентарі та пристосування

№ пп	Найменування інвентарю та інструменту	Марка, нормативний документ	Кількість	Призначення
1	Траверси	Промстальконструкція, Р9	1	Монтаж конструкцій
2	Строп двогілковий	Промстальконструкція, Р9	2	Монтаж конструкцій
3	Строп чотиригілковий	Промстальконструкція, Р9	2	Монтаж конструкцій
4	Теодоліт	ГОСТ 10529-86	1	Кутові виміри
5	Нівелір	ГОСТ 10528-76	1	Висотні виміри
6	Рівень будівельний	ГОСТ 9416 83	2	Вивірка
7	Трансформатор зварювальний	СТ Е-24, СТ Е-32	2	Зварювальні роботи
8	Компресор	СО - 7	1	Забезпечення стисненим повітрям

3.4. Вибір монтажних кранів за технічними параметрами

Вибір кранів роблять за трьома технічними параметрами: вантажопідйомності Q_m , максимальній висоті підйому гака H_k і найбільшому вильоту гака L_k . За технічними параметрами підбираємо автомобільний пневмоколісний кран марки КС-8471.

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики крана КС-8471

Вантажопідйомність, т:	
на виносних опорах	100
без виносних опор	20
Найбільша висота підйому гака, м:	
на основній стрілі (секції втягнуті)	12,8
на висунутій стрілі (з подовжувачем)	47,7
з додатковим обладнанням	72,5
Довжина телескопічної стріли, м	13,6 – 39,1
Число секцій стріли	4
Довжина керованого / некерованого гуська, м	15, 20, 25/6
Найбільша швидкість намотування каната на головній/допоміжній вантажній лебідці, м/хв.	100 / 58

Частота обертання поворотної платформи, об/хв	0,05 – 0,65
Час повного висування стріли, з	122
Час зміни вильоту гака, з	138
Найбільша швидкість пересування, км/год:	
· транспортна	53
· робоча	1,5
Подоланий нахил шляху, град.	17
Розміри опорного контуру виносних опор, м	8,5 X 8,65
Найменший радіус повороту, м	14,9
Потужність двигуна, кВт:	
· шасі	308,5
· кранових механізмів	132,4
Найбільший тиск у гідросистемі, МПа	17,5
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм:	
· довжина	17 500
· ширина	3000
· висота	3950
Маса крана, т	44

3.5. Розробка технологічної карти на монтаж сендвіч-панелі

Технологічна карта розроблена на комплекс робіт з монтажу стінових огорож з легких металевих панелей типу сендвіч. Зовнішні стінові панелі виконують не тільки огорожувальні, але й естетичні функції для будівлі, що зводиться.

До складу робіт, що послідовно виконуються, при монтажі панелей входять:

- підготовка місць для монтажу сендвіч-панелей,
- встановлення сендвіч-панелей у проектне положення,
- кріплення сендвіч-панелей,
- Монтаж фасонних елементів тришарових сендвіч-панелей.

Роботи слід виконувати відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення», а також чинних ДБН і ДСТУ, що регламентують улаштування несучих та огорожувальних конструкцій.

3.5.1. Технологія виконання робіт

Монтаж панелей здійснюють відповідно до вимог НД, Робочого проекту, Проекту виконання робіт та інструкцій заводів-виробників стінових панелей. Заміна панелей та матеріалів, передбачених проектом, допускається лише за погодженням із проектною організацією та замовником.

Зовнішні стінові панелі встановлюють у самостійному монтажному потоці після монтажу каркасу та покриття всієї будівлі або частини її на ділянці стіни в межах температурного шва. Панелі зовнішніх стін прийняті завдовжки 6м за висотою 1,195м.

До початку монтажу панелей генеральним підрядником мають бути повністю закінчені такі роботи:

- роботи з монтажу каркасу будівлі, перевірені на відповідність проекту горизонтальність, вертикальність, паралельність, площинність місць монтажу панелей;
- перевірено якість панелей, їх розміри та розташування заставних деталей;
- здійснено точне розбиття місць встановлення панелей у поздовжньому та поперечному напрямках, а також по висоті;
- нанесено антикорозійне лакофарбове покриття на місця примикання та контакту;
- нанесені ризики, визначено положення вертикальних швів та площин панелей. Ризики наносяться олівцем чи маркером;
- влаштовано тимчасові під'їзні дороги для автотранспорту та підготовлено майданчики для складування панелей та роботи крана;
- панелі перевезені та складені у касети в межах монтажної зони крана;
- організовано робочі місця монтажників, розміщено монтажні пристрої, встановлено контейнери для фасонних деталей, герметиків та утеплювача, загальнобудівельних матеріалів, інвентарю, інструменту;
- тимчасово огорожено небезпечну зону та встановлено страхувальні пристрої.

Висвітлення робочих місць забезпечується прожекторами, встановленими на прожекторних вежах.

Розвантаження та складування панелей на приоб'єктному складі виробляють вертикально у касети. Касети повинні вміщати таку кількість панелей, яка потрібна для монтажу їх між двома колонами на всю висоту будівлі. Розташовують касети таким чином, щоб кран з монтажної стоянки міг встановлювати їх у проектне положення без зміни вильоту стріли.

Для вивантаження з транспортних засобів та встановлення панелей стін у касети застосовують самостійний кран, частіше автомобільний.

Панелі стін монтують дільницями між колонами на всю висоту будівлі папанельно. Монтаж виконує ланку з чотирьох монтажників. Два монтажники М1 та М2 знаходяться на землі та виконують усі підготовчі роботи, інші два монтажники М3 та М4 встановлюють та закріплюють панелі.

Як робочі місця монтажників використовуються вишка пересувна самохідна ВПС - 12.

При роботі в дощову погоду слід вжити заходів щодо укриття панелей від дощу, щоб унеможливити намокання відкритих ділянок утеплювача. З урахуванням властивостей ущільнюючих та герметизуючих матеріалів (пластичності, еластичності, адгезійної здатності) найбільш сприятливий для роботи інтервал температури навколишнього повітря становить від 0 до +30°C.

Сендвіч панелі монтуються за допомогою вакуумного підйомника або за допомогою затискача-струбцини. Для підстрахування вакуумного механізму захоплення постачають страхувальним ременем з текстильної тканини, який надягають на панель. У місцях встановлення захоплень з поверхні панелі видаляється захисна поліетиленова плівка, поверхня панелі очищається від бруду та пилу, а в зимовий період також від льоду та снігу. Затискачі-струбцини приєднують до панелі на відстані 1/4-1/5 довжини від торців. Центр притискної пластини мають не ближче 150мм від краю панелі. Для стабілізації панелі на гаку при переміщенні до місця монтажу до країв панелі приєднують (прив'язують) відтяжки з капронового троса довжиною 6м.

Піднімають і переміщують панелі, що монтуються, плавно, без ривків, розгойдування і обертання. Підйом панелі здійснюють два прийоми: спочатку на висоту 20-30 см, а подальший підйом - після перевірки надійності стропування.

Не допускаються поштовхи і удари панелі, що монтується, по інших раніше встановлених конструкціях.

Встановлюють панелі безпосередньо на опорні місця за прийнятими орієнтирами (ризиками та ін.) відповідно до допусків, прийнятих у проекті. Звільняють від гака монтажного крана панель після її надійного постійного або тимчасового закріплення за допомогою монтажного оснащення (кондуктора, підкосів та розпірок зі струбцинами тощо). Перед остаточним закріпленням слід перевірити правильність встановлення панелі та привести її в проектне положення. Звільняють встановлену панель від тимчасових кріплень тільки після їх постійного закріплення, передбаченого проектом. На колони у місцях прилягання та контакту панелей приклеюється смуга УПТП.

Установку та кріплення панелей починають з кута будівлі.

Панель із замком Z-Lock встановлюється на цоколь пазом донизу. Після вивірки горизонтальності панель притискається до колон і закріплюється гвинтами, що самонарізають, ущільнювальною гумкою, довжиною, що відповідає більшій відстані, ніж товщина панелі і каркаса, з виходом з каркаса на 10-20мм. Гвинти, що самонарізають, встановлюють з кроком 400мм або 3 штуки в ряд.

При цьому слід закривати стики та торці панелей додатковими елементами, які кріпляться до панелей та конструкцій за допомогою саморізів невеликої довжини або заклепок. Також використовуються додаткові елементи для інших фрагментів конструкцій (цоколі, покрівлі тощо). У проміжки між панелями та додатковими елементами, а також в інші отвори рекомендується прокладати мінеральну вату або використовувати монтажну піну. У стиках замкових з'єднань панелей слід використовувати силіконовий герметик, рівномірно і безперервно накладений на чисту і суху поверхню. Необхідно

переконалися, що несучі конструкції (колони і фундамент) встановлені так, щоб забезпечити правильний рівень панелей, що монтуються.

Вузли з'єднання панелей дивитись на графічному аркуші 8.

Фасонні елементи – цокольні, кутові, обрамлення отворів та інші встановлюють внахлест з герметизацією стику відповідно до конструктивних рішень монтажних кутів. Нахлест повинен становити для горизонтальних елементів щонайменше 50мм, а вертикальних – від 80 до 100мм. Черговість монтажу повинна бути такою, щоб забезпечити герметичність вузлів, що оформлюються. Установку фасонних елементів зазвичай ведуть від низу (цоколя) будівлі до ковзана покрівлі. Підганяння фасонних елементів, їх обрізання та підрізування, проводять при необхідності за місцем. Фасонні елементи ущільнюють герметиком для зовнішніх робіт з площин примикання до панелей. Пропуски та щілини при цьому не допускаються.

Кріплять фасонні елементи до панелей із зовнішнього боку будівлі за допомогою гвинтів, що самонарізають, 4,8х28мм з ЕПДМ-прокладкою або комбінованих заклепок 3,2х8мм.

При необхідності кріплення фасонних елементів безпосередньо до металоконструкцій застосовують гвинти, що самонарізають, 5,5х32мм або 5,5х19мм з ЕПДМ-прокладкою (для кріплення до металоконструкцій з товщиною полиці до 14мм або до 5 мм відповідно) без попереднього засвердлювання.

3.5.2. Контроль якості та приймання робіт

Контроль та оцінку якості робіт під час монтажу панелей виконують відповідно до вимог нормативних документів:

- ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»
- ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»

З метою забезпечення необхідної якості монтажу панелей монтажньо-складальні роботи повинні контролюватись на всіх стадіях їх виконання.

Виробничий контроль поділяється на вхідний, операційний (технологічний), інспекційний та приймальний. Контроль якості виконуваних робіт повинен здійснюватися спеціалістами або спеціальними службами, оснащеними технічними засобами, що забезпечують необхідну достовірність та повноту контролю, та покладається на керівника виробничого підрозділу (виконроба, майстра), який виконує монтажні роботи.

Панелі, що надходять на об'єкт, повинні відповідати вимогам відповідних стандартів, технічних умов їх виготовлення та робочих креслень.

До проведення монтажних робіт панелі, сполучні деталі та засоби кріплення, що надійшли на об'єкт, повинні бути піддані вхідному контролю. Кількість виробів та матеріалів, що підлягають вхідному контролю, має відповідати нормам, наведеним у технічних умовах та стандартах.

Вхідний контроль проводиться з метою виявлення відхилень від цих вимог. Вхідний контроль панелей, що надходять, здійснюється зовнішнім оглядом і шляхом перевірки їх основних геометричних розмірів, відсутності пошкоджень лицьової поверхні панелей. Кожен виріб повинен мати маркування, виконане фарбою, що не змивається.

Панелі, з'єднувальні деталі, а також засоби кріплення, що надійшли на об'єкт, повинні мати супровідний документ (паспорт), у якому зазначаються найменування конструкції, її марка, маса, дата виготовлення. Паспорт є документом, що підтверджує відповідність конструкцій робочим кресленням, діючим ДСТУ або ТУ.

Результати вхідного контролю оформляються Актом та заносяться до Журналу обліку вхідного контролю матеріалів та конструкцій.

У процесі монтажу необхідно проводити операційний контроль за якістю робіт. Це дозволить своєчасно виявити дефекти та вжити заходів щодо їх усунення та попередження. Контроль проводиться під керівництвом майстра, виконроба відповідно до Схеми операційного контролю якості. Не допускається застосування не передбачених проектом підкладок для

вирівнювання елементів, що монтуються, за відмітками без погодження з проектною організацією.

При операційному (технологічному) контролі слід перевіряти відповідність виконання основних виробничих операцій з монтажу вимогам, встановленим будівельними нормами та правилами, робочим проектом та нормативними документами.

Результати операційного контролю мають бути зареєстровані у Журналі робіт із монтажу будівельних конструкцій.

Після закінчення монтажу панелей проводиться приймальний контроль виконаних робіт, при якому перевіряючим надається така документація:

- журнал робіт із монтажу будівельних конструкцій;
- акти огляду прихованих робіт;
- акти проміжного приймання змонтованих панелей;
- виконавчі схеми інструментальної перевірки змонтованих панелей;
- документи щодо контролю якості зварних з'єднань;
- паспорт на панелі.

Під час інспекційного контролю слід перевіряти якість монтажних робіт вибірково на розсуд замовника чи генерального підрядника з метою перевірки ефективності раніше проведеного виробничого контролю. Цей вид контролю може бути здійснений на будь-якій стадії монтажних робіт.

Результати контролю якості, що здійснюється технічним наглядом замовника, авторським наглядом, інспекційним контролем та зауваження осіб, які контролюють виробництво та якість робіт, мають бути занесені до Журналу робіт з монтажу будівельних конструкцій та фіксуються також у Загальному журналі робіт.

Якість виконання робіт забезпечується виконанням вимог до дотримання необхідної технологічної послідовності при виконанні взаємопов'язаних робіт та технічним контролем за ходом робіт, викладеним у Проекті організації

будівництва та Проекті виконання робіт, а також у Схемі операційного контролю якості робіт.

Контроль якості монтажу ведуть з моменту надходження конструкцій на будівельний майданчик та закінчують при здачі об'єкта в експлуатацію.

На об'єкті будівництва повинен вестись Загальний журнал робіт, Журнал авторського нагляду проектною організацією, Журнал робіт з монтажу будівельних конструкцій, Журнал зварювальних робіт, Журнал антикорозійного захисту зварних з'єднань, Журнал геодезичних робіт.

3.5.3. Матеріально-технічні ресурси

Механізація будівельних та спеціальних будівельних робіт повинна бути комплексною та здійснюватися комплектами будівельних машин, обладнання, засобів малої механізації, необхідного монтажного оснащення, інвентарю та пристроїв.

Засоби малої механізації, обладнання, інструмент та технологічне оснащення, необхідні для виконання монтажних робіт, повинні бути скомплектовані у нормокомплекти відповідно до технології виконуваних робіт.

Таблиця 3.4 - Устаткування, машини, механізми та інструменти для монтажу сендвіч-панелей

N п/п	Найменування машин, механізмів, верстатів, інструментів та матеріалів	Марка	Од. вим.	Кіл-ть	Технічна характеристика	Призначення
1	Автомобільний кран	КС-8471	шт.	1	Табл.	Вантажно-розвантажувальні та монтажні роботи
2	Вакуумний витяг	Clad Doy	-	1	Вантажопідйомність- 2 тс	Монтажні роботи
3	Відтяжки з прядив'яного каната	d=15+20 мм	-	2	Lmin = 6 м	Стабілізація панелі
4	Механічний захоплення (струбцина)	-	-	1	Вантажопідйомність- 2 тс	монтажні роботи
5	Дриль	-	-	2	Максимальний. діаметр свердла (пробійника) 20 мм.	Свердління отворів у колонах

6	Вишка пересувна самохідна	BBC - 12	-	1	1	монтажні роботи
7	Нівелір	2Н-КЛ	-	2	2	Перевірка горизонту площин
8	Теодоліт	2Т-30П	-	1	Точність виміру 0,1 мм/м	Перевірка горизонту. та вертикальних площин
9	Рулетка сталева РС-20	ДСТУ 4179:2003	-	1	Довжина 20 м., Маса 0,35 кг	Вимірювання лінійних розмірів
10	Рівень будівельний УС2-П	ДСТУ EN 131-1/2	-	2	Точність виміру 0,1 мм/м	Перевірка горизонту площин
11	Відвіс сталевий будівельний		-	2	Маса схилу не більше 0,4 кг, довжина 98 м.	перевірка вертикальності
12	Підкоси	-	-	2	-	тимчасове кріплення
13	Лом сталевий монтажний	-	-	2	-	монтажні роботи
14	Каски будівельні	-	-	4	-	ТБ
15	Жилети помаранчеві	-	-	4	-	ТБ

3.5.4. Склад бригади

Роботи виконуються бригадою монтажників та оператором стрілового крана.

Бригада монтажників складається з чотирьох робітників: монтажник-бригадир, два монтажники та підсобний робітник. Монтажник-бригадир, найбільш досвідчений і кваліфікований робітник, здійснює за наказом організації керівництво роботами, координує виконання робіт, виконує сам і бере участь у виконанні найбільш відповідальних операцій, контролює якість робіт. Два робітники - монтажники, що мають кваліфікацію монтажника та досвід монтажних робіт з тришаровими сендвіч-панелями, виконують під керівництвом бригадира основний обсяг робіт. Підсобний робітник виконує за вказівкою бригадира операції: чищення та підготовку місць монтажу,

піднесення до місця монтажу інструменту та пристроїв, фасонних елементів, кріпильних деталей та інші не найвідповідальніші операції.

Кваліфікація монтажників повинна дозволяти на основі взаємозамінності послідовно та (або) паралельно виконувати всі роботи (операції) з монтажу фасаду

Таблиця 3.5 - Поопераційна карта на монтаж фасаду з тришарових сендвіч-панелей

Найменування операцій	Ручні машини, інструмент, пристрої	Виконавці	Опис операцій
1	2	3	4
Підготовка місць для монтажу тришарових сендвіч-панелей			
Розмітка точок розташування сендвіч-панелей	Рулетка, рівень, шнур	Два монтажники, монтажник-бригадир	Виробляють розмітку точок розташування сендвіч-панелей на поверхні сталевих колон. Наносять контрастною фарбою мітки з кроком, вказаним у проекті.
Установка тришарових сендвіч-панелей у проектне положення			
Стропування сендвіч-панелей	Спеціальний м'який строп. Спеціальне захоплення	Стропальник.	Готує сендвіч-панель до стропування, підводить м'який строп під панель, замикає строп.
		Старший стропальник.	Кріпить відтяжки. Перевіряє надійність стропування, подає команди кранівнику.
Подача краном сендвіч-панелей у проектне положення	Стріловий кран	Кранівник. Старший стропальник. Монтажник-бригадир.	Переміщення з відтяжками сендвіч-панелі на гаку у вертикальний та горизонтальний площинах до місця монтажу
Вивіряння та тимчасове кріплення сендвіч-панелі	Рулетка, рівень, шнур, шаблон	Два монтажники, монтажник-бригадир	Два монтажники приймають сендвіч-панель, встановлюють в проектне положення, виробляють тимчасове її закріплення.

			Монтажник-бригадир здійснює вивірку та контроль положення панелі в проектному положенні.
Кріплення тришарових сендвіч-панелей			
Закручування само-нарізаючих гвинтів у сталеві конструкції	Електродріль, шуруповерт	Два монтажники, монтажник-бригадир Підсобний робітник	Два монтажники встановлюють гвинти, що самонарізають. Монтажник-бригадир зміцнює панелі самонарізуючими гвинтами, контролює якість роботи.
Монтаж фасонних елементів тришарових сендвіч-панелей			
Установка фасонних елементів, обрамлень кутів, прорізів, сполучень	Рулетка, рівень, шнур, шаблон	Два монтажники, монтажник-бригадир	Два монтажники встановлюють фасонні елементи, утеплювач, регулюють, рихтують. Монтажник-бригадир вивіряє їхнє положення, підганяє їх у проектне положення.
Кріплення фасонних елементів, обрамлень кутів, прорізів, сполучень	Електродріль, шуруповерт	Два монтажники, монтажник-бригадир. Підсобний робітник.	Кріплять фасонні елементи гвинтами, що самонарізають. Монтажник-бригадир виробляє остаточну вивірку фасонних елементів, контролює якість роботи.

Таблиця 3.6 - ТЕП на монтаж сендвіч – панелей

№	Найменування	Одиниці виміру	Показники
1	Обсяг робіт	100м ²	24.88
2	Витрати праці загальні	чол.- год	358,21
3	Витрати праці машин	маш.-год	19,59
4	Вироблення	м ² ./чол.-дн.	14,15
5	Тривалість	дні	22

3.5.5. Методи виконання будівельно-монтажних робіт

Земляні роботи

До основних видів земляних робіт належать:

- уривка котлованів;
- уривка траншей;
- Рекультивація земель;
- планування ґрунту;
- роботи з розробки виїмок, вертикального планування;
- роботи з влаштування насипів та зворотних засипок;
- роботи з ущільнення ґрунтів природного залягання та влаштування ґрунтових подушок;
- роботи із закріплення ґрунтів;
- благоустрій території.

У цьому дипломному проєкті земляні роботи проводяться механізованим способом.

Монтажні роботи

Як основний вантажопідйомний механізм при будівництві будівлі рекомендується прийняти монтажний пневмоколісний кран КС-8471.

Безпека в процесі виконання робіт з підйому та переміщення вантажів забезпечується комплексом заходів, спрямованих на покращення умови праці та техніки безпеки на ділянках виконання робіт. Умови безпеки під час монтажу конструкцій регламентуються проєктом виконання робіт.

При експлуатації крана передбачити:

- майданчик складування будівельних матеріалів та конструкцій;
- Безпеку встановлення крана поблизу будівлі, яка визначається відстанню від башти крана до найближчих огорожувальних конструкцій;
- небезпечні зони для знаходження людей під час підйому, переміщення, встановлення та закріплення елементів та конструкцій.

Збірні елементи (металеві конструкції) повинні складуватися в зоні дії крана, монтаж частини елементів може виконуватися «з коліс».

Приймання збірних виробів та конструкцій, доставлених на будмайданчик, повинно проводитись з дотриманням таких вимог:

- всі вироби повинні мати маркування та паспорти, а також тавро ВТК підприємства-виробника;

- вироби не повинні мати зовнішніх дефектів та пошкодження (раковин, оголеної арматури, порушень товщини захисного шару, тріщин, розривів, викривлень тощо).

Монтаж збірних виробів та металоконструкцій дозволяється проводити лише після інструментальної перевірки відповідності проекту підстав, на які вони монтуються.

Монтаж елементів повинен здійснюватися потоковим методом із застосуванням раціональних монтажних схем, пристроїв, інструментів, з використанням типових траверс, захватів та стропів.

При монтажі слід дотримуватися таких вимог:

- послідовність монтажу повинна забезпечувати стійкість та геометричну незмінність змонтованої частини споруди на всіх стадіях монтажу та міцність монтажних з'єднань;

- комплектність установки конструкцій кожної ділянки (захватки, ярусу) будівлі та споруди повинна давати можливість проводити на змонтованій ділянці наступні роботи;

- має бути забезпечена безпека монтажних, загальнобудівельних та спеціальних робіт з урахуванням їх проведення за суміщеним графіком. Змонтовані вироби та конструкції до звільнення їх від захватів та стропів повинні бути надійно розкріплені тимчасовими або постійними зв'язками.

Розділ 4 Охорона праці

Проектом передбачено будівництво спортивно -оздоровчого комплексу у м. Полтава. Будівля є одноповерховою громадською спорудою спортивного призначення з металевим каркасом, прольотом 24 м та висотою до низу несучих конструкцій 9 м. Відповідно до функціонального призначення об'єкт належить до громадських будівель із масовим перебуванням людей, що зумовлює підвищені вимоги до забезпечення охорони праці, пожежної безпеки та безпечної експлуатації.

4.1. Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Проектування та подальше будівництво спортивно-оздоровчого комплексу в місті Полтава регламентується чіткою ієрархічною системою нормативно-правових актів України, що спрямовані на створення безпечних і нешкідливих умов праці на всіх етапах життєвого циклу об'єкта. Фундаментом цієї системи є Закон України «Про охорону праці» [1], який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на захист їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, а також встановлює єдиний порядок організації охорони праці, що поширюється на всі підприємства, установи та організації незалежно від форм власності. Під час зведення громадських будівель, зокрема спортивного призначення, обов'язковим є дотримання вимог Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності», який координує взаємодію суб'єктів господарювання та гарантує надійність і безпеку будівельної продукції. Безпосередні вимоги до безпеки виконання робіт на будівельних майданчиках визначаються державними будівельними нормами, серед яких ключове місце посідає ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» [2]. Цей документ встановлює суворі вимоги до організації робочих місць, експлуатації технологічного устаткування, засобів захисту працюючих від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, а також визначає відповідальність посадових осіб за порушення правил безпеки.

Організація будівельного виробництва та вибір конструктивних рішень для спортивно-оздоровчого комплексу тісно пов'язані з фізико-географічними та кліматичними характеристиками регіону будівництва. Місто Полтава розташоване в межах Лівобережно-Дніпровської лісостепової зони і, відповідно до чинних нормативних документів, зокрема ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [3], належить до конкретно визначених кліматичних районів за рівнями снігових, вітрових та температурних навантажень. Клімат Полтави є помірно-континентальним з відносно м'якою зимою та теплим літом, проте для безпечного ведення відкритих будівельних робіт необхідно враховувати сезонні коливання температур та можливість виникнення несприятливих метеорологічних явищ, таких як сильні вітри, ожеледиця або тривалі зливові опадів. Згідно з вимогами санітарного законодавства, зокрема ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», параметри повітряного середовища на робочих місцях будівельників, а в майбутньому - і персоналу комплексу, повинні суворо контролюватися, оскільки екстремальні температурні режими безпосередньо впливають на працездатність та рівень травматизму. В зимовий період при температурі повітря нижче допустимих меж нормативно передбачено облаштування спеціальних пунктів для обігріву працівників, регламентацію перерв в роботі або її повне зупинення на відкритому повітрі під час сильних морозів чи поривів вітру, що перевищують встановлені критичні значення.

Врахування кліматичного фактора м. Полтава на етапі проєктування є також гарантією безпечної експлуатації будівлі. Розрахункові значення товщини теплоізоляції огорожувальних конструкцій, потужності систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря залів для занять спортом закладаються з урахуванням середньої температури найхолоднішої п'ятиденки та тривалості опалювального сезону в регіоні. Це забезпечує не лише енергоефективність споруди, а й дотримання гігієнічних нормативів мікроклімату, запобігаючи утворенню конденсату, плісняви та застою повітря, що є потенційним ризиком для здоров'я відвідувачів і працівників закладу.

Інтеграція законодавчих вимог з охорони праці та детального аналізу локальних кліматичних умов дозволяє створити цілісну систему управління ризиками, яка мінімізує імовірність виробничого травматизму під час будівництва та забезпечує довговічну і безпечну експлуатацію спортивно-оздоровчого комплексу.

4.2. Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек

Процес зведення спортивно-оздоровчого комплексу в місті Полтава супроводжується динамічною зміною виробничого середовища, що зумовлює постійну присутність комплексу шкідливих та небезпечних факторів. Для забезпечення безпеки будівельників на майданчику проводиться детальний аналіз умов праці відповідно. Всі ризики поділяють на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. На етапі загальнобудівельних робіт (монтаж залізобетонного чи сталевих каркасів залів, зведення перекриттів, фасадні роботи) провідне місце посідають фізичні небезпечні фактори. Найвищий рівень ризику пов'язаний з виконанням робіт на висоті, де існує постійна загроза падіння працівників або падіння матеріалів та інструментів на людей, що перебувають внизу. Окрім цього, будівельний майданчик насичений рухомими машинами, механізмами та елементами вантажопідйомних кранів, які під час переміщення великогабаритних конструкцій створюють зони підвищеної небезпеки.

Важливим аспектом аналізу є оцінка шкідливих чинників, які мають тривалий негативний вплив на організм працюючих. Під час приготування будівельних розчинів, шліфування поверхонь, зварювання та різання металу в повітря робочої зони виділяється значна кількість пилу (цементного, силікатного) та зварювальних аерозолів. Регулярне перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) цих речовин може призвести до професійних захворювань органів дихання. Експлуатація важкої будівельної техніки, компресорів, перфораторів та ручного електроінструменту генерує підвищені рівні шуму та локальної або загальної вібрації. Тривала дія вібрації та шуму

погіршує координацію рухів, викликає швидку втомлюваність та може стати причиною віброхвороби чи стійкого зниження слуху у робітників. Психофізіологічні фактори, такі як фізичні перевантаження (підйом важких речей вручну) та нервово-психічне напруження під час виконання складних технологічних операцій, суттєво знижують концентрацію уваги, збільшуючи ймовірність помилок.

Особливістю будівництва великих громадських споруд є також ризик ураження електричним струмом через використання розгалужених тимчасових електромереж та потужного силового обладнання в умовах відкритого простору. З урахуванням помірно-континентального клімату Полтави, додаткове навантаження на організм працівників створюють метеорологічні умови. Робота в літній період під прямими сонячними променями при високих температурах загрожує тепловим перегріванням, а в зимовий період - переохолодженням, ожеледиця ж різко збільшує ризик травматизму внаслідок падіння під час пересування майданчиком. Згідно з вимогами ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» [2], ідентифікація всіх зазначених факторів на етапі проектування є обов'язковою умовою для розробки ефективного плану з охорони праці будівельного майданчика (ПОП), що дозволяє заздалегідь передбачити захисні заходи, знизити ризики до мінімально допустимого рівня та зберегти життя і здоров'я персоналу.

Для систематизації виявлених ризиків та прогнозування їх впливу на організм будівельників, основні небезпечні та шкідливі виробничі чинники під час зведення спортивно-оздоровчого комплексу зведені в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 - Класифікація потенційних небезпек та шкідливих факторів на будівельному майданчику

Група факторів	Назва виробничого фактора	Основні джерела виникнення на майданчику	Потенційні наслідки для працівників
Фізичні небезпечні	Розташування робочого місця на значній висоті	Монтаж каркаса залів, покрівельні та фасадні роботи, зведення перекриттів	Падіння з висоти, тяжкий травматизм, переломи, загроза для життя
	Рухомі машини, механізмами та їхні частини	Робота підйомних кранів, екскаваторів, бетононасосів, автотранспорту	Наїзди, придавлювання, механічні травми, забиття
	Електричний струм	Тимчасові силові мережі, підключення ручного електроінструменту	Електричні удари, опіки, фібриляція серця, електротравми
Фізичні шкідливі	Виробничий шум та локальна/загальна вібрація	Робота компресорів, перфораторів, віброплит для ущільнення бетону	Погіршення слуху, швидка втомлюваність, розвиток вібраційної хвороби
	Несприятливий мікроклімат (термічні	Кліматичні особливості м. Полтава (літня	Тепловий перегрів, сонячні удари,

	фактори)	спека, зимові морози, вітер)	обмороження, застудні захворювання
Хімічні шкідливі	Промисловий пил та зварювальні аерозолі	Замішування сухих сумішей, шліфування стін, електрозварювальні роботи	Подразнення слизових оболонок, хронічні захворювання легень (пневмоконіози)
Психофізіологічні	Фізичні перевантаження та нервово-психічне напруження	Ручне перенесення важких матеріалів, монотонна робота на висоті	Кореневі болі, травми опорно-рухового апарату, зниження концентрації уваги

4.3. Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Для детального аналізу ризиків на об'єкті проєктування - спортивно-оздоровчому комплексі в м. Полтава - доцільно розглянути професію монтажника будівельних конструкцій. Ця спеціальність є однією з ключових під час зведення великопробовних залів, критих басейнів та трибун, і водночас вона характеризується найвищими рівнями виробничих ризиків. Дослідження ймовірності реалізації небезпек проводиться з метою кількісної та якісної оцінки можливих втрат і розробки превентивних заходів.

Оцінка ризиків здійснюється за допомогою матричного методу, який базується на визначенні двох основних параметрів: ймовірності (частоти)

виникнення небезпечної події та тяжкості її наслідків (нанесеної шкоди здоров'ю). Відповідно до ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці» [4], такий підхід дозволяє класифікувати ризики за рівнями (низький, середній, високий, критичний) та визначити пріоритетність впровадження захисних заходів.

Для якісної оцінки ризиків професії монтажника використаємо шкалу, де ймовірність та тяжкість наслідків оцінюються за 5-бальною системою (від 1 - мінімальний рівень, до 5 - максимальний рівень). Перетин цих параметрів в матриці визначає кінцевий рівень ризику (Добуток = Ймовірність × Тяжкість). Матриця оцінки ризику представлена в табл. 4.2.

Таблиця 4.1 - Матриця оцінки виробничих ризиків для професії монтажника

Тяжкість наслідків / Ймовірність події	1 - Мало ймовірна	2 - Рідка	3 - Можлива	4 - Вірогідна	5 - Майже неминуча
5 - Катастрофічна (смерть, інвалідність)	5 (Середній)	10 (Високий)	15 (Критичний)	20 (Критичний)	25 (Критичний)
4 - Тяжка (травми з тривалою втратою працездатності)	4 (Низький)	8 (Середній)	12 (Високий)	16 (Критичний)	20 (Критичний)
3 - Середня (травми з тимчасовою)	3 (Низький)	6 (Середній)	9 (Середній)	12 (Високий)	15 (Високий)

втратаю працездатнос ті)					
2 - Мала (мікротравм и, перша допомога)	2 (Низький)	4 (Низьки й)	6 (Середній)	8 (Середній)	10 (Високий)
1 - Незначна (без травм і погіршення здоров'я)	1 (Низький)	2 (Низьки й)	3 (Низький)	4 (Низький)	5 (Середній)

Розподіл рівнів ризику за балами:

1–4 - Низький ризик (умови прийнятні, потрібен періодичний контроль);

5–9 - Середній ризик (необхідно вжити заходів для зниження ризику в плановому порядку);

10–12 - Високий ризик (необхідні термінові заходи щодо безпеки);

15–25 - Критичний ризик (роботи проводити заборонено до усунення небезпеки).

Спираючись на побудовану матрицю, проведемо безпосередній аналіз ризиків реалізації головних небезпек для монтажника будівельних конструкцій під час монтажу великопрольотних елементів покриття спортивного комплексу:

1. Падіння з висоти (вище 1,3 м). Тяжкість наслідків оцінюється найвищим балом (5 - катастрофічна), оскільки падіння з висоти монтажних горизонтів зазвичай призводить до летальних наслідків. За відсутності сучасних засобів колективного захисту ймовірність оцінюється як можлива (3). Таким чином, загальний ризик становить 15 балів (критичний). Це вимагає обов'язкового використання суцільного інвентарного загородження, страхувальних канатів та ПЛР (планів виконання робіт на висоті) [5].

2. Вплив рухомих частин крана та вантажу, що переміщується. Тяжкість наслідків притиснення або удару конструкцією є тяжкою (4), а ймовірність у процесі інтенсивного монтажу - рідкою (2). Показник ризику дорівнює 8 балам (середній). Ризик мінімізується чітким сигнальним зв'язком, призначенням стропильників та визначенням небезпечних зон роботи крана.

3. Ураження електричним струмом ручного інструменту. За умови роботи на відкритому просторі (можлива вологість, дощ у м. Полтава) тяжкість наслідків оцінюється як тяжка (4), ймовірність - рідка (2). Ризик становить 8 балів (середній). Захист досягається застосуванням інструменту класу безпеки II та підключенням через пристрої захисного відключення (ПЗВ).

4. Несприятливі погодні умови (ожеледиця, сильний вітер). Кліматичні чинники Полтавського регіону в зимовий період підвищують ймовірність падіння на робочій поверхні до вірогідної (4), а тяжкість наслідків травмування на рівні землі або риштувань оцінюється як середня (3). Ризик становить 12 балів (високий). Вимагає повного очищення робочих місць від снігу, посипання піском або зупинення робіт на висоті при швидкості вітру понад 15 м/с.

Впровадження розробленої матриці в систему управління охороною праці під час будівництва спортивно-оздоровчого комплексу дозволяє керівникам робіт наочно оцінювати небезпечні операції, раціонально розподіляти ресурси на придбання ЗІЗ та забезпечувати нульовий рівень смертельного травматизму на робочих місцях.

4.4. Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування

Для забезпечення безпеки та покращення умов праці на будівельному майданчику і під час подальшої експлуатації спортивно-оздоровчого комплексу в місті Полтава впроваджується комплекс взаємопов'язаних організаційно-технічних, архітектурно-планувальних та спеціальних воєнно-безпекових

рішень. Згідно з вимогами ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві», виконання будь-яких будівельно-монтажних робіт на об'єкті дозволяється лише після затвердження Проекту виконання робіт (ПВР), який регламентує безпеку на кожному етапі. Організаційно-технічний блок заходів включає створення суцільних інвентарних захисних огорожень по периметру монтажних горизонтів великопрольотних спортивних залів та обов'язкове використання монтажниками сучасних лямкових запобіжних посиленних поясів із подвійними стропами. Електробезпека на відкритому просторі досягається прокладанням тимчасових мереж виключно в захищеному виконанні, заземленням металевих частин усього устаткування та підключенням ручного інструменту через пристрої захисного відключення (ПЗВ) зі струмом спрацьовування до 30 мА. Транспортна безпека реалізується через чітке розмежування зон руху пішоходів та важкої техніки, встановлення сигнальних знаків та обмеження швидкості руху автотранспорту майданчиком до 10 км/год. З урахуванням кліматичних умов Полтавського регіону, для робітників створюються належні санітарно-побутові умови шляхом розгортання тимчасових вагончиків, які влітку кондиціонуються, а взимку забезпечують ефективне опалення та сушіння спецодягу.

Архітектурно-планувальні заходи інтегруються безпосередньо в об'ємно-просторову структуру будівлі відповідно до норм ДБН В.2.2-13-2003 «Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди» [6] з метою захисту майбутнього персоналу та відвідувачів. Функціональне планування комплексу передбачає повне розділення потоків спортсменів, глядачів та обслуговуючого персоналу, що виключає утворення зустрічних заторів і скупчень людей. Шляхи евакуації з універсальних залів та басейну проєктуються з розрахунковою шириною проходів, оснащуються протипожежними дверима із системами швидкого відкривання «антипаніка» та ведуть безпосередньо назовні або у безпечні зони. Комфортний і безпечний мікроклімат усередині приміщень гарантується впровадженням потужної припливно-витяжної

вентиляції з механічним спонуканням та автоматичним контролем вологості у зоні критих басейнів, що запобігає шкідливому накопиченню хлорвмісних аерозолів в повітрі робочої зони працівників. Спортивні зали також забезпечуються комбінованим природним і штучним освітленням без ефекту засліплення, що мінімізує втому очей та знижує ризик травматизму під час тренувань.

Особливе місце в сучасних умовах посідають заходи цивільного захисту в період дії воєнного стану, спрямовані на захист людей від засобів ураження. Відповідно до ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» [7], в підвальному поверсі спортивно-оздоровчого комплексу проєктується споруда подвійного призначення із захисними властивостями протирадіаційного укриття (ПРУ) або сховища. Ця споруда розрахована на повну одночасну місткість персоналу та відвідувачів, має автономну фільтровентиляційну установку, запаси технічної і питної води, медикаменти, два незалежні евакуаційні виходи та резервний дизель-генератор. На етапі будівництва та під час експлуатації впроваджується суворий регламент дій при сигналі «Повітряна тривога», який транслюється через інтегровану систему гучномовного оповіщення. Після сигналу ПВР зобов'язує негайно зупинити всі монтажні процеси, особливо роботу кранів та операції на висоті, знеструмити техніку та перевести персонал до захисної споруди. Для підвищення загальної живучості будівлі її тримальний каркас виконується з монолітного залізобетону, що запобігає прогресуючому обваленню споруди у разі локального вибухового пошкодження, а великі площі скління фасадів оснащуються захисними протиударними плівками, які утримують небезпечні гострі осколки.

Висновок

В розділі виконано комплексний аналіз умов праці та безпеки для проєкту спортивно-оздоровчого комплексу в м. Полтава. За допомогою матричного методу оцінки ризиків досліджено професію монтажника будівельних конструкцій. Найбільш критичним визначено ризик падіння з висоти, також

ідентифіковано загрози від рухомої техніки, електричного струму у вологих умовах, впливу шуму, вібрації та будівельного пилу.

Для нейтралізації небезпек сформовано комплекс організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів.

В умовах воєнного стану в підвальному поверсі комплексу запроєктовано споруду подвійного призначення (укриття) з автономною фільтровентиляцією та резервним дизель-генератором. Затверджено регламент негайного припинення робіт за сигналом «Повітряна тривога», а конструктивну живучість будівлі підвищено завдяки монолітному залізобетонному каркасу та захисному армуванню фасадного скління плівками. Запропоновані рішення мінімізують травматизм на стадії будівництва та гарантують безпеку відвідувачів і персоналу комплексу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основи та фундаменти. Навчальний посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / І.О.Парфентьєва, О.В. Верешко, Д.А. Гусачук – Луцьк: ЛНТУ, 2017. – 296с.
2. Методичні рекомендації до виконання та оформлення бакалаврських робіт (для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» освітня програма «Промислове та цивільне будівництво») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. О. М. Пустовойтова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 30 с.
3. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л. М. Шутенко, О. Г. Рудь, О. В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка ; пер. з рос. ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с.
4. ДБН В.1-10:2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проєктування. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. – 36 с.
5. ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с. – Чинний від 01.01.2012.
6. ДБН В.2.5-13-98. Пожежна автоматика будинків і споруд.
7. ДБН В.1.2-14:2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с. – Чинний від 01.12.2009.
8. ДБН А.2.2-12:2018. Планування і забудова територій. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. – 187 с.
9. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель : зміна № 1 / ДП НДІБК. – Київ : Мінрегіон України, 2010. – 37 с.
10. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
11. ДСТУ Б В.2.5 32:2007. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Труби безнапірні з поліпропілену, поліетилену, НПВХ

- та фасонні вироби до них для зовнішніх мереж каналізації та кабельної каналізації. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. – 45 с.
- 12.ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013. Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 29 с.
- 13.ДБН В.1.1-7:2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – Київ : Держбуд України, 2003. – 36 с.
- 14.ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 137 с.
- 15.ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – Київ : Мінрегіон України, 2019. – 185 с.
- 16.ДБН В.2.2-9:2009. Громадські будинки та споруди. – Київ : Мінрегіон України, 2010. – 69 с.
- 17.НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні. – Київ, 2004. – 86 с.
- 18.НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підйомних пристроїв і відповідного обладнання та інших нормативно-правових актів з питань охорони праці.
- 19.ДБН А.2.1-1:2008. Інженерні вишукування для будівництва. – Київ : Мінрегіон України, 2014. – 128 с.
- 20.ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі Змін. №1 та №2
- 21.ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. – Київ : Мінрегіон України, 2012. – 122 с.
- 22.ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 130 с.
23. ДСТУ 8539:2015 Прокат для будівельних сталевих конструкцій. Загальні технічні умови
- 24.ДСТУ Б В.2.6-15:2011 «Конструкції будинків і споруд. Вікна та двері полівінілхлоридні. Загальні технічні умови».

- 25.ДСТУ Б В.2.6-23:2009 «Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні дерев'яні. Загальні технічні умови».
- 26.ДСТУ Б EN 14351-1:2020 «Вікна та двері. Стандарт на продукцію, експлуатаційні характеристики. Частина 1. Вікна та зовнішні двері».
- 27.ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT)
28. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ. Редакція від 01.01.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.
29. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 79 с.
30. ДБН В.1.2-2:2006. Система надійності та безпеки в будівельній індустрії. Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ: Мінбуд України, 2006. 60 с.
31. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охорони здоров'я та безпеки праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 42 с.
32. НПАОП 45.2-1.12-11. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. Київ: Мінсоцполітики України, 2011. 94 с.
33. ДБН В.2.2-13-2003. Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. Київ: Держбуд України, 2004. 112 с.
34. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. Київ: Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 146 с.