

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Будівельний факультет
Кафедра: Промислового, цивільного і міського будівництва
Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма: Промислове і цивільне будівництво

Сергія Козаріза
(ім'я та прізвище)

Магістрант групи ЗПЦБ-23 чл
м. Кривий Ріг вул. В. Великого 5, 38 кв. 150
(домашня адреса)

ДОПУСКАЮ ДО ЗАХИСТУ

Зав. каф. промислового, цивільного і
міського будівництва
К. Т. Н., проф.

О.І. Валоной

20

будівництво нової вогню-насосної станції в умовах
двохэтажного комплексу збачення концентрату АТ „Півдгзк“
з використанням екотехнологічних рішень

Розрахунково-пояснювальна записка до магістерської роботи

11.11.2024 Сергія Козаріза
(підпис, дата) (ім'я та прізвище дипломника)

Керівник

9.11.2024 Сергія Соуно
(підпис, дата) (ім'я та прізвище)

КОНСУЛЬТАНТИ:

- з варіант. проєктування –	<u>9.12.24</u> <u>Сакун С.І.</u> (підпис, дата) (ім'я та прізвище)
- з архітектури –	<u>1.11.24</u> <u>Шимченко Р.О.</u> (підпис, дата) (ім'я та прізвище)
- з конструкцій –	<u>9.12.24</u> <u>Сакун</u> (підпис, дата) (ім'я та прізвище)
- з основ та ф-тів –	<u>1.11.24</u> <u>Шимченко Р.О.</u> (підпис, дата) (ім'я та прізвище)
- з техн. та орг. буд-ва –	<u>1.11.24</u> <u>Коваленко</u> (підпис, дата) (ім'я та прізвище)
- з економіки –	<u>15.11.24</u> <u>Коваленко Л.В.</u> (підпис, дата) (ім'я та прізвище)
- з наукової частини –	<u>9.12.24</u> <u>Роман</u> (підпис, дата) (ім'я та прізвище)
- з безпеки життєдіяльності –	<u>28.10.24</u> <u>Шанованов О.А.</u> (підпис, дата) (ім'я та прізвище)
- з охорони праці –	<u>28.10.24</u> <u>Шанованов О.А.</u> (підпис, дата) (ім'я та прізвище)
- з екології –	<u>28.10.24</u> <u>Шанованов О.А.</u> (підпис, дата) (ім'я та прізвище)
- з нормоконтролю –	<u>9.12.24</u> <u>Сакун</u> (підпис, дата) (ім'я та прізвище)

Роботу закінчено 9 грудня 2024р.

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Будівельний факультет
Кафедра: Промислового, цивільного і міського будівництва
Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. Кафедрою Валовой О.І.

" " 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Козаріз Сергій Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи Будівництво нової вакуум-насосної станції в умовах діючого комплексу збагачення концентрату АТ «ПВДГЗК» з використанням енергоефективних підходів затверджена наказом по інституту від " " 2024 р. №
- Термін здачі студентом закінченої роботи _____


3. Вихідні дані до роботи Район будівництва -м. Кривий Ріг. Призначення-промислова будівля. Мета-підвищення якості концентрату. Будівля станції -прямокутна в плані розміром 24,5x50,55 м В осях 1-10 конструктивна розділена на два об'єми, межа суміщення між осями 2-3, перепад висот по осі 3. Конструкція машинного залу однопрогонова каркасного типу в осях 3-10, розміром 24,5x42 м і висотою 16,830 м. Будівля підстанції і ПСУ-триповерхова, розташована в осях 1-2 розміром 8x24,5 м. Висота електроприміщень першого поверху 4,2 м, службових приміщень -3,0 м. Висота третього поверху - 4,0 м. Службового приміщення - 3,0 м. Доступ в приміщення другого і третього поверху запроєктовано по внутрішнім металевим сходам, які розташовано між осями 3-4 та рядами Г-Д. Евакуаційний вихід передбачений по зовнішнім відкритим металевим сходам типу С3 у осі 1 між рядами А-Б. В машинному залі передбачено кран $Q=15t$, режим роботи А3. Фундаменти-монолітні залізобетонні. Каркас металевий. Стіни машинного залу прийняті із сендвіч-панелей. Стіни прибудованих електроприміщень передбачено з керамічної цегли товщиною 380 мм з утепленням мінераловатними плитами і облицовкою листами із профільованого настилу. Внутрішні перегородки-товщиною 150-250 мм з керамічної цегли. Перекриття прибудованих приміщень-монолітні, залізобетонні по монолітним залізобетонним поясам. Покриття-монолітне по монолітному залізобетонному поясу. Для природнього освітлення передбачено стрічкове скління з ПВХ профілів. Покрівля машинного залу запроєктована двохсхилою з ухилом 10% з утеплених сендвіч панелей по сталевому каркасу Покрівля ПСУ -односхильна з рулонного матеріалу. Висота парпету +12,100. Із зовнішнім організованим водостоком. По периметру покрівлі влаштовано парпетні огородження. Вихід на покрівлю по зовнішнім металевим відкритим сходам.

- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)
Архітектурно-будівельний розділ: опис генплану, опис об'ємно-планувального рішення, опис архітектурно- конструктивного рішення, теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.
Розрахунково-конструктивний розділ: Розрахунок та конструювання в ПК Ліра-САПР ферми перекриття та підкранової балки. **Основи та фундаменти:** Проектування монолітного фундаменту.
Технологія і організація будівництва: Технологія та організація потокового виконання основних процесів. Технологічні карти на виконання основних будівельних процесів. Календарний або сітковий графіки зведення об'єкта. Будівельний генеральний план об'єкта. **Економіка будівництва:** розробка кошторисної документації. Охорона праці та безпека життєдіяльності. Екологія будівництва.
Науковий розділ: оцінка і забезпечення теплової надійності та енергоефективності зовнішніх стін.

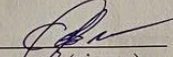
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) **Архітектурно - будівельна частина** -3 арк. (плани, розрізи, фасади, генплан, вузли) **Конструктивно-розрахункова частина** 4 арк. (розрахункові схеми, загальні види конструкцій, металева ферма, підкранова балка, деталі, специфікації матеріалів). **Технологія -та організація будівництва** -3 арк. (технологічна карта; календарний графік робіт, будівельний генеральний план, графік надходження на об'єкт будівельних конструкцій, деталей, напівфабрикатів, та основних матеріалів. **Наукова частина** - 1 арк.

Дата видачі завдання _____

Керівник роботи


(підпис)

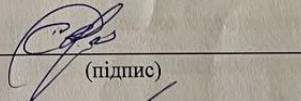
Завдання прийняв до виконання


(підпис)

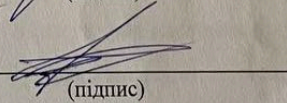
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Архітектурно-будівельний розділ	2.09-22.09.24	
2	Конструктивно-розрахунковий розділ	23.09-6.10.24	
3	Розділ основ та фундаментів	7.10-20.10.24	
4	Розділ технології та організації будівництва	21.10-3.11.24	
5	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	4.11-10.11.24	
6	Розділ екології	11.11-17.11.24	
7	Розділ економіки	18.11-1.12.24	
8	Науково-дослідний розділ	2.09-1.12.24	

Студент дипломник


(підпис)

Керівник проекту/роботи


(підпис)

Анотація

Магістерська робота присвячена розробці проекту будівництва нової вакуум-насосної станції на території діючого комплексу збагачення концентрату АТ «ПВДГЗК» з використанням сучасних енергоефективних технологій.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю модернізації виробничих потужностей підприємства з метою переходу на більш екологічні та енергоефективні технології.

Мета роботи полягає у розробці оптимального проекту будівництва нової вакуум-насосної станції, який забезпечить високу ефективність роботи, мінімальне споживання енергії та збереження довкілля.

Для досягнення мети були розроблені архітектурно-будівельні рішення, виконані розрахунки окремих металевих конструкцій та фундаментів, обґрунтована технологія та організація робіт по будівництву вакуум-насосної станції, висвітлені питання охорони праці та екології, та наведені кошториси на зведення будівлі.

В науковій частині роботи проведена оцінка теплової надійності та довговічності огорожувальних конструкцій виготовлених із застосуванням енергоощадних матеріалів на основі аналізу їх властивостей та досвіду застосування. Встановлено, що зниження теплозахисних властивостей в перші 8 років експлуатації будівлі відбувається досить швидко за експериментально визначеною експоненціальною функціональною. Розрахункове настання строку капітальних ремонтів утеплювачів зовнішніх стін будівель знаходяться в межах 20-30 років.

Практичне значення. Підприємство АТ «ПВДГЗК» врахувало результати роботи при підвищенні енергоефективності будівлі вакуум-насосної станції. Результати дослідження можуть бути корисні для інших підприємств гірничо-металургійного комплексу.

Ключові слова: вакуум-насосна станція, проектування, енергоефективність, гірничо-металургійний комплекс, АТ «ПВДГЗК».

Зміст пояснювальної записки

Вступ.....	9
1. Архітектурно-будівельний розділ	10
1.1. Загальні відомості	11
1.2. Інженерно-геологічні умови будівництва.	12
1.3. Опис технологічного (функціонального) процесу	15
1.4. Опис генерального плану	15
1.5. Об'ємно-планувальні рішення.....	18
1.6. Конструктивне рішення будівлі і її елементів	20
1.6.1. Машинна зала вакуум-насосної станції:	20
1.6.2. Прибудовані електроприміщення (будівля підстації та ПСУ):	22
1.7. Інженерне обладнання будівель	23
1.8. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	24
1.8.1. Вихідні дані:	24
1.8.2. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	25
2. Розрахунково-конструктивний розділ	28
2.1. Вихідні дані для розрахунку	29
2.2. Розрахунок підкранової балки.....	30
2.3. Розрахунок плоскої рами виробничої будівлі та ферми.	36
2.3.1. Розрахунок навантажень.....	36
2.3.2. Колони	36
2.3.3. Стінові панелі.....	40
2.3.4. Снігове навантаження	41
2.3.5. Вітер	41

2.3.5.1. Вітер (навітрена сторона)	41
2.3.5.2. Вітер (підвітрена сторона)	42
2.4. Розрахунок та порівняння ферм	43
2.4.1. Початкові характеристики елементів ферми	43
2.4.2. Перший варіант ферми	43
2.4.3. Другий варіант ферми	50
3. Основи та фундаменти	57
3.1. Вихідні дані для проектування	58
3.2. Обґрунтування вибору конструкцій фундаментів	59
3.3. Розрахунок та конструювання фундаментів	59
3.3.1. Визначення додаткових характеристик ґрунтів	59
3.3.2. Визначення постійних та тимчасових навантажень на фундаменти по крайнім та середнім осям будівлі	62
3.3.3. Визначення глибини закладання фундаменту	68
3.3.4. Визначення розмірів подошви фундаменту під колону	69
3.3.5. Розрахунок осідання фундаменту під колону за методом пошарового підсумовування	72
4. Технологія та організація виробництва	81
4.1. . Організаційно-технологічна схема будівництва	82
4.2. Визначення обсягів робіт	82
4.3. Технологічна карта на влаштування котловану	83
4.3.1. Область використання	83
4.3.2. Земляні роботи	83
4.3.3. Опис технологічної карти	83

4.4. Технологічна карта на монтаж крокв'яних ферм та прогонів покриття	85
4.4.1. Область використання.....	85
4.4.2. Вибір типу крана.....	85
4.4.3. Опис технологічної карти	87
4.5 . Технологія монтажу сендвіч-панелей.....	89
4.6. Організація будівництва.....	91
4.6.1. Календарний графік зведення об'єкта.....	91
4.6.2. Розрахунок потреби матеріально-технічних ресурсів.	91
4.6.3. Розрахунок потреби матеріалів, напівфабрикатів, збірних конструкцій.....	92
4.6.4 Розрахунок потреби будівельних машин, обладнання і транспортних засобів.....	94
4.6.5 Будівельний генеральний план об'єкта.....	95
4.6.6 Розрахунок потреби води.....	96
4.6.7 Розрахунок потреби електроенергії.....	98
4.6.8. Освітлення будівельного майданчика	100
5. Економіка будівництва.....	101
5.1. Пояснювальна записка	102
5.2. Зведений кошторисний розрахунок	104
5.3. Об'єктний кошторис	105
5.4. Локальний кошторис з розрахунком договірної ціни	106
5.5. Розрахунок загальновиробничих витрат	111
5.6. Техніко-економічні показники проекту.....	112
6. Охорона праці та безпека життєдіяльності	114

6.1 Загальні положення безпеки життєдіяльності, охорони праці та техніки безпеки.....	115
6.2. Забезпечення безпеки життєдіяльності та охорони праці під час організації будівельно-монтажних робіт	118
6.3. Техніка безпеки при розробці котловану	121
6.4. Техніка безпеки при монтажі ферм та прогонів покриття.	121
6.4 Забезпечення безпечних умов під час монтажу фасадних та покрівельних сендвіч-панелей.....	123
6.5. Забезпечення пожежної безпеки під час організації будівельно-монтажних робіт.....	124
7. Екологія будівництва.....	127
7.1 Характеристика ділянки будівництва	128
7.2 Викиди в атмосферу	128
7.3. Збереження ґрунту та управління відходами виробництва	130
7.4 Заходи з охорони довкілля в період будівництва.....	133
7.5 Екологічні особливості використання сендвіч-панелей.....	134
7.6 Екологічність використання мінеральної вати в сендвіч-панелях .	135
8. Науковий розділ	137
8.1.Вступ	138
8.2.Визначення мети і постановка задач дослідження.....	139
8.3.Аналіз і узагальнення інформаційних джерел за обраною темою .	139
8.4.Огляд особливостей сучасних огорожувальних конструкцій, що забезпечують енергоефективність зовнішніх стін.....	141
8.5. Питання оцінки теплової надійності та довговічності енергоефективних огорожувальних конструкцій.....	145

8.6. Теоретичне визначення строків заміни огорожувальних конструкцій і на основі цього планування їх капітального ремонту.....	146
8.7. Висновки.....	152
Перелік використаної літератури	154
Додатки.....	159
Додаток А Мозаїки напружень в балці рис.2.3-2.11	160
Додаток В Значення снігових навантажень табл. 2.5.....	164
Додаток С Вихідні дані для розрахунку вітер (навітрена сторона) табл 2.6.	165
Додаток D Вихідні дані для розрахунку вітер (підвітрена сторона) табл. 2.7	166
Додаток Е Розрахункові схеми для першого варіанту ферми рис. 2.22-2-24	167
Додаток F Розрахункові схеми для другого варіанту ферми рис. 2.35 – 2.37	168
Додаток G Специфікація елементів з розрахованим та підібраним перерізом табл. 2.14	169
Додаток H Збір навантажень на фундаменти табл. 3.2 -3.5.....	170
Додаток I Навантаження на фундамент колони по осі 5	172
Додаток J Відомість обсягів робіт табл. 4.1	173
Додаток К Потреба в матеріалах, полуфабрикатах, та збірних конструкціях табл. 4.4.	176
Додаток L Потреба в основних будівельних машинах, обладнанні та транспортних засобах табл. 4.6.....	179

ВСТУП

Будівельна галузь є рушійною силою економіки, забезпечуючи створення та розвиток інфраструктури. Сучасні тенденції у будівництві спрямовані на підвищення енергоефективності споруд. Енергоефективні будівлі не лише знижують витрати на експлуатацію, але й сприяють збереженню природних ресурсів та поліпшенню екологічної ситуації [1,2].

Завдяки розвитку будівельних технологій з'явилася можливість створювати будівлі, які мінімально залежать від зовнішніх джерел енергії. Сучасні матеріали та системи забезпечують високий рівень теплоізоляції та герметичності, що дозволяє значно знизити витрати на опалення та кондиціонування.

Створення енергоефективних будівель вимагає комплексного підходу, який включає в себе наявність чітких будівельних норм, команди досвідчених фахівців, які розуміють принципи енергозбереження, широкого асортименту енергоефективних матеріалів, наукових розробок у цій сфері та, що важливо, стабільного попиту на такі об'єкти.

Хоча існують різні концепції енергоефективного будівництва, більшість з них передбачають два основних напрямки: посилення теплоізоляції будівель для зменшення теплових втрат та використання сучасних інженерних систем, які забезпечують ефективне опалення, вентиляцію та освітлення [3,4].

Для досягнення максимальної енергоефективності будівлі, першочерговим завданням є поліпшення її теплоізоляції. Тільки за умови мінімізації теплових втрат через зовнішні стіни, дахи та вікна доцільно впроваджувати складні інженерні системи.

Таким чином, всі заходи з підвищення енергоефективності, починаючи від теплоізоляції і закінчуючи установкою сучасного обладнання, мають бути економічно обґрунтованими та окупатися протягом терміну експлуатації будівлі.

1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Загальні відомості

Об'єкт будівництва – нова вакуумна насосна станція №4, призначена для забезпечення безперебійної роботи рудозбагачувальної фабрики №2 Південного гірничо-збагачувального комбінату.

Вакуум насосна станція розташована в Кривому Розі, Дніпропетровській області на території рудозбагачувальної фабрики №2 (РЗФ-2) Акціонерного товариства «Південний гірничо-збагачувальний комбінат» (АТ «ПВДГЗК»). Її основне завдання – підтримувати стабільний вакуум у системі на рівні 0,85 кгс/см². Для цього необхідно забезпечити безперервну подачу 420 м³ технічної води за годину.

Максимальне електричне навантаження станції становить 9500 кВт.

Будівля станції має прямокутну форму розміром 24,5 x 50,55 метрів і площею 1238,475 квадратних метрів.

Будівельні роботи відбудуватимуться на діючому підприємстві, з урахуванням усіх необхідних заходів безпеки

Згідно з даними ДБН В.2.6-31:2016 та ДСТУ-НБВ.1.1-27:2010, будівельний майданчик розташований у II кліматичному районі зі значними амплітудами температур, високою вологістю та сильними вітрами і має такі характеристики [5,6]:

- в холодну добу розрахункова температура повітря в середньому складає мінус 23°C;
- у найбільш холодну п'ятиденку температура зовнішнього повітря забезпеченістю 0,92 за розрахунками складає мінус 17°C;
- за рік випадає опадів 475 мм;
- відносна вологість в середньому за рік 73%;
- швидкість вітру максимально складає 5,2 м/с;
- напрямок вітру – переважно північно-східний, східний;
- в зимовий і весняний період швидкість вітру 5,6-5,8 м/с, в літній і осінній період швидкість вітру 4,1-4,4 м/с;

- глибина промерзання ґрунту за нормативами складає 0,9 м.

Ці фактори необхідно враховувати при розробці проекту, зокрема при виборі теплоізоляційних матеріалів, систем опалення та гідроізоляції.

У відповідності з нормативами в районі будівництва приймаються такі навантаження [7]:

- вітрове навантаження (характеристичне значення) – 440 Па;
- снігове навантаження (характеристичне значення) – 1110 Па;
- стінка ожеледиці (товщина) – 19 мм;
- при ожеледиці навантаження вітрове – 260 Па.

Опис рельєфу будівельного майданчика.

Будівельний майданчик розташований на території рудозбагачувальної фабрики №2, яка вже забудована. Верхня частина поверхні землі ускладнена такими факторами, як відсипання та планування ґрунтів. На майданчику можливо існування підземних інженерних споруд та комунікації, які візуально визначити не можна.

На окремих ділянках внаслідок планування поверхні утворилися насипні ґрунти потужність яких невитримана.

1.2. Інженерно-геологічні умови будівництва.

Враховуючи сукупність факторів, вказаних в нормативній літературі, ділянку робіт на якій буде проведено будівництво відносимо до II (середньої) категорії складності інженерно-геологічних умов [8].

У межах будівельної площадки геолого-літологічний розріз представлений техногенними відкладеннями, а саме:

- чергуванням шарів бетону та щебню, які мають висоту від 0,7 м до 0,8 м;
- щебнем, який заповнений суглинистим заповнювачем і має висоту 0,4 м;
- піском, насипаним на ділянці, який має середню щільність, включення будівельного сміття, щебню та грудок супіску і насичений водою лише в підшві. Висота шару піска від 7,3 м до 8,7 м;

- піщанистими супісками, піщанистими, консистенція яких від пластичності до до текучості, висотою від 7,3 м до 8,7 м;

- пісками середньої щільності з прошарками супіску, які насичені водою і мають висоту від 1,1 м до 1,4 м.

Ґрунти на майданчику не володіють просадковими властивостями.

Вище рівня ґрунтових вод ґрунти, по найгіршим прогнозам згідно нормативній літературі середньоагресивні до бетону W4 та слабоагресивні до залізобетонних конструкцій [9].

Корозійна агресивність ґрунтів, до алюмінієвих сплавів – висока, до свинцевих оболонок – середня, до сталі – низька [10].

Гідрогеологічна характеристика умов будівництва. По умовам гідрогеології будівельний майданчик розміщений в межах тріщинуватих вод Українського басейну [11]. На червень 2021 року ґрунтові води у межах будівельного майданчика знаходяться на глибині 6,8–7,5 м.

Насипні мілкі піски, супіски та мілкі піски складають водовміщуючі породи з коефіцієнтами фільтрації:

- для піску насипного – 2-2,4 м/добу;

- для супіску – 0,8 м/добу;

- для піску пилуватого – 1,3 м/добу.

Амплітуда коливання рівня ґрунтових вод на підставі багаторічних спостережень складає до 2 метрів.

Згідно нормативної літератури територія будівельного майданчика відноситься до потенційно підтоплювальної [12].

Сейсмічні умови виробництва.

Для району будівництва у відповідності з нормативною літературою інтенсивність сейсмічних дій у балах шкали MSK-64 складає 5 балів [13].

Згідно таблиці 5.1 [13] категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями і швидкість порушення сейсмічних хвиль в ґрунті складають:

- категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями – III (третя);

- швидкість порушення сейсмічних хвиль в ґрунті від 200 м/с до 500 м/с.

Ступінь пожежної небезпеки проектованої будівлі та її клас по капітальності.

Згідно нормативів встановлені такі категорії вибухово-пожежної безпеки [14] :

- будівля машинної зали категорія Д
- будівля підстанції та ПСУ категорія В.

Клас проектованої будівлі [14]:

- по капітальності III,
- по вогнестійкості не нижче III,
- по довговічності II.

Основні відомості про транспорт.

Будівництво буде проводитися на території працюючого підприємства у якого розвинена транспортна система, яка складається з автомобільних і залізничних доріг. Проїзд технологічного автотранспорту до будівлі вакуум-насосної станції проїзд автотранспорту буде здійснюватися по існуючим автодорогам

Основні дані про будівельні матеріали місцевого виробництва.

Будівельні матеріали і конструкції постачаються з промислових підприємств району будівництва. Там знаходиться потужна виробнича база по виробленню будівельних конструкцій і матеріалів. Доставка будівельних матеріалів на склади здійснюється автомобільним транспортом. Відстань перевезення будівельних матеріалів, виробів і конструкцій складає до 30 км.

Вимоги до проектованої будівлі.

Обов'язково виконання будівельних робіт має бути пов'язане з виробничою діяльністю підприємства.

Технологічні і транспортні комунікації, проходи і проїзди, розташовані на території підприємства, повинні відповідати вимогам забезпечення безпеки людей, які знаходяться на даній території. Такі комунікації є частиною існуючої інфраструктури працюючого підприємства і введені в експлуатацію у

встановленому порядку. При будівництві вакуум-насосної станції не передбачаються заходи, які змінюють ситуацію, що склалася.

1.3. Опис технологічного (функціонального) процесу

Будівництво Вакуум-насосної станції будується на промисловому майданчику РЗФ-2, що входить до складу АТ «ПВДГЗК» і є складовою частиною технологічної рудозбагачувальної лінії, яка забезпечує планові показники вологи продукту. Мета – підвищення якості концентрату [15].

Заключною технологічною операцією на збагачувальній фабриці є фільтрація. На склад готової продукції надходить залишок концентрату з фільтрів.

Якщо підвищується вологість концентрату, то виникають труднощі з його транспортуванням, збільшуються обсяги перевезень, внаслідок чого обумовлені додаткові витрати на транспорт.

Зимомою вологість концентрату приводить до того, що концентрат змерзається. Також висока вологість концентрату обумовлює підвищення витрат палива в металургійному процесі.

1.4. Опис генерального плану

Генеральний план розроблено згідно з нормативними документами на будівництво [16,17].

Схема генерального плану показана на рис. 1.1

Проект будівництва вакуумно-насосної станції №4 передбачає спорудження сучасної інженерної споруди зі зведеною підстанцією електропостачання (ПСУ).

Рельєф місцевості.

Загальна характеристика:

Згідно з наданою інформацією, ділянка під будівництво станції розташована в типово рівнинній місцевості Східної Європи, характерною для степової зони України. Рельєф території відноситься до акумулятивно-

денудаційних рівнин, сформованих на неогенових відкладах і докембрійських породах.

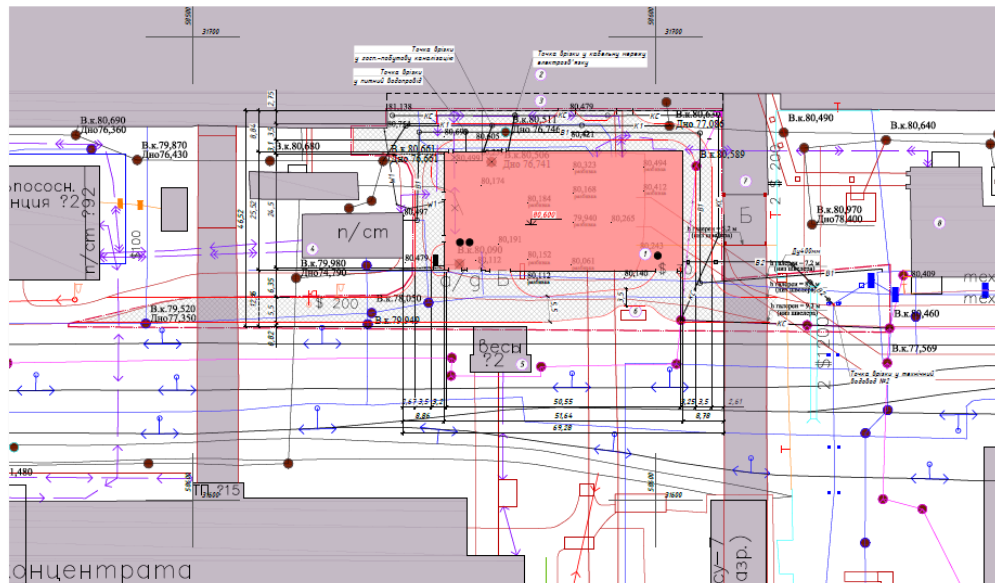


Рис.1.1. Схема генерального плану

Ключові особливості рельєфу:

- Рівнинність: Переважають пологі схили та незначні перепади висот.
- Акумулятивно-денудаційний характер: Рельєф сформований внаслідок накопичення та руйнування осадових порід протягом геологічної історії.
- Підсипаний схил балки: Наявність балки свідчить про можливу ерозію ґрунту та потребу в додаткових інженерних заходах для укріплення схилів.
- Неогенові відклади та докембрійські породи: Ці геологічні утворення впливають на властивості ґрунтів та підґрунтя, що необхідно враховувати при проектуванні фундаменту.

Вплив рельєфу на будівництво:

- Позитивні аспекти:
 - Спрощення будівельних робіт завдяки рівнинному рельєфу.
 - Можливість використання стандартних будівельних рішень.
- Негативні аспекти:
 - Необхідність проведення додаткових геологічних досліджень для оцінки стійкості схилів балки.
 - Можливі проблеми з відведенням поверхневих і підземних вод.

- Ризик ерозії ґрунту та зсувів, особливо на схилах балки.

Рекомендації для проектування та будівництва:

- Детальні геологічні дослідження: Необхідно провести геологічну розвідку для визначення складу ґрунтів, глибини залягання водоносних горизонтів, а також оцінки стійкості схилів балки.
- Проектування дренажної системи: Для відведення поверхневих і підземних вод необхідно передбачити ефективну дренажну систему.
- Укріплення схилів: У разі необхідності слід провести роботи з укріплення схилів балки для запобігання ерозії та зсувів.
- Облаштування підпірних стінок: Для утримання ґрунту на схилах можуть знадобитися підпірні стінки.
- Вибір фундаменту: Тип фундаменту слід вибирати з урахуванням характеристик ґрунтів та навантажень від будівлі.

Висновок:

Рельєф місцевості під будівництво вакуумно-насосної станції №4 має свої особливості, які необхідно враховувати при проектуванні та будівництві. Завдяки проведенню детальних інженерно-геологічних досліджень та виконанню відповідних заходів можна забезпечити безпечну та довговічну експлуатацію станції.

Відведення атмосферних вод.

Відведення атмосферних вод в природі відбувається в місцеву яружно-балкову систему. Слід відзначити, що під впливом техногенної діяльності людини (проходка котлованів, забудова території, укладення асфальту або інших твердих покриттів на великих площах) виникають зміни умов міграції вологи в ґрунті.

Способи відведення атмосферних вод:

- вертикальне планування території,
- облаштування водонепроникної стійкої відмостки по периметру будівлі з забезпеченням необхідної ширини та ухилу відмостки;
- будівництво кривлі будівлі з ухилам;

- облаштування поверхневого дренажу та системи зливної каналізації.

Орієнтація будівлі на ділянці по сторонах світу.

Будівля вакуум-насосної станції орієнтована довшою стороною з заходу на схід, а коротшою стороною - з півночі на південь.

Санітарні, протипожежні норми та вимоги охорони навколишнього середовища забезпечуються через такі положення в основі генплану:

- протипожежні і санітарні розриви між будівлями і спорудами;
- благоустрій і озеленення території.

Техніко-економічні показники за генпланом:

- площа ділянки, 2070,0 м²;
- площа забудови, 1238,475 м²;
- площа мощення, 458,3 м²;

1.5. Об'ємно-планувальні рішення

Планувальна структура:

- Головний корпус: Прямокутний у плані, розміром 24,5x50,55 м, розділений конструктивно на два об'єми в осях 1-10. Між осями 2-3 передбачено стикування об'ємів з різницею висот по осі 3.
- Машинний зал: Однопрогонова каркасна конструкція, розміщена в осях 3-10. Загальні розміри залу становлять 24,5x42 м при висоті 16,83 м.
- Корпус підстанції та ПСУ: Триповерхова будівля компактних розмірів 8x24,5 м, розташована в осях 1-2. Висота електроприміщень першого поверху 4,2 м, службових приміщень – 3,0 м. Висота технічного кабельного поверху - 3,0 м. Висота третього поверху – 4,0 м, службового приміщення - 3,0 м. Доступ в приміщення другого і третього поверху запроектовано по внутрішнім металевим сходам, які розташовані між осями 3-4 та рядами Г-Д.

Ключові особливості проекту:

- Функціональність: Станція призначена для забезпечення вакуумних процесів та електропостачання.

- Конструктивна складність: Будівля має складну конфігурацію з різницею висот, що вимагає точних інженерних розрахунків.
- Просторове рішення: Машинний зал спроектований як просторе приміщення для розміщення обладнання, а корпус підстанції та ПСУ – як компактний блок, інтегрований у загальну структуру.

Фасади будівлі вакуум-насосної станції наведені на рис. 1.2.

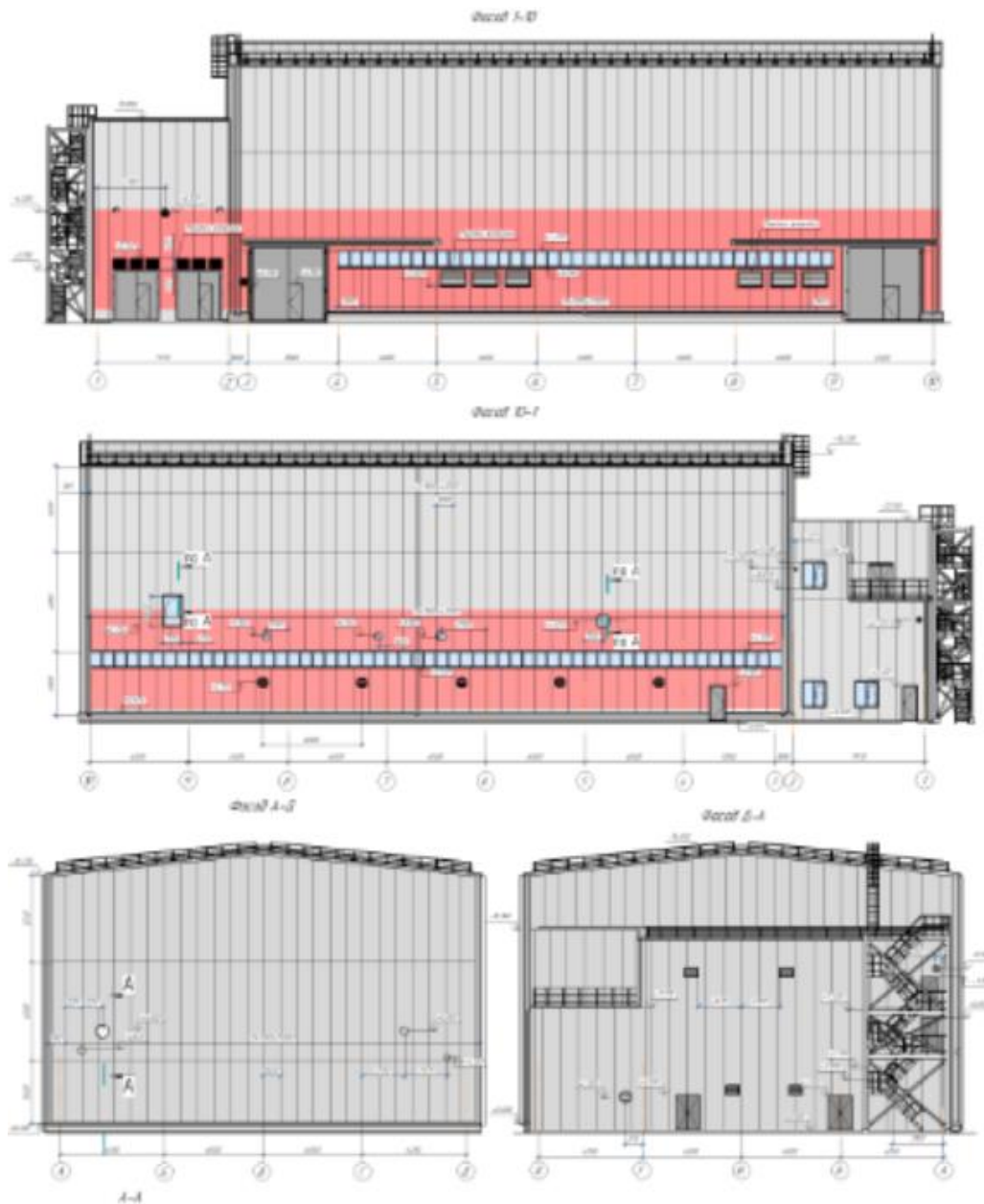


Рис.1.2. Фасади будівлі вакуум-насосної станції.

1.6. Конструктивне рішення будівлі і її елементів

1.6.1. Машинна зала вакуум-насосної станції:

Машинна зала спроектована за каркасною системою з металевим каркасом. Несуча конструкція складається з просторової системи рам, які з'єднані балками, діафрагмами жорсткості та елементами покриття.

Рами мають прольот 24,5 м та розміщені з кроком 6 метрів. Вони спираються на окремі залізобетонні фундаменти.

Кожен фундамент являє собою монолітну залізобетонну стовпчасту основу. Нижня частина сталевих колон заглиблена в ґрунт на 50 сантиметрів та бетонується дрібнозернистим бетоном для надійного з'єднання з фундаментом. Верхня частина колон також буде забетонована для забезпечення додаткової міцності

Для обладнання передбачені монолітні залізобетонні фундаменти. З метою забезпечення міцного з'єднання обладнання з основою, використовується спеціальна високоміцна епоксидна смола. Під всіма фундаментами влаштовується бетонна підготовка товщиною 10 см із бетону марки М100 для вирівнювання основи. Основою для фундаментів слугує підготовка з ущільненої щебенево-піщаної суміші (коефіцієнт ущільнення 0,98) товщиною не менше 30 см. Цоколь машинного залу виконаний із монолітного залізобетону з теплоізоляцією. Фундаментні балки також монолітні та спираються на окремі бетонні стовпчики, встановлені на фундаментах каркасу будівлі."

Зумпф виконаний з монолітного залізобетону. Дно зумпфу утворене залізобетонною плитою. Перекриття зумпфу виконане з рифленого сталевих настилу, укладеного на сталеві балки.

Кабельні канали в машинному залі також монолітні та переkritі сталевими щитами.

Відведення води здійснюється за допомогою водостічних каналів з оцинкованими решітками.

В машинному залі встановлено мостовий кран вантажопідйомністю 15 тонн з доступом до нього по металевих сходах.

Конструкція і товщина стін визначається теплотехнічним розрахунком і забезпечує нормативний температурно-вологісний режим приміщень (розд.1.8.2).

Конструкція стінових сендвіч-панелів наведена на рис. 1.3.

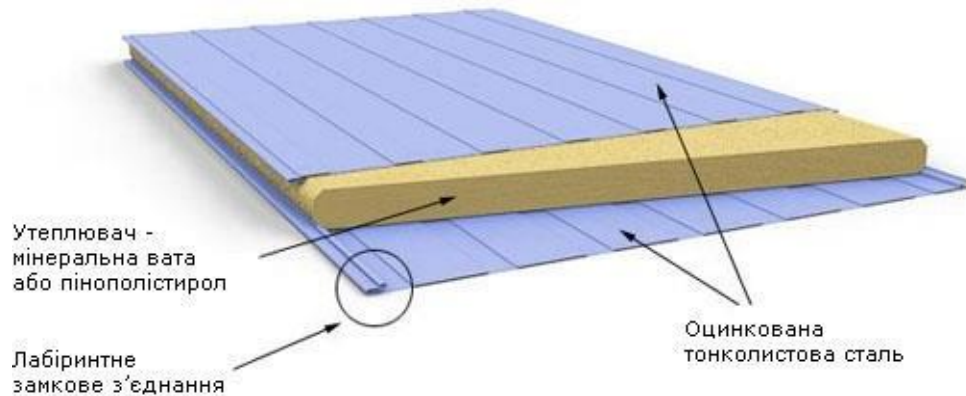


Рис. 1.3. Конструкція сендвіч панелі

Покрівля не експлуатована. Покрівля машинного залу запроектована двосхильною з ухилом 10 % з утеплених сендвіч-панелей по сталевому каркасу, з зовнішнім водостоком. По периметру покрівлі передбачено металеві огороження. Вихід на покрівлю машинного залу - через покрівлю будівлі підстанції.

Покрівельні сендвіч-панелі виготовляються з двома видами наповнювача (теплоізолюючого сердечника): мінеральною ватою і пінополістиролом.

Конструкція покрівельних сендвіч-панелів наведена на рис. 1.4.

Передбачені ворота металеві, Ворота відкатні, з хвірткою та утеплені. Ворота розташовані в осях 4-4 і 9-10 по ряду А. Зовнішні двері металеві одностулкові, утеплені, розпашні. Вони розташовані в осях 3-4 по ряду Д.

Освітлення будівлі природне. Для цього в зовнішніх стінах по ряду А та Д передбачено стрічкове скління з ПВХ профілів.

Теплота, яку генерує вакуум-насосна станція, відводиться шляхом аерація машзалу через жалюзійні решітки, які розміщені на зовнішніх стінах.

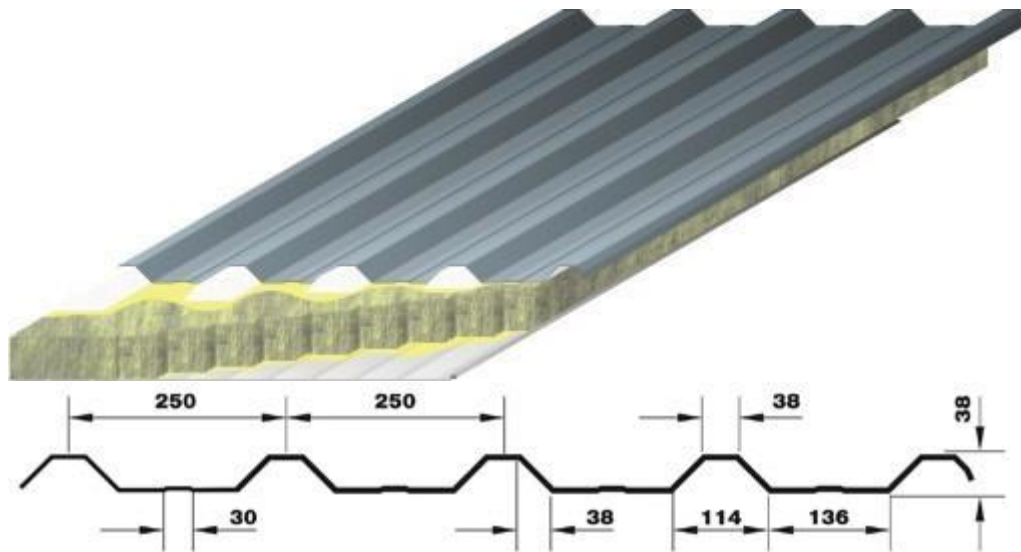


Рис. 1.4. Конструкція покрівельних сендвіч-панелів

Передбачається застосування металевих вентиляційних решіток в зовнішніх стінових огороженнях.

На нульовому рівні облаштовано бетонну підлогу з ухилом для відведення рідин. Для компенсації температурних деформацій передбачені спеціальні шви. Товщина підлоги становить 20-30 сантиметрів. Під підлогою виконана бетонна основа та подушка з ущільненого щебню з відходів металургійного виробництва. Операторська розміщена в окремому приміщенні, виконаному з керамічної цегли. Стіни приміщення оштукатурені, а вікна та двері виготовлені з пластикового профілю

1.6.2. Прибудовані електроприміщення (будівля підстанції та ПСУ):

Будівля підстанції та ПСУ – триповерхова споруда розміром 8х24,5 метри, розташована в осях 1-2.

Стіни будівлі виконані з цегли товщиною 38 см, утеплені мінеральною ватою та облицьовані профільованим металом.

Фундамент будівлі – монолітний залізобетонний. Для захисту від вологи між фундаментом і стінами влаштовано гідроізоляцію з цементно-піщаного розчину з добавками рідкого скла. Зовнішня поверхня фундаменту додатково захищена бітумною мастикою.

Перекриття та покрівля виконані з монолітного залізобетону.

Будівля підстанції обладнана односхилим дахом з рулонним покриттям та зовнішнім водостоком. Доступ на дах здійснюється по металевих сходах. На першому поверсі розміщені трансформаторні, приміщення ПСУ та допоміжні приміщення. Другий поверх відведено під кабельні канали, а третій – під обладнання підстанції. Для завантаження обладнання на третьому поверсі облаштовано відкритий майданчик з огорожею та пандусом. Внутрішні перегородки виконані з цегли, а двері та ворота – з металу. Для забезпечення безпеки передбачені протипожежні двері та евакуаційні виходи.

1.7. Інженерне обладнання будівель

Системи життєзабезпечення вакуум-насосної станції №4:

- Водопостачання та водовідведення:
 - Будівля обладнана системою холодного та гарячого водопостачання, а також побутовою каналізацією.
 - Водопровідні та каналізаційні мережі виконані з поліпропіленових труб і розраховані на відповідні робочі тиски.
 - Скидання стічних вод здійснюється в загальний каналізаційний колектор.
- Вентиляція:
 - Для забезпечення оптимального мікроклімату в приміщеннях передбачена припливно-витяжна вентиляція з автоматичним регулюванням.
- Кондиціонування:
 - У теплу пору року для забезпечення комфортних умов роботи персоналу передбачено кондиціонування повітря в окремих приміщеннях.
- Енергопостачання:
 - Об'єкт підключений до електромережі з напругою 6 кВ.
- Опалення:

- Опалення приміщень здійснюється за допомогою електричних конвекторів.
- Для забезпечення резервного опалення та підтримки заданої температури в разі відключення основного обладнання передбачені електричні теплові вентилятори.

1.8. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Здійснення теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій будівлі підстанції дозволяє обґрунтувати вибір матеріалів та товщину конструкцій таким чином, щоб забезпечити необхідний опір теплопередачі, відповідати санітарно-гігієнічним вимогам та оптимізувати енергоспоживання будівлі.

Основним для теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій будівлі є ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [18].

1.8.1. Вихідні дані:

1. Район будівництва – м. Кривий Ріг, Дніпропетровська область. Згідно з додатком А у ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» район будівництва знаходиться у І-й кліматичній зоні [18].

2. Призначення будівлі: промислова будівля.

3. Зовнішні з керамічної цегли товщиною 380 мм з утепленням мінераловатними плитами з внутрішнім оздобленням штукатуркою з подальшим фарбуванням.

4. Згідно з додатком Б у ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура: зовнішня $t_3 = -22^\circ \text{C}$ (табл. Б.4), внутрішня $t_{\text{в}} = +20^\circ \text{C}$ (табл. Б.2); розрахункове значення відносної вологості внутрішнього повітря приміщень – 55% (табл. Б.2) [18].

5. Вологісні умови експлуатації будівельних матеріалів конструкції – нормальний - Б (табл. Б.3) [18].

1.8.2. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Розрахунковий опір теплопередачі зовнішньої стіни

Завдання. Виконати оцінку опору теплопередачі для зовнішньої стіни прибудованої промислової будівлі вакуум-насосної станції. Необхідно перевірити, чи відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [18] опір теплопередачі прийнятої конструкції зовнішньої стіни та виконання умови:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{qmin},$$

де:

$R_{\Sigma пр}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$;

R_{qmin} – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$.

Розрахункові характеристики матеріалів у складі огорожувальної конструкції наведені в таблиці 1.1.

Табл.1.1.

Розрахункові характеристики матеріалів
у складі огорожувальної конструкції.

№ п/п	Шар матеріалу	Товщина шару, δ , м	Густина ρ , м^3	Теплопровідність λ , $\text{Вт/м} \cdot \text{К}$
1	штукатурка	0,01	1600	0,81
2	керамічна цегла	0,38	1800	0,81
3	мінераловатні плити	δ_3	70	0,054

- мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі
 $R_{qmin} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$ (згідно ДБН В.2.6-31:2021 (табл. 1) [18].

Розрахунок:

1. Знаходимо необхідну товщину утеплювача δ_3 , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{qmin},$$

де $R_{\Sigma пр}$ – приведений опір передачі всієї огорожувальної конструкції:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_{se}},$$

де h_{si}, h_{se} - розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі відповідно внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожуючих конструкцій.

$$h_{si} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}; h_{se} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}; - \text{згідно ДСТУ 9191:2022 (Додаток Б) [18].$$

$$\frac{1}{h_{si}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{h_{se}} = R_{qmin},$$

$$\delta_3 = \left(R_{qmin} - \frac{1}{h_{si}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{1}{h_{se}} \right) \cdot \lambda_3,$$

$$\delta_3 = \left(3,3 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,01}{0,81} - \frac{0,38}{0,81} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,054 = (3,3 - 0,115 - 0,012 - 0,469 - 0,044) \cdot 0,054 = 2,66 \cdot 0,054 = 0,144 \approx 0,150 \text{ (м)}.$$

Приймаємо товщину утеплювача: $\delta_3 = 0,144 \approx 150 \text{ (мм)}$, тоді його опір теплопередачі:

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3}, R_3 = \frac{0,150}{0,054} = 2,78 \text{ (м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}).$$

2. Вважаючи конструкцію термічно однорідною, знаходимо опір теплопередачі конструкції:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{h_{se}},$$

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,150}{0,054} + \frac{1}{23} = 0,115 + 0,012 + 0,469 + 2,78 + 0,144 = 3,42 \text{ (м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}});$$

$$R_{\Sigma пр} = 3,42 \text{ (м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}).$$

Оскільки, $R_{\Sigma пр} = 3,42 \left(\text{м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}} \right) \geq R_{qmin} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$,

то умова $R_{\Sigma пр} \geq R_{qmin}$, виконується, тобто опір теплопередачі зовнішньої стіни більший за мінімально допустиме значення опору теплопередачі.

Відповідь: $\delta_3 = 150$ (мм) – необхідна товщина мінераловатної плити для утеплення будівлі підстанції та ПСУ.

2. Розрахунково-конструктивний розділ

2.1. Вихідні дані для розрахунку

Для проведення розрахунків були використані наступні вихідні дані:

Призначення будівлі: промислове виробництво.

Розміри каркасу: проліт поперечної рами становить $L=24$ метри, а крок між рамами – $B=6$ метрів.

Висота підйому вантажу: верхня точка кранової рейки розташована на висоті $H_1=10,4$ метра.

Вантажопідйомність: кран здатний піднімати вантаж масою 15 тонн у режимі роботи 2К.

Місце розташування: будівля зводиться у місті Кривий Ріг, в районі з III типом місцевості.

Умови експлуатації: будівля опалюється.

Матеріали конструкцій:

Ферми та колони виготовлені зі сталі марки С245.

Фундаменти виконані з бетону класу В15.

Детальні характеристики мостового крана наведено в таблиці 2.1.

Табл. 2.1.

Характеристика мостового крану

Показник	Елемент	Од.виміру	Значення
Вага	Головний крюк	т	5
Проліт	Будівлі L	м	4
	Крана $L_{ст}$	м	3
Група режиму роботи			К
Розміри	$H_{ст}$	мм	100
	К	мм	400
	С	мм	672
Тиск колеса	$F_{n,max}$	кг	6500
Маса	Крану з візком G	т	8,866
	Візка G_c	т	0,1
Тип кранової рейки			Двутавр 43
Висота кранової рейки h_p		мм	40
Висота підкранової балок		мм	100

2.2. Розрахунок підкранової балки

Підкранова балка запроектована у вигляді зварного двотавра несиметричного типу з розвиненим верхнім поясом.

Розрахунок навантажень що діють на балку

Розрахункова схема балки наведена на рис.2.1.

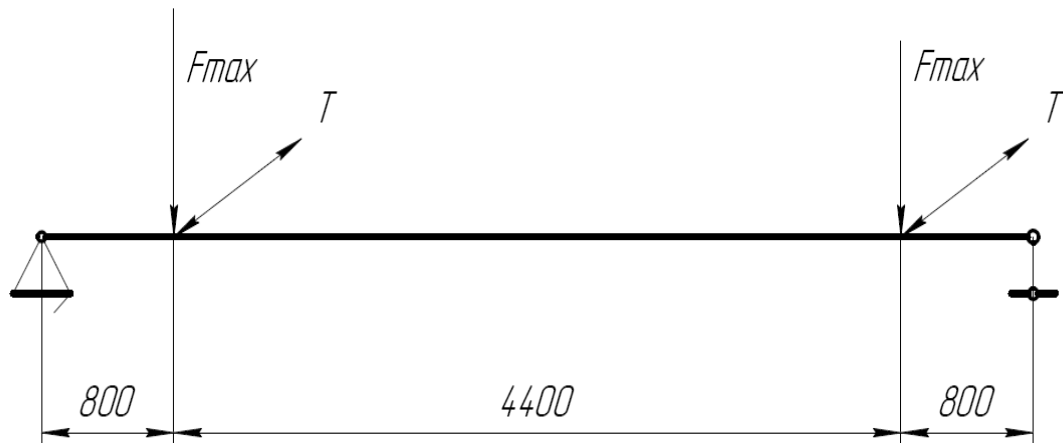


Рис. 2.1 Розрахункова схема балки

Розрахуємо граничне розрахункове навантаження від одного колеса крана з урахуванням таких коефіцієнтів:

коефіцієнтів надійності за навантаженням $\gamma_{fm} = 1,1$ (при $T=50$ років),

надійності за призначенням $\gamma_n = 0,95$,

коефіцієнт динамічності $k=1,1$

$$F_{\max} = \gamma_{fm} \times k \times F \times \gamma_n = 1,1 \times 0,85 \times 1,1 \times 16,5 = 16,97 \text{ т.}$$

Згідно з принципом Вінклера, максимальний згинальний момент у балці M_{\max} виникає тоді, коли сума сил, що діють на неї, і найближча до цієї суми сила розташовані симетрично відносно середини балки. У цьому випадку найбільший згинальний момент зосереджений під силою, що знаходиться ближче до центра прольоту.

Для крана найбільш небезпечним є таке розташування: колеса крана розміщені рівновіддалено від осі балки, вантажний візок максимально наближений до неї, а підйомний механізм піднімає максимально допустиме

навантаження. Таке розташування створює найбільше навантаження на конструкцію балки.

Отже характеристичне навантаження на одне колесо крану таке:

$$F_{\max} = \gamma_{fn} \times k \times F \times \gamma_n = 1,1 \times 0,85 \times 1,1 \times 16,5 = 16,97 \text{ т.}$$

Згідно нормативів п.7.7. [7], так як використовується кран з гнучким підвісом, то горизонтальне навантаження на одне колесо буде дорівнювати 0,05 суми вантажопідйомності і ваги візка. Тому горизонтальне навантаження складе:

$$T = \frac{0,05 \times (7,1 + 15)}{2} \times 1,1 = 0,605 \text{ т.}$$

Згідно нормативів п.7.5. [7] розраховуємо характеристичне значення горизонтального навантаження. Це навантаження спрямоване поперек кранового шляху, та обумовлене перекосами мостових електричних кранів і непаралельністю кранових колій.

$$H_k^n = 0,1 F_{\max}^n + \frac{\alpha (F_{\max}^n - F_{\min}^n) L}{B} = 0,1 \times 16,5 + \frac{0,03 \times (16,5 - 10,9) \times 23}{4,4} = 1,043 \text{ т}$$

Тут прийняті такі позначення:

$F_{n \max}$, $F_{n \min}$ – характеристичне значення вертикального тиску на колесо, відповідно на більш або на менш навантаженій стороні крана;

B - база крана;

L - проліт крана,

α – коефіцієнт, який дорівнює 0,03 при центральному приводі механізму руху моста.

Початкові параметри для конструювання балки беремо з довідкової літератури [19]:

Для розрахунку приймаємо наступні параметри балки:

Висота балки на опорі 660 мм

Висота стінки 638 мм

Верхній пояс 12×400 мм

Стінка балки 8×638 мм

Нижній пояс 10×280 мм

Опорні ребра для середніх балок 10×320 мм

Ребро жорсткості 6×90 мм

Для прив'язку осей підкранових балок до розбивочних осей прийнято - 750 мм.

Приймаємо, що всі елементи балки виконано зі сталі С255.

Для розрахунку несучої здатності та стійкості балки використовуємо програму Ліра СКАД.

Для створення моделі використана ознака схеми 5. За допомогою переміщення плоских фрагментів можливо зробити генерацію просторової моделі. При цьому використовуємо такі розбивки:

- Симетрична розбивка $2 \cdot 45 + 50 + 20 + 40$ мм для поясів по осі Y,
- Розбивка $11 \cdot 60$ мм для стінки балки по осі Z,
- Розбивка $40 \cdot 150$ мм для стінки та полиць по осі X

Після генерації маємо модель яка складається з 1416 елементів.

Модель генерації балки наведено на рис. 2.2.

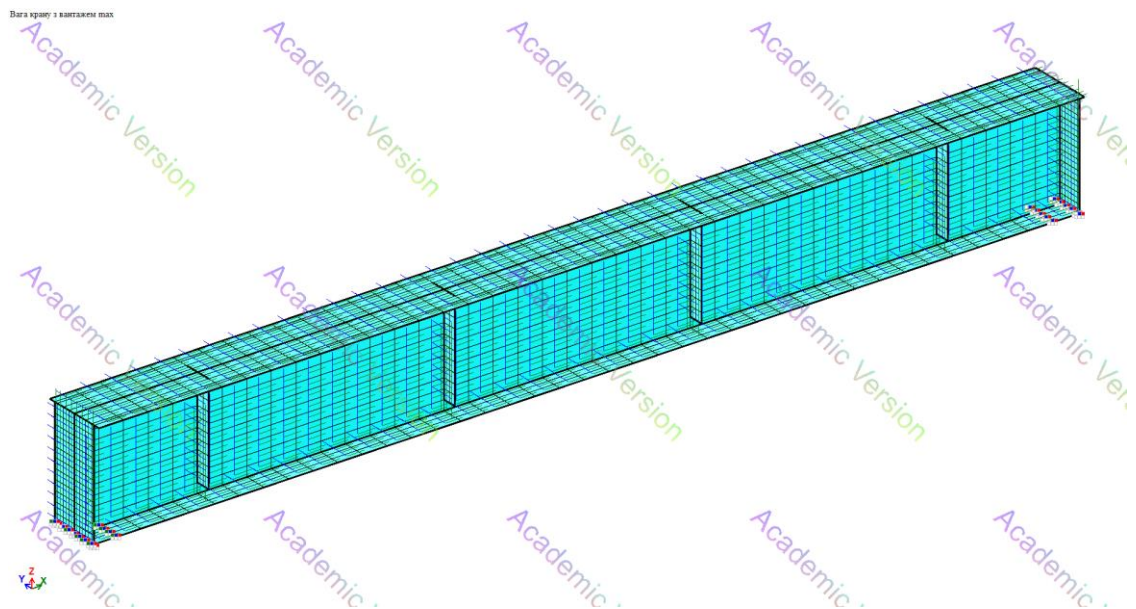


Рис. 2.2 Модель генерації балки

Наступним кроком встановлюємо в'язі на кінцях балки, а також задаємо наступні завантаження: вертикальні, горизонтальні, навантаження від власної ваги балки.

Розрахункові сполучення завантажень наведені в таблиці 2.2.

Табл. 2.2.

Розрахункові сполучення навантажень

№	Ім'я завантаження	Вид	Об.З	Зн.зм.	Вз.вик.	Суп.З.	К.Н	Довг.	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(б)
1	Вага крану з вантажем max	Кран (Кр)	0	+	0	0 0	1.1	0. 6	1	0.9	0	0
2	Поперечне гальмування візка	Гальмо (Т)	0	+/-	0	0 0	1.1	0	1	0.9	0	0
3	Власна вага	Стала (П)	0	+	0	0 0	1.05	1	1	1	0.9	1

Розрахунок ведемо згідно затверджених норм [20].

За результатами розрахунку отримуємо мозаїки напружень в балці, які наведені в Додатку А (рис. 2.3 – 2.11).

Як видно з мозаїк, наведених в Додатку А, напруження в балці не перевищують розрахункової межі міцності для сталі С255 (250 МПа). Найбільші напруження розтягу виникають в нижньому поясі балки і складають 48 МПа.

Виконуємо розрахунки стійкості балки від трьох видів завантажень:

- Перше завантаження (максимальна вага крану з вантажем). Коефіцієнт 7.2014
- Друге завантаження (гальмівні навантаження). Коефіцієнт 56.4915
- Третє завантаження (власна вага балки). Коефіцієнт 350.933.

Форми втрати стійкості балки від цих навантажень наведені на рис. 2.12. – 2.14

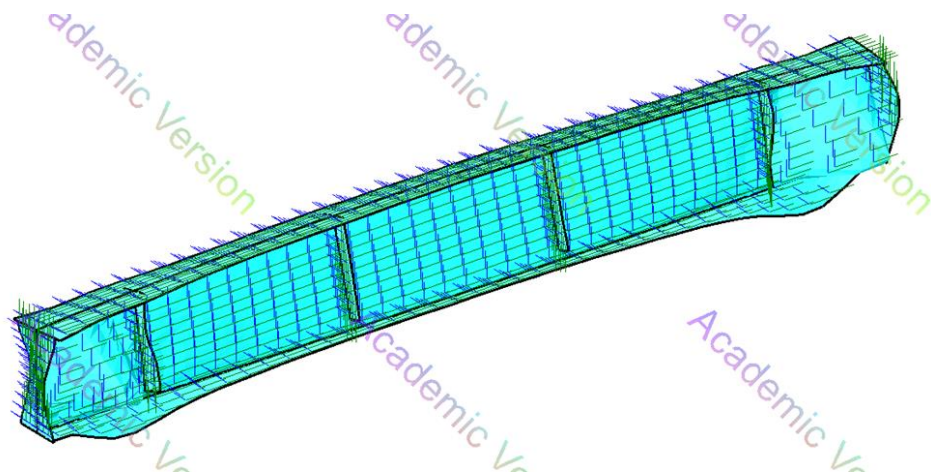


Рис. 2.12. Форма втрати стійкості від 1-го завантаження (максимальна вага крану з вантажем). Коефіцієнт 7.2014

Поперечне гальмування візка
 Форма втрати стійкості у гл. с. 1
 Коефіцієнт 56.4915

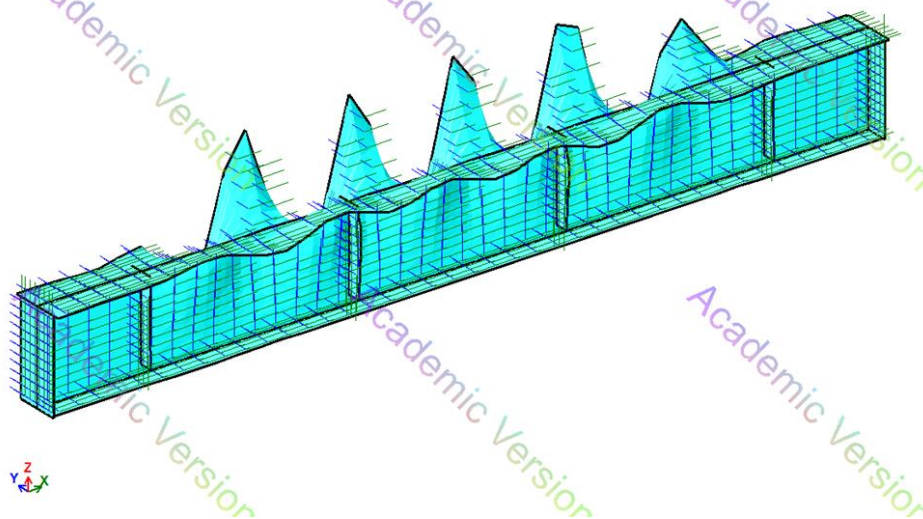


Рис. 2.13 Форма втрати стійкості від 2-го завантаження (гальмівні навантаження). Коефіцієнт 56.4915

Власна вага
 Форма втрати стійкості у гл. с. 1
 Коефіцієнт 350.933

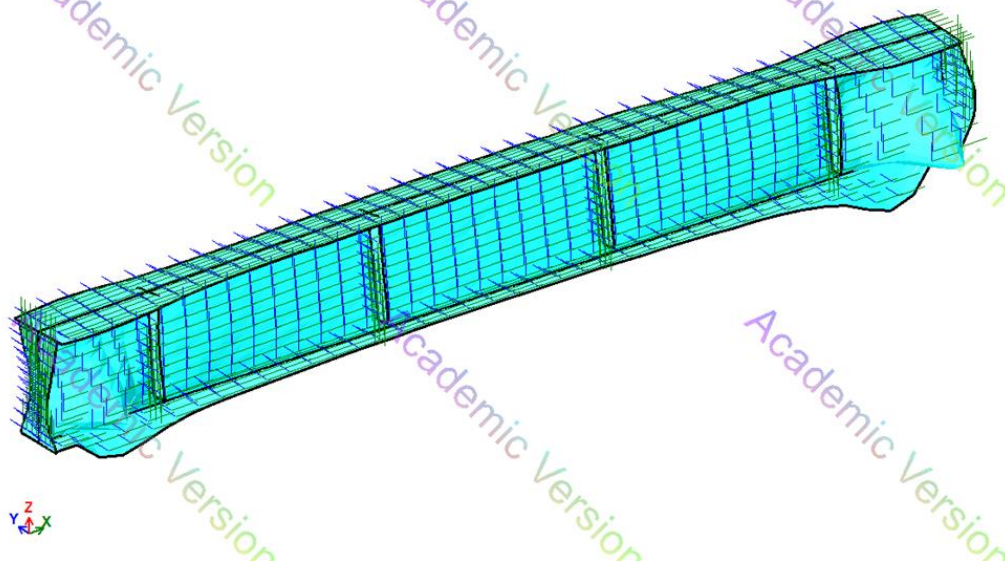


Рис. 2.14 Форма втрати стійкості від 3-го завантаження (власна вага балки). Коефіцієнт 350.933

Маса балки 0,659 т

Вертикальна реакція опор 20,657 т.

Результати розрахунків (рис 2.12-2.14) свідчать, що балка має достатню стійкість. Мінімальний запас стійкості від першого завантаження складає 7,2, від другого - 56,5, від третього – 350,9.

Таким чином запропонована конструкція підкранової балки задовольняє вимогам по міцності та стійкості.

Вимоги до якості зварних швів при виготовленні підкранової балки:

Для забезпечення високої міцності та довговічності підкранової балки, всі зварні шви повинні відповідати наступним критеріям:

- *Технологія зварювання:* Використовується виключно автоматичне зварювання, що гарантує однорідність і високу якість шва.
- *Форма шва:* Шви мають увігнутий профіль з плавним переходом до основного металу для підвищення міцності з'єднання.
- *Глибина провару:* Верхні поясні шви повинні бути проварені на всю товщину стінки, а нижні – не менше ніж на 60% її товщини (вимірюється по катету).
- *Тип з'єднання:* Заводські стики виконуються встик, без застосування накладок, що спрощує конструкцію і знижує ризик дефектів. Допускається одностороннє зварювання за умови обов'язкового підварювання кореня шва.
- *Обробка поверхні:* Поверхні стикових швів підлягають ретельній зачистці до рівня основного металу для забезпечення гладкості та міцності конструкції.
- *Зварювальні матеріали:* Для виконання зварних швів застосовуються сучасні зварювальні матеріали (дріт, флюс), які забезпечують міцне з'єднання, що не поступається за міцністю основному металу.
- *Довжина балки:* Допускається лише негативне відхилення від номінальної довжини. Для компенсації можливих зазорів між опорними ребрами передбачені спеціальні прокладки, які поставляються в комплекті з балками.
- *Товщина швів ребер:* Зварні шви, що з'єднують опорні ребра і ребра жорсткості, повинні мати товщину 6 мм.

2.3. Розрахунок плоскої рами виробничої будівлі та ферми.

2.3.1. Розрахунок навантажень.

Характеристика покриття і розрахунок навантажень від її ваги наведено в таблиці 2.3.

Табл.2.3.

Характеристики покриття і розрахунок навантажень від його ваги

Матеріал	Розподілене навантаження (Т/м ²)	Об'ємна вага (Т/м ³)	Товщина (м)	g _f
Н60-845-0,7	0,009	---	---	1,05
Плити з резольнофенолформаь-дегідного пінопласту за g = 100 кг/м ³ товщиною 60 мм	0,006	---	---	1,2
Поліетиленова плівка товщиною 0.2 мм	1e-004	---	---	1,2
Покрівельна сталь оцинкована	0,008	---	---	1,1
Експлуатаційне навантаження	0,023 Т/м ²			
Граничне навантаження	0,025 Т/м ²			

1.

З врахуванням експлуатаційних і граничних навантажень усереднений коефіцієнт надійності складе $0,025/0,023=1,09$.

При кроці колон 6 м і відстані між вузлами верхнього поясу 2,01 м навантаження на середні вузли складе:

$$0,025 \cdot 6 \cdot 2,01 = 0,3015 \text{ (т)},$$

навантаження на крайні вузли складе:

$$0,46/2 = 0,15 \text{ (т)}.$$

2.3.2. Колони

Колони прийняті ступінчасті, з нижньою ґратчастою частиною і верхньою частиною зі зварного двотавра. Підкранові гілки ґратчастої частини запроектовані з прокатних двотаврів, зовнішні гілки колон крайніх рядів - з прокатних швелерів.

Решітку підкранової частини колон прийнято двоплощинною і виконують із прокатних куточків. У ґратчастій частині колон крайнього ряду в місцях кріплення опорних консолей під стінові панелі передбачають балки з двотавра,

що з'єднують гілки колони. Ці балки знімають із зовнішньої гілки колони місцевий згинальний момент від ексцентричного прикладання вертикального навантаження від стін.

Бази колон запроектовані з фрезерованими торцями гілок, що спираються на задалегідь поставлені і вивірені опорні сталеві плити зі струганою верхньою площиною.

Опорні плити баз колон, до яких кріпляться підкранові зв'язки, приварюють до спеціальних швелерів; закладених у фундамент.

Колона формується з двох частин:

- верхньої (надкранової)
- нижньої підкранової.

Ці частини маркуються окремо.

З'єднання цих частин здійснюють за допомогою зварювання на будмайданчику. Елементи зв'язків по колонах запроектовані з прокатних куточків. Для надкранових (верхніх) зв'язків по колонах ухвалено V-подібну геометричну схему, для підкранових (нижніх) - хрестову.

Верхні зв'язки розташовуються в площині поздовжніх розбивальних осей будівлі, нижні ~ в площині підкранових гілок колон. Відповідно до цього за крайніми рядами нижні зв'язки прийнято одноплощинними, за середніми рядами - двоплощинними зі з'єднувальними ґратами між гілками зв'язків.

Розрахункову схему рами приймають із защемленням колон на рівні верху фундаменту, і шарнірним з'єднанням колон із ригелем рами.

Оскільки в завдання не входить розрахунок металевих колон, їх параметри приймаємо рівними параметрам існуючих колон.

Геометричні параметри колони (переріз підкранової частини колони) наведені на рис. 2.15.

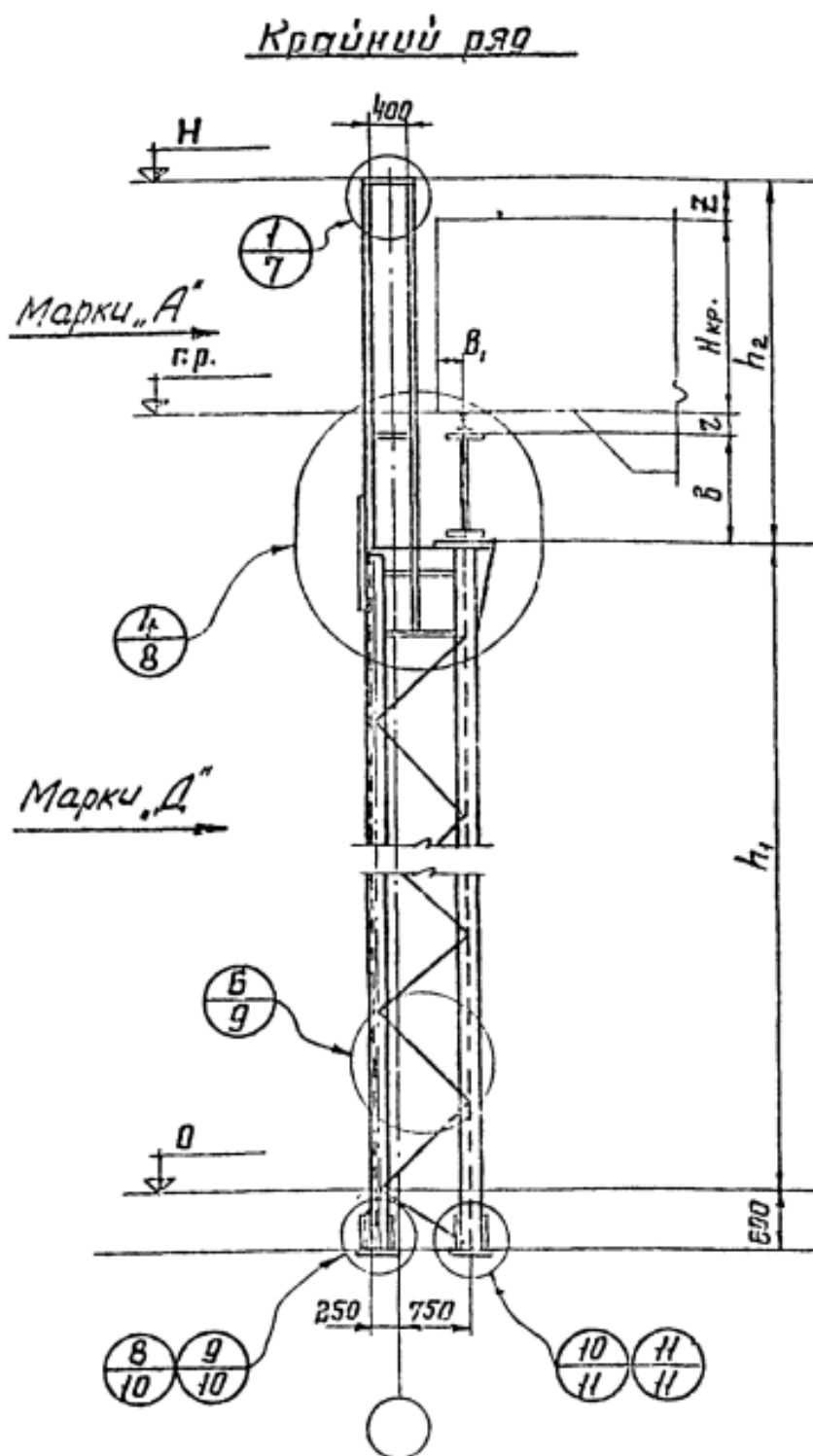


Рис. 2.15. Геометричні параметри колони

Згідно рис.2.15 приймаємо:

- висоту підкранової частини колони $h_1 = 9900$ мм;
- надкранової частини колони $h_2 = 5740$ мм;
- відстань від верху крана до низу ферми $z = 400$ мм;
- відстань від осі рейки до крайньої точки крану $B = 1100$ мм.

- На рис. 2.16 наведено переріз нижньої частини колони, а на рис. 2.17 показана прив'язка колон.

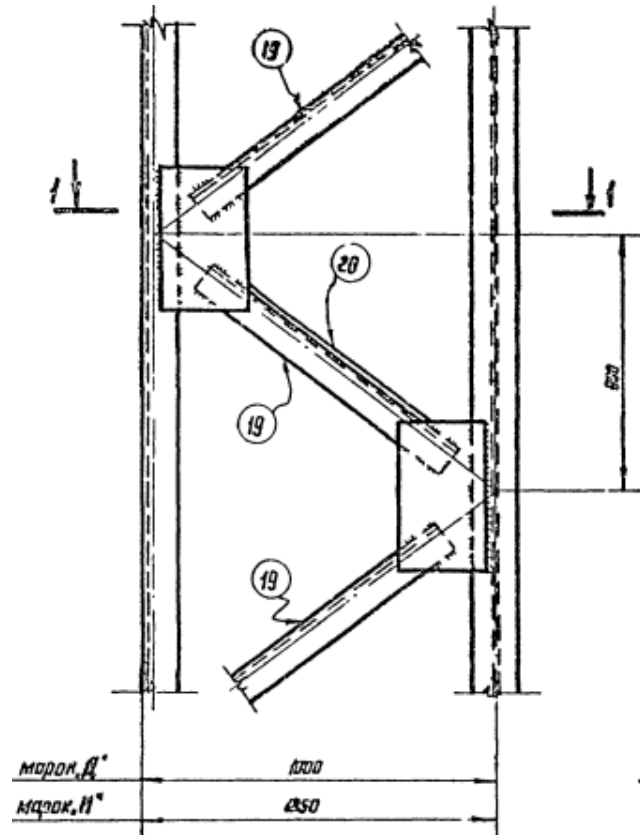


Рис. 2.16. Переріз нижньої частини колони.

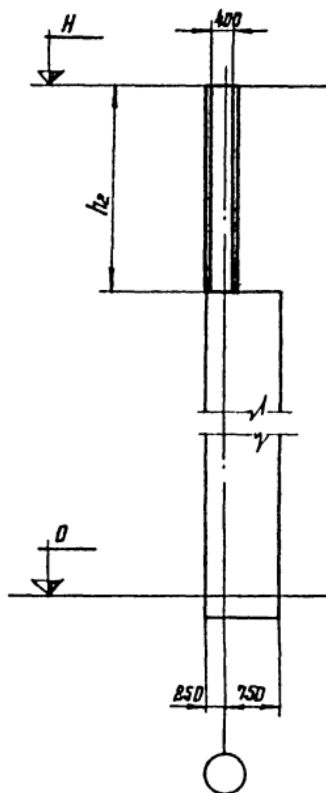


Рис. 2.17. Прив'язка колон.

Надкранова частина колони виконана з двотавру 40К1.

Переріз підкранової частини колони:

- зовнішня гілка швелер 40П
- внутрішня гілка двотавр 40Б2
- решітка – два кутика 80×80×5,5

2.3.3. Стінові панелі

Характеристика стінових панелі і розрахунок навантажень від їх ваги наведена в табл. 2.4.

Табл. 2.4.

Характеристика стінових панелі і розрахунок навантажень від їх ваги

Матеріал	Розподілене навантаження (Т/м ²)	Об'ємна вага (Т/м ³)	Товщи-на (м)	g _f
НС44-1000-0,7	0,008	---	---	1,05
Поліетиленова плівка товщиною 0.2 мм	1,е-004	---	---	1,2
Плити напівтверді мінераловатні на бітумній зв'язці у разі g = 400 кг/м ³ товщиною 100 мм	0,04	---	---	1,2
НС40-800-0,6	0,007	---	---	1,05
Експлуатаційне навантаження	0,056 Т/м ²			
Граничне навантаження	0,064 Т/м ²			

Знаходимо усереднений коефіцієнт надійності $0,064/0,056 = 1,14$

Знаходимо при кроці колон 6 м розрахункове розподілене навантаження:

$$0,064 \times 6 = 0,384 \text{ (т/м)}$$

2.3.4. Снігове навантаження

Розрахунок виконано нормативів [7] зі зміною №1 і наведено в додатку В (табл.2.5.)

Результати розрахунку снігового навантаження наведені на рис.2.18

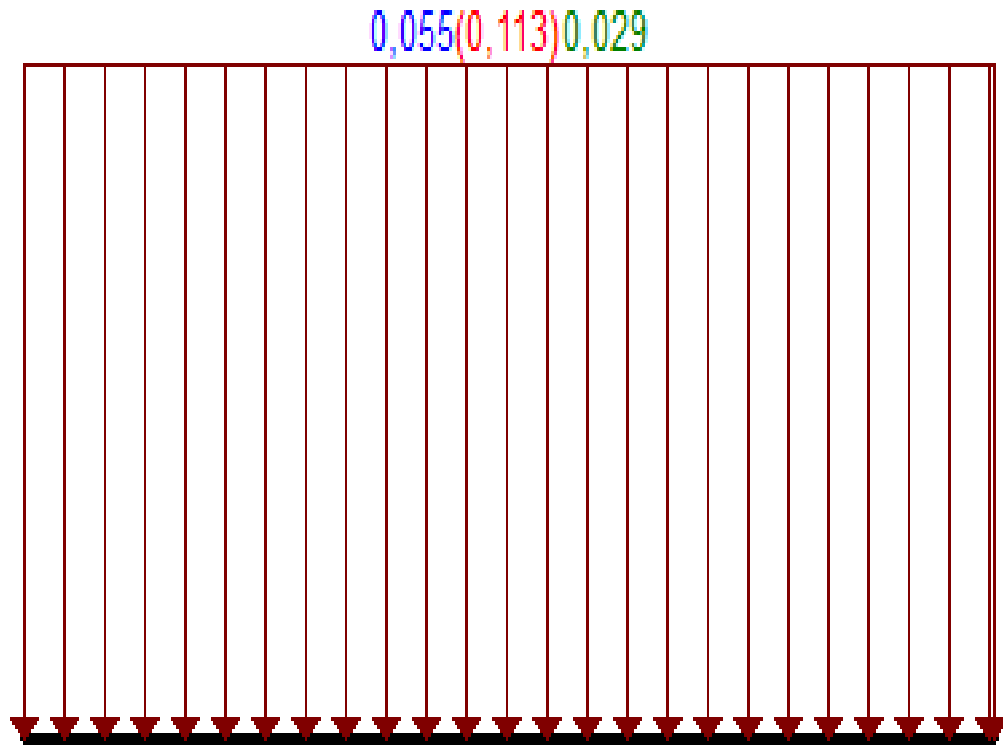


Рис. 2.18. Результати розрахунку снігового навантаження

При прольоті 6 м і відстані між вузлами верхнього поясу 3,05 м навантаження на середні вузли складе: $0,113 \cdot 6 \cdot 2,01 = 1,36$ (т), навантаження на крайні вузли складе 0,68 (т).

2.3.5. Вітер

Для розрахунку використовувалися нормативні дані згідно [7] зі зміною №1" в програмі «Вест»

2.3.5.1. Вітер (навітрена сторона)

Вихідні дані для розрахунку наведені в додатку С (табл. 2.6.)

Результати розрахунку навантажень від вітру (навітрена сторона) наведені на рис. 2.19

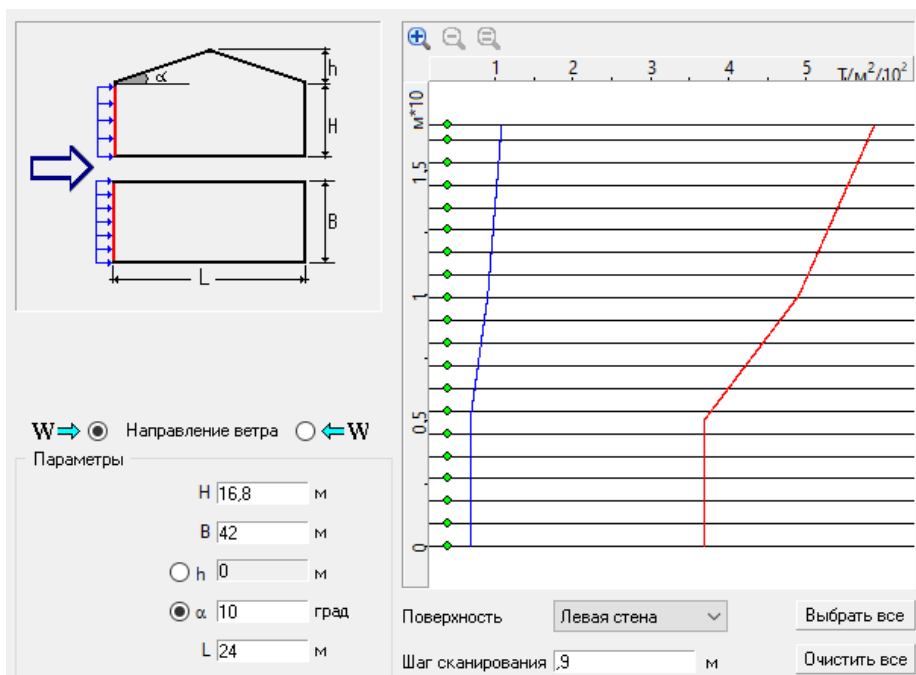


Рис. 2.19. Результаты розрахунку навантажень від вітру (навітрена сторона)

2.3.5.2. Вітер (підвітрена сторона)

Вихідні дані для розрахунку наведені в додатку D (табл. 2.7).

Результати розрахунку навантажень від вітру (підвітрена сторона) наведені на рис. 2.20

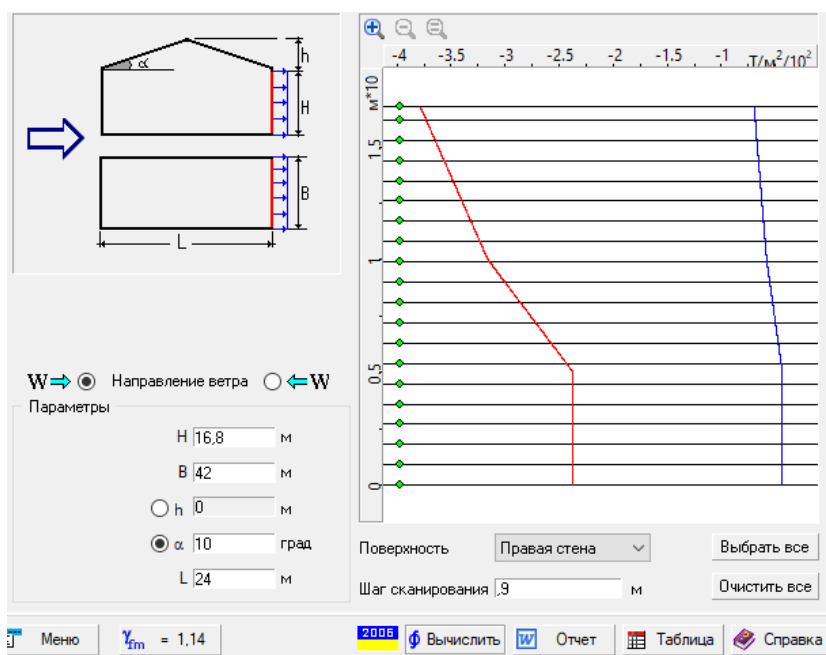


Рис. 2.20. Результаты розрахунку навантажень від вітру (підвітрена сторона)

2.4. Розрахунок та порівняння ферм

Для порівняльного розрахунку приймаємо два типи ферм:

перший тип – двоскатна балка з прямим нижнім поясом

другий тип – двоскатна ферма з двоскатним нижнім поясом

Проектуємо ферми які складаються з шести блоків з внутрішніми стойками

2.4.1. Початкові характеристики елементів ферми

Висота опорних стоек 2,4 м.

Проліт ферм 24 м.

Уклон поясів ферм 6°.

Відмітка низу ферми 12,90 м

Відмітка верху підкранової балки 10,40 м

Відмітка верху підкранової гілки 9,56 м

Відмітка верху надкранової гілки 15,3 м

Характеристики жорсткості елементів ферми однакові для обох варіантів ферми і наведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8.

Характеристики жорсткості елементів ферм.

Ім'я	ГОСТ	Коментар
8. Два кутика 110 x 110 x 8	ГОСТ 8509-93	Розкоси ферми
7. Два кутика 100 x 100 x 7	ГОСТ 8509-93	Нижній пояс ферми
9. Два кутика 80 x 80 x 6	ГОСТ 8509-93	Стойки ферми
3. Двотавр 40К1	ГОСТ 26020-83	Надкранова гілка
10. Кутик паралельно полицям 80 x 80 x 6	ГОСТ 8509-93	Підкос ферми
6. Два кутика 125 x 125 x 9	ГОСТ 8509-93	Верхній пояс ферми

2.4.2. Перший варіант ферми

Загальний вигляд рами промислової будівлі з першим варіантом ферми наведено на рис. 2.21.

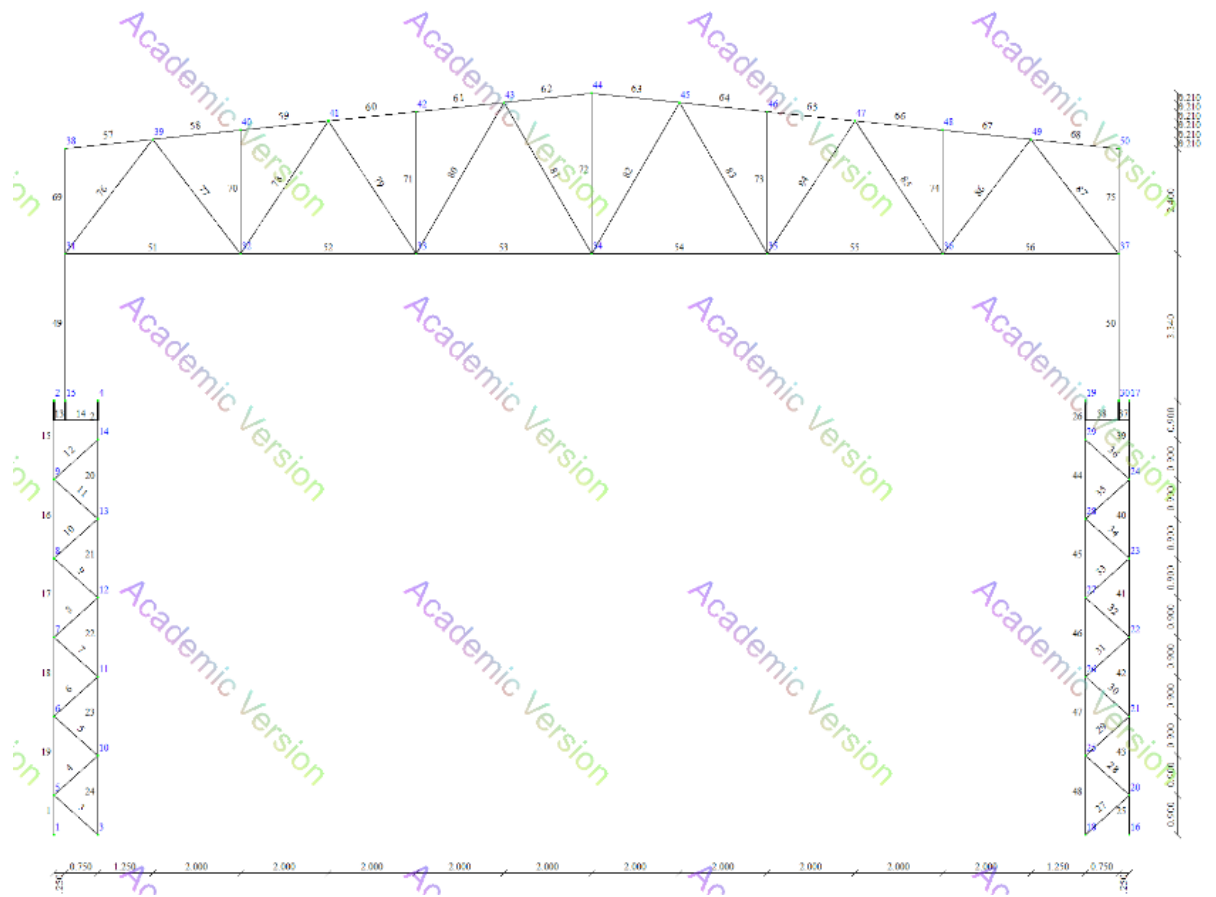


Рис. 2.21. Загальний вигляд рами промислової будівлі з першим варіантом ферми

Розрахункові схеми першого варіанту ферми наведені в додатку Е (рис. 2.22 -2.24)

Епюри нормальних зусиль N в елементах рами наведені на рис. 2.25.

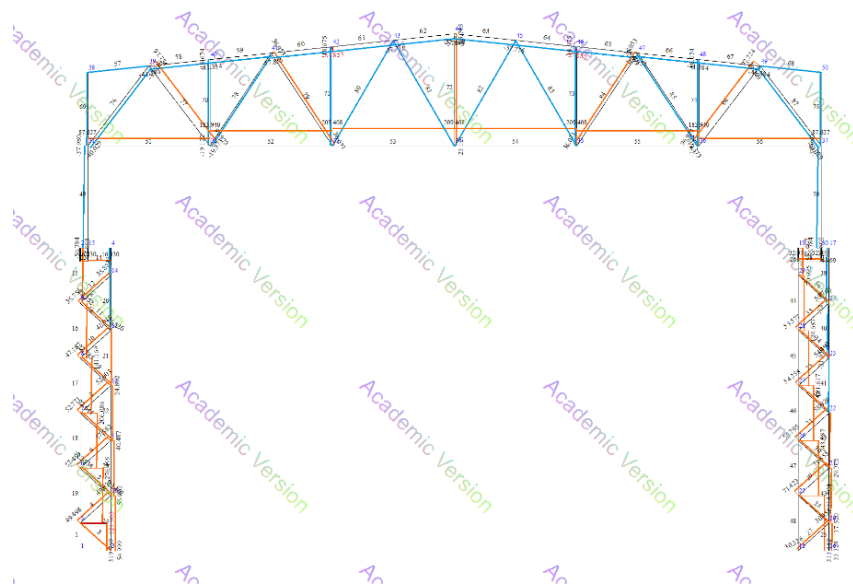


Рис.2.25. Епюри нормальних зусиль N в елементах рами по РСЗ

Епюри згинальних моментів M_y в в елементах рами наведені на рис. 2.26

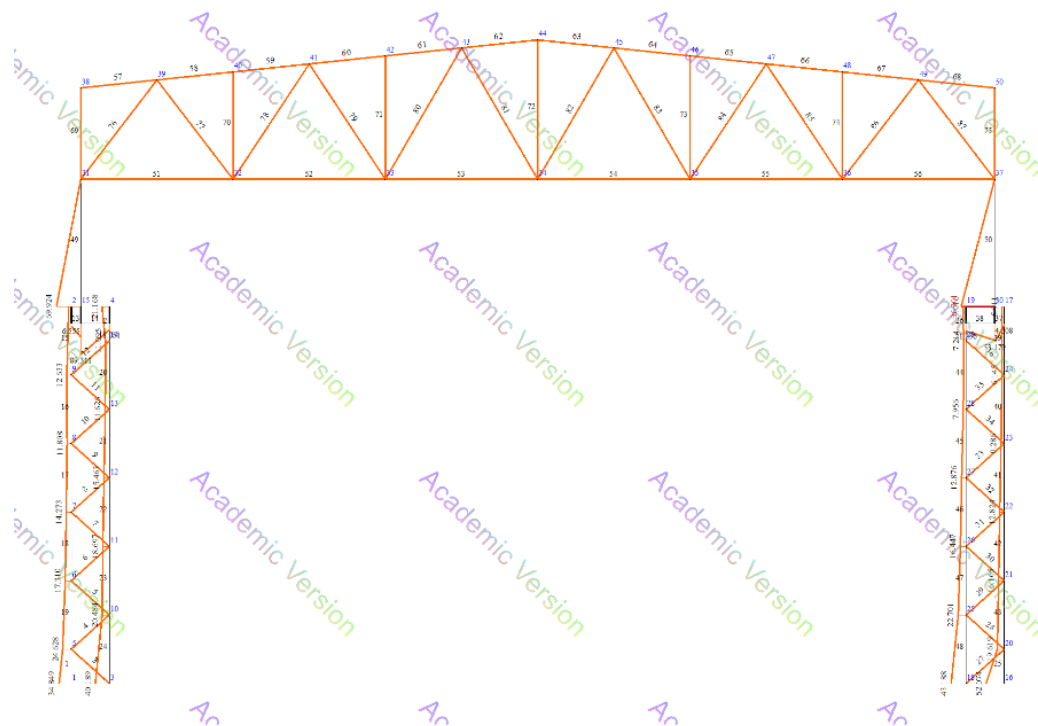


Рис. 2.26. Епюри згинальних моментів M_y в в елементах рами по РСЗ.

Коефіцієнти запасу стійкості елементів для першого варіанту ферми наведено в таблиці 2.9.

Табл.2.9.

Коефіцієнти запасу стійкості елементів для першого варіанту ферми

Завантаження/ сполучення	Коефіцієнт запаса стійкості
1	317.4666
1	794.0609
2	379.2652
2	861.3597
2	881.3109
3	70.3503
3	175.9633
4	605.6183
6	59.4082
7	59.4082
7	215.1127
7	322.6492
14	253.9736
14	612.8162

Результати перевірки призначених перерізів за 1 граничним станом елементів ферми за першим варіантом конструювання наведено на рис. 2.27.

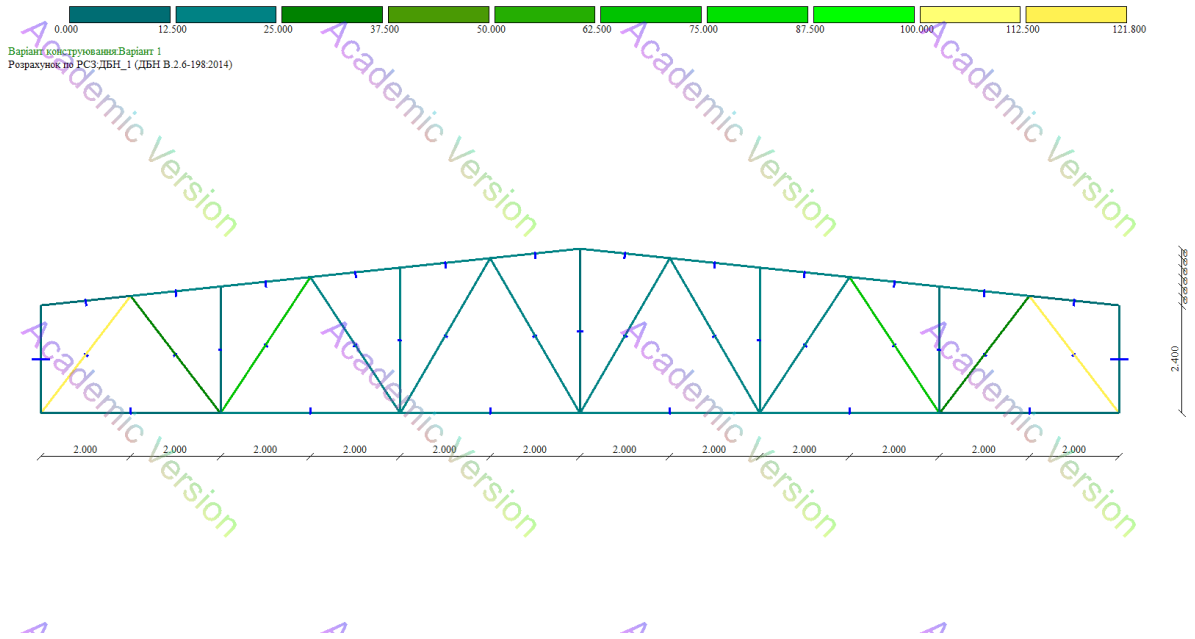


Рис. 2.27. Мозаїка результатів перевірки призначених перерізів за 1 граничним станом

Результати перевірки призначених перерізів за 2 граничним станом елементів ферми за першим варіантом конструювання наведено на рис.2.28.

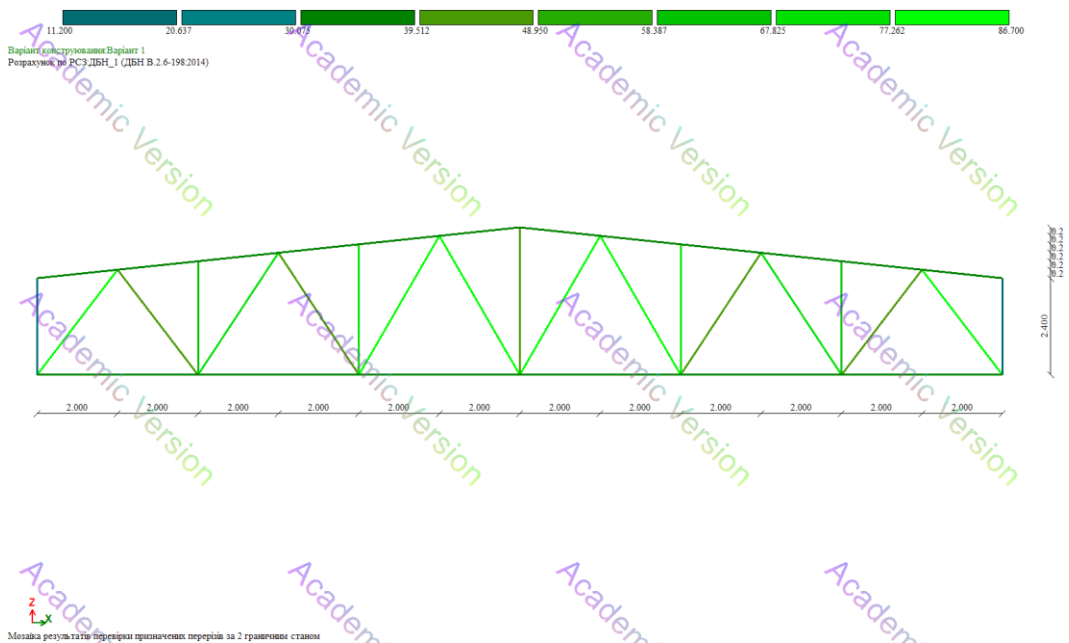


Рис. 2.28. Мозаїка результатів перевірки призначених перерізів за 2 граничним станом

Результати перевірки призначених перерізів за місцевою стійкістю наведено на рис 2.29.

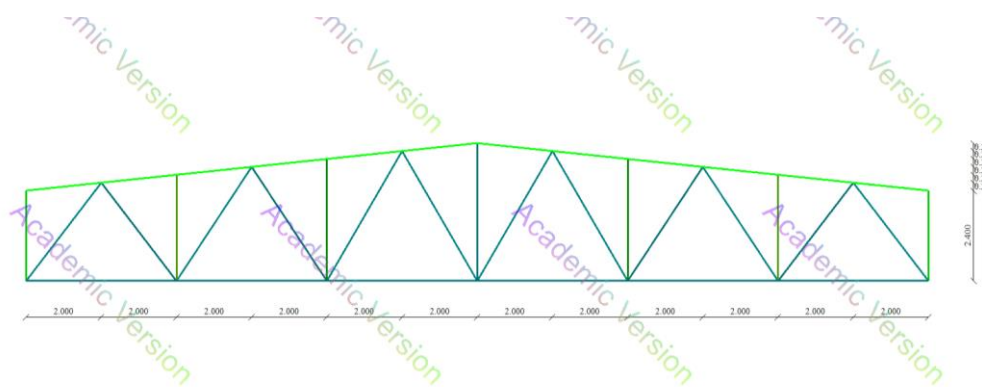


Рис. 2.29. Мозаїка результатів перевірки призначених перерізів за місцевою стійкістю

Результати розрахунків свідчать, що запропоновані перерізи елементів не забезпечують раціональне використання металу в конструкції, тому програмою виконано оптимізацію перерізів. Специфікація елементів з підібраним перерізом наведена в таблиці 2.10, а їх розташування в фермі на рис. 2.30.

Табл. 2.10

Специфікація елементів з підібраним перерізом

Перший варіант ферми

Профіль	довжина	маса, т
T15KT1	24.000	1.004
T15KT3	12.066	0.597
T15KT3	12.066	0.597
L90x7	3.288	0.032
L90x7	3.288	0.032
L90x7	3.631	0.035
L90x7	3.631	0.035
L90x7	3.989	0.038
L90x7	3.989	0.038
L90x7	3.989	0.038
L90x7	3.989	0.038
L90x7	3.631	0.035
L90x7	3.631	0.035
L90x7	3.288	0.032
L90x7	3.288	0.032
Разом	91.763	2.619

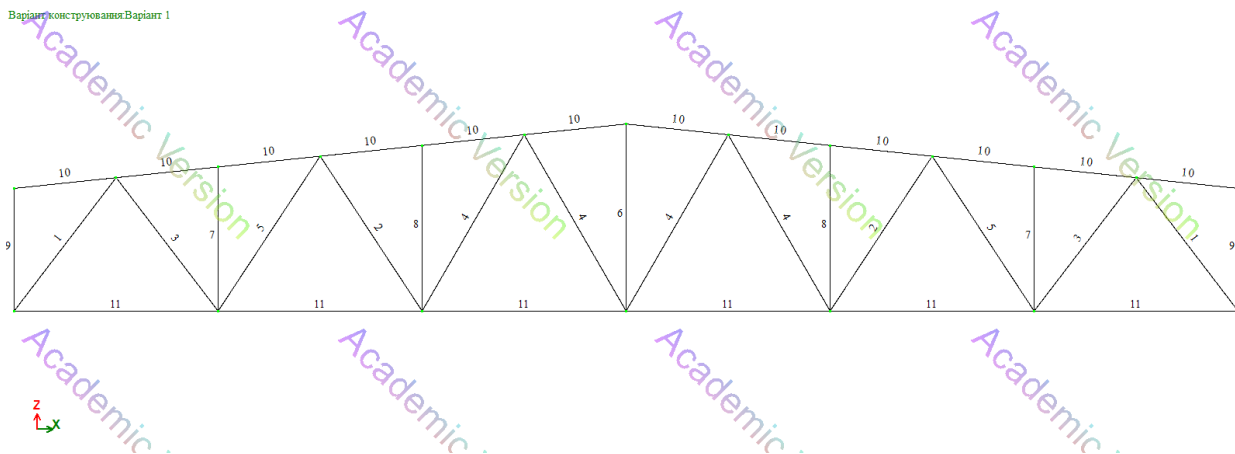


Рис 2.30. Розташування оптимізованих перетинів по першому варіанту ферми

Запропоновані оптимізовані перетини по першому варіанту ферми наведено в таблиці 2.11.

Табл.2.11

Запропоновані оптимізовані перетини по першому варіанту ферми

1	L100x7	C245
2	L40x4	C245
3	L45x5	C245
4	L75x5	C245
5	L90x6	C245
6	2L25x4	C245
7	2L56 x 56 x 4	C245
8	2L63 x 63 x 4	C245
9	I20K1	C245
10	T10KT*	C245
11	T10KT*	C245

Результати перевірки підібраних перерізів за 1 граничним станом наведено на рис 2.31.

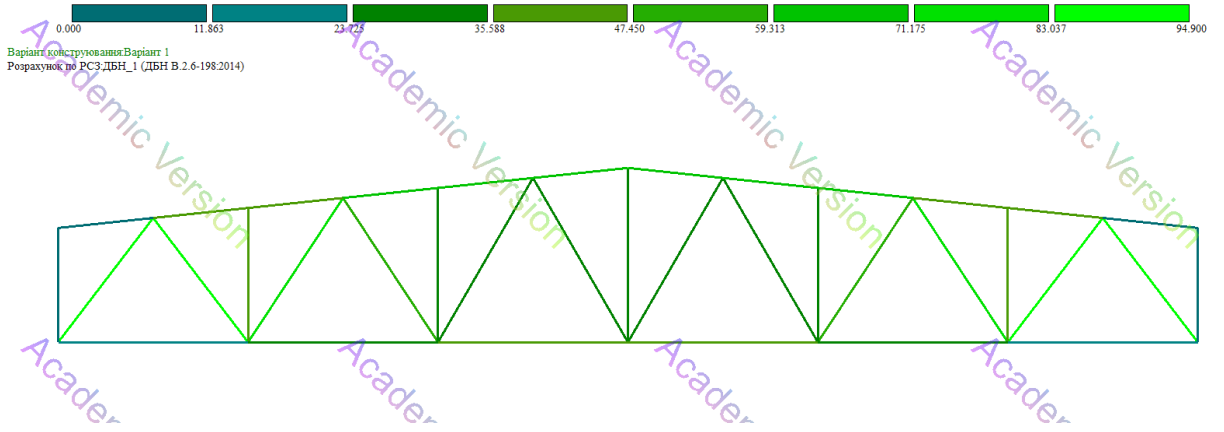


Рис. 2.31. Мозаїка результатів перевірки підібраних перерізів за 1 граничним станом

Результати перевірки підібраних перерізів за 2 граничним станом наведено на рис 2.32.

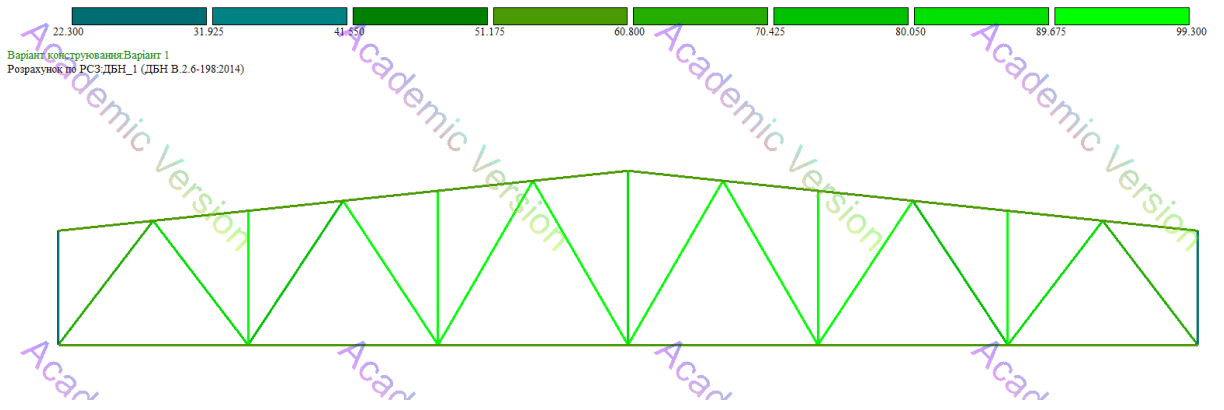


Рис. 2.32. Мозаїка результатів перевірки підібраних перерізів за 2 граничним станом

Результати перевірки підібраних перерізів за місцевою стійкістю наведено на рис 2.33.

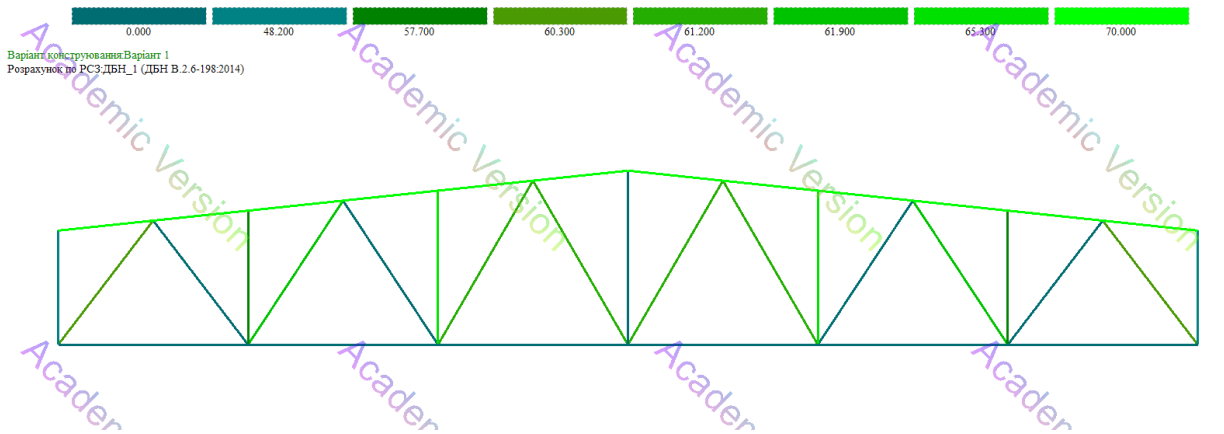


Рис. 2.33. Мозаїка результатів перевірки підібраних перерізів за місцевою стійкістю

Оптимізація перерізів збільшила коефіцієнт використання матеріалу:
за 1 граничним станом з 31,8 до 99,6
за 1 граничним станом з 73,1 до 99,5

Таким чином ферма за першим варіантом відповідає умовам за 1-м та 2-м граничним станом, а також за стійкістю.

Загальна вага ферми 2,619 т

2.4.3. Другий варіант ферми

Загальний вигляд рами промислової будівлі з другим варіантом ферми наведено на рис. 2.34.

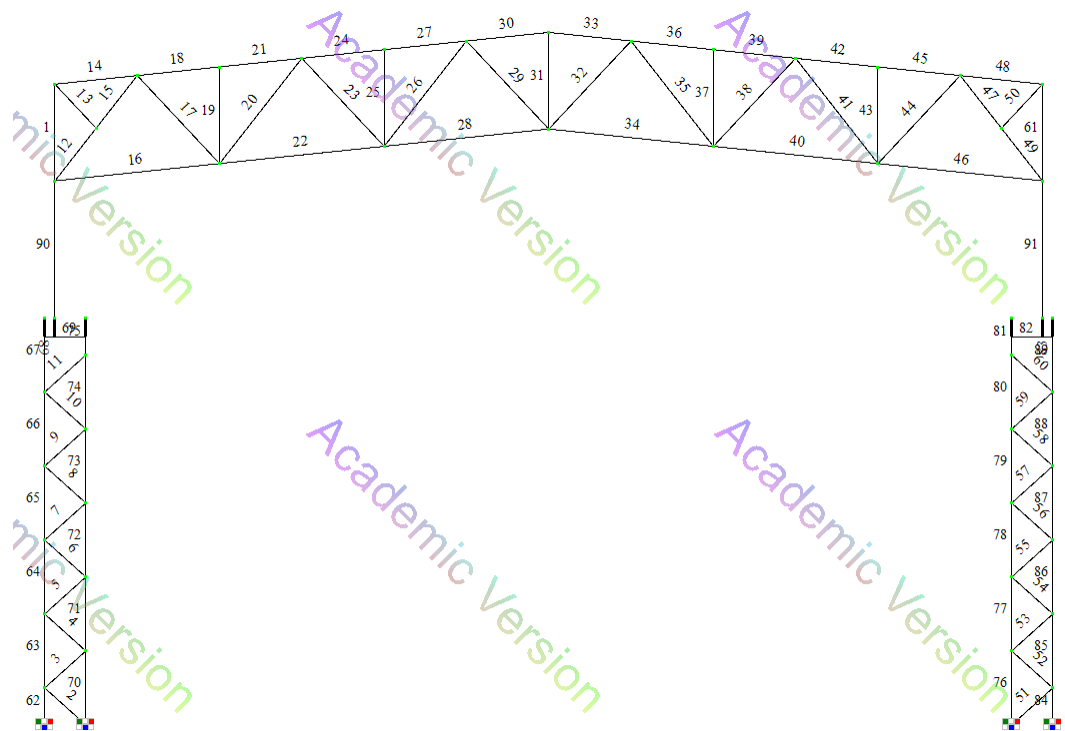


Рис. 2.34. Загальний вигляд рами промислової будівлі з другим варіантом ферми

Розрахункові схеми другого варіанту ферми наведені в Додатку D (рис. 2.35 – 2.37)

Епюри нормальних зусиль N в елементах рами наведені на рис. 2.38.

Епюри згинальних моментів M_u в елементах рами наведені на рис. 2.39.

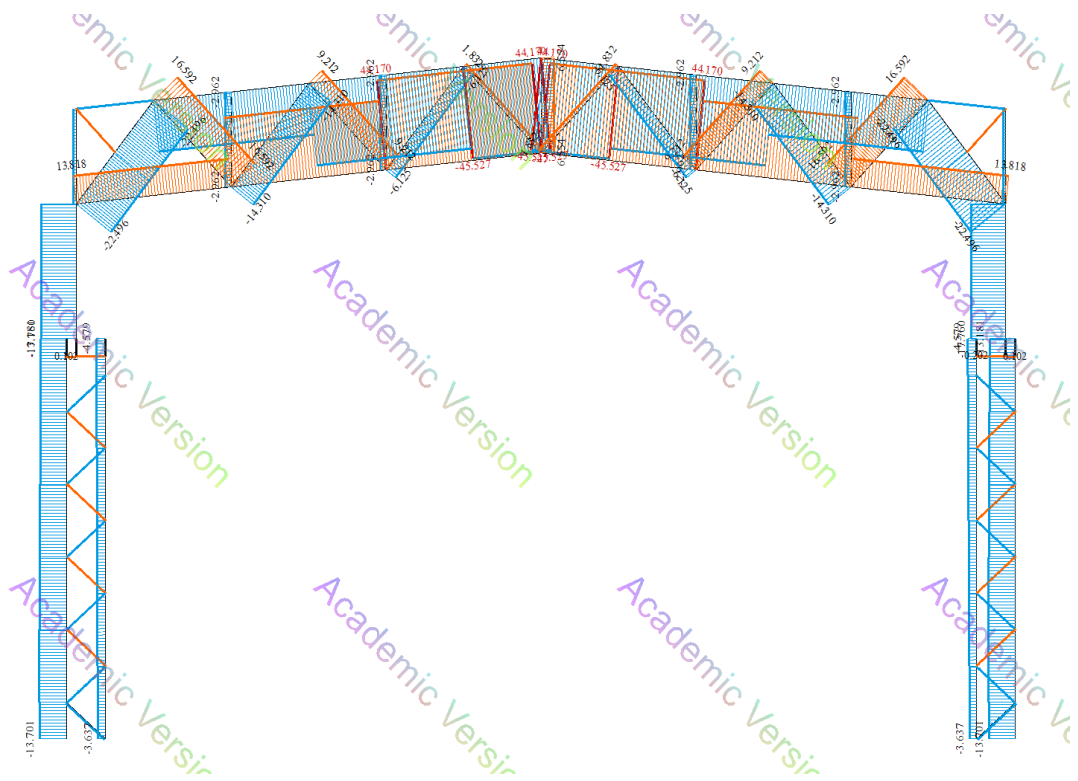


Рис. 2.38. Епюри N по РСЗ

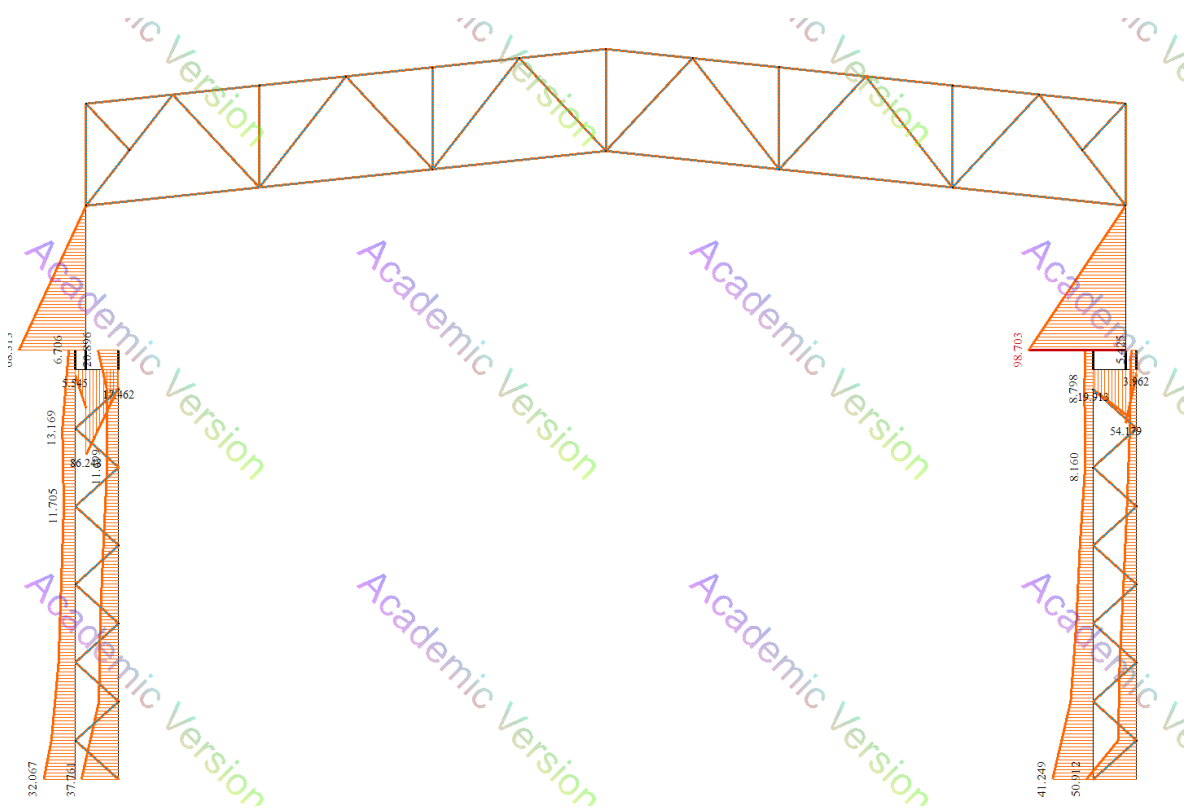


Рис. 2.39. Епюри M_y по РСЗ

Коефіцієнти запасу стійкості елементів для другого варіанту ферми наведено в таблиці 2.12.

Табл. 2.12.

Коефіцієнти запасу стійкості за зусиллями	
Завантаження/ сполучення	Коефіцієнт запаса стійкості
1	317.1325
1	788.8882
2	379.2757
2	861.0803
2	881.3243
3	70.3832
3	175.0829
4	606.8216
6	59.2233
6	215.0819
6	320.7723
7	59.2233
14	934.4510

Результати перевірки призначених перерізів за 1 граничним станом на рис.

2.40.

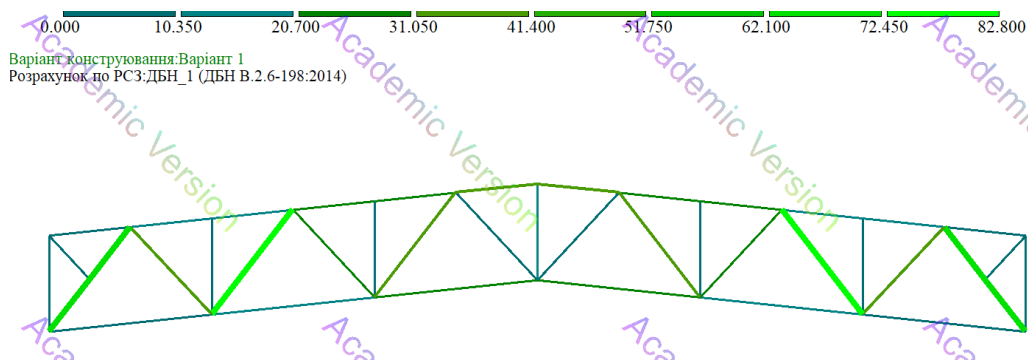


Рис. 2.40. Мозаїка результатів перевірки призначених перерізів за 1 граничним станом

Результати перевірки призначених перерізів за 2 граничним наведено на рис. 2.41.

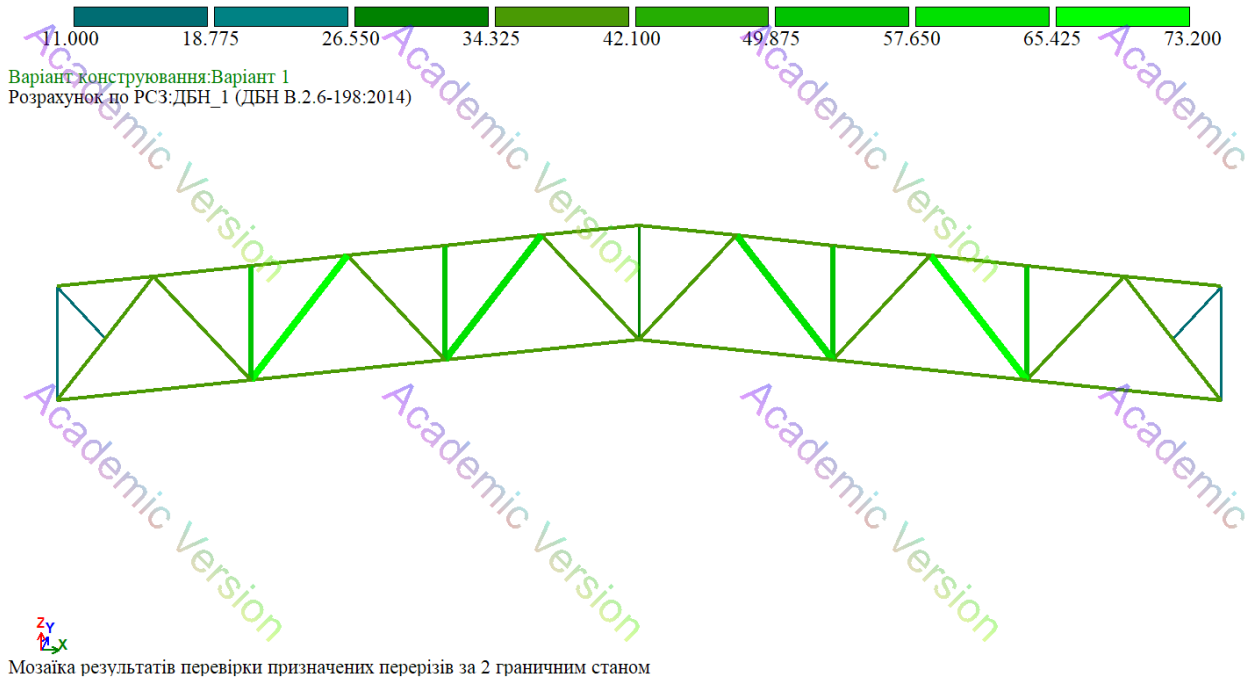


Рис. 2.41. Мозаїка результатів перевірки призначених перерізів за 2 граничним станом

Результати перевірки призначених перерізів за місцевою стійкістю наведено на рис. 2.42.

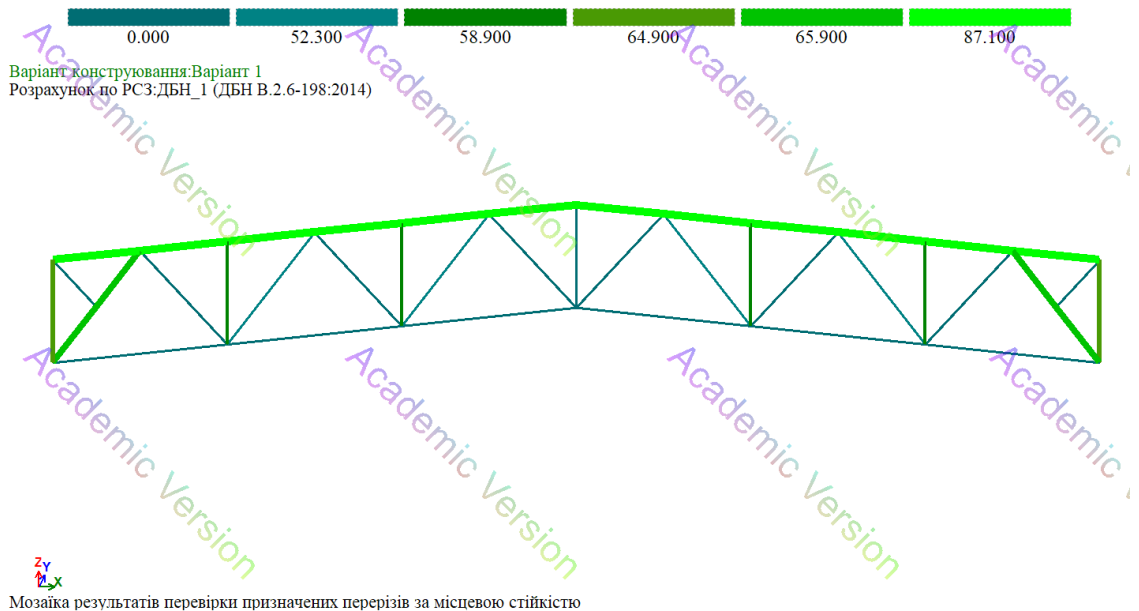


Рис. 2.42. Мозаїка результатів перевірки призначених перерізів за місцевою стійкістю

Як видно з результатів, запропоновані перерізи елементів не забезпечують раціональне використання металу в конструкції, тому програмою виконано оптимізацію перерізів. Запропоновані перерізи наведено в таблиці 2.13. а їх розташування в фермі на рис. 2.43.

Таблиця 2.13.

Другий варіант відомість запропонованих змін елементів

1	L20 x 20 x 4	C245
2	L35x4	C245
3	L50x5	C245
4	L75x5	C245
5	L90x6	C245
6	2L25x4	C245
7	2L45 x 45 x 4	C245
21	I20K1	C245
25	T10KT*	C245
26	T10KT*	C245

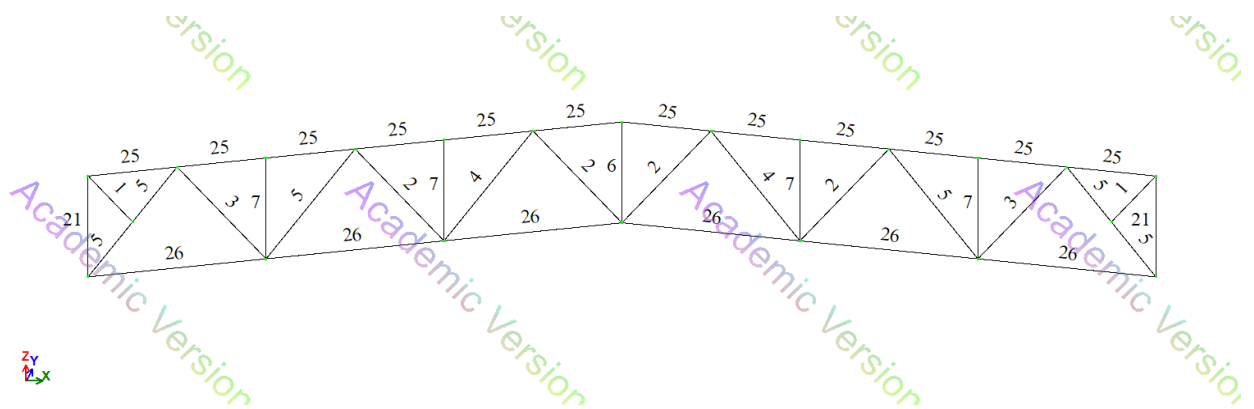


Рис. 2.43. Розташування оптимізованих перетинів по другому варіанту ферми

Порівняння призначених та підібраних профілів наведено в таблиці 2.14, яка розміщена в Додатку G.

Результати перевірки підібраних перерізів за 1 граничним станом наведено на рис 2.44.

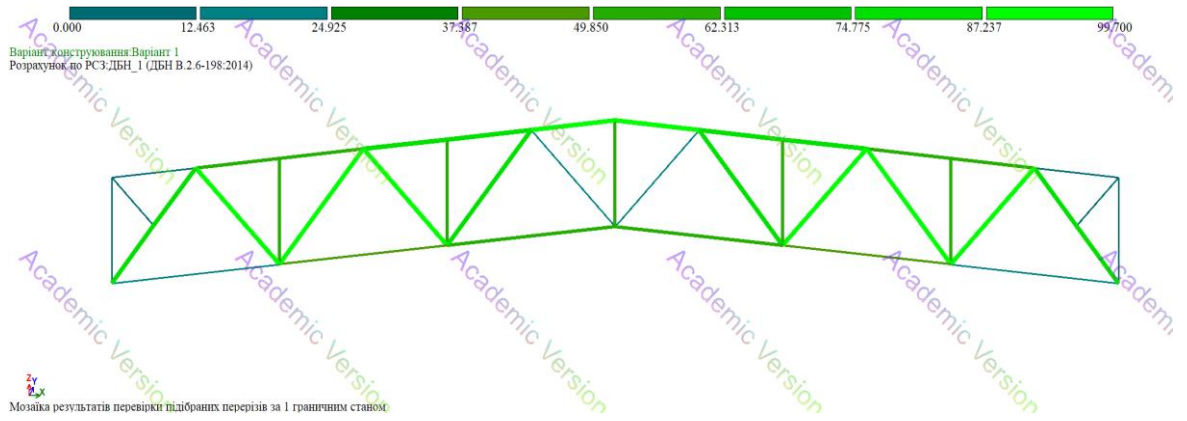


Рис. 2.44. Мозаїка результатів перевірки підібраних перерізів за 1 граничним станом

Результати перевірки підібраних перерізів за 2 граничним станом наведено на рис. 2.45.

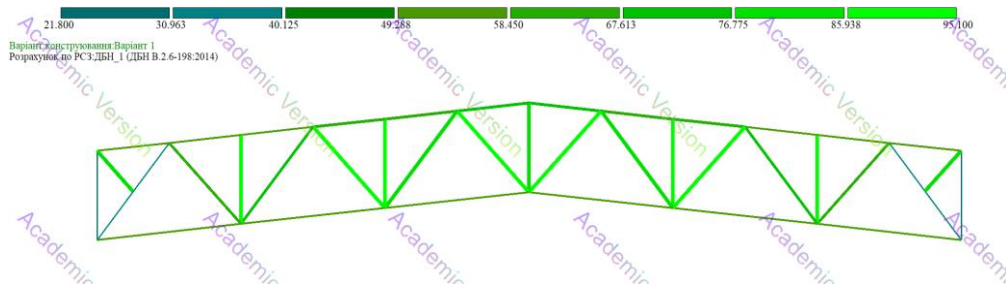


Рис. 2.45. Мозаїка результатів перевірки підібраних перерізів за 2 граничним станом

Результати перевірки підібраних перерізів за місцевою стійкістю наведено на рис. 2.46.

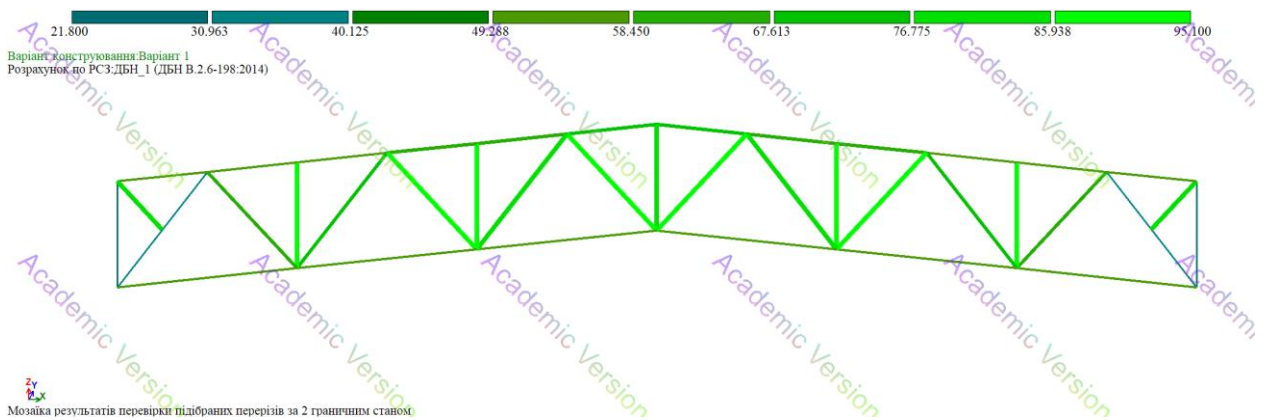


Рис. 2.46. Мозаїка результатів перевірки підібраних перерізів за місцевою стійкістю

Оптимізація перерізів збільшила коефіцієнт використання матеріалу:

за 1 граничним станом з 40,5 до 99,9

за 1 граничним станом з 87,0 до 98,5

Таким чином ферма за першим варіантом відповідає умовам за 1-м та 2-м граничним станом, а також за стійкістю.

Вага ферми за першим варіантом - 1. 2,531 т

Вага ферми за другим варіантом 2,098 т

Другий варіант ферми має меншу масу ніж перший, тому вибираємо його в якості основного.

3. ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

3.1. Вихідні дані для проектування

Район будівництва: м. Кривий Ріг;

Призначення: промислова будівля (вакуум-насосна станція);

Будівля: прямокутна в плані розміром 24,5x50,55 м, та конструктивно розділена на 2 об'єми:

- Машинний зал 24,5x42 м, висота 16,83 м;
- Будівля підстанції і ПСУ триповерхова 24,5x8 м, висота 9,6 м;
- Рівень підземних вод: 7,15 м;
- Нормативна середньобагаторічна глибина сезонного промерзання

грунтів становить: 0,9 м;

- Потужність техногенного поверхневого шару:

а) перешарування бетону та щебню, потужністю 0,7-0,8 м;

б) щебнем із суглинистим заповнювачем, потужністю 0,4 м;

Характеристика ґрунтів наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1
Характеристика ґрунтів

№ з/п	Назва	Товщина шару h , м	Щільність ґрунту, ρ , т/м ³	Абсолют. щільність ρ_s , т/м ³	Вагова вологість,			Модуль деформації E , МПа
					W	W_L	W_P	
1	Насипний пісок	8,0	1,79	2,65	0,12	-	-	16
2	Супісок	5,9	1,76	2,66	0,22	0,22	0,18	6
3	Пісок Пилуватий	1,3	1,82	2,65	0,23	-	-	11

W - природна вологість шару ґрунту;

W_L - границя текучості;

W_P - границя розкочування.

Якщо $W_L = 0$ і $W_P = 0$, границі пластичності відсутні, тобто ґрунт нев'язкий (сипкий).

3.2. Обґрунтування вибору конструкцій фундаментів

Оптимальний тип фундаменту визначається на основі комплексного аналізу геологічних, гідрогеологічних та кліматичних умов ділянки будівництва, а також враховує величину навантажень від споруди, її конструктивні особливості та технологічні вимоги.

Для споруд з підвищеними вимогами до міцності (класи СС-2 та СС-3) рекомендовано використовувати плитні фундаменти або окремі опори, які забезпечують рівномірний розподіл навантажень на ґрунт.

Для менш відповідальних споруд (класи СС-1 та СС-2) достатньо стрічкових фундаментів.

Всі фундаменти влаштовуються на міцній основі, яка складається з бетонної підготовки та шлакової подушки.

Шлакова подушка забезпечує додаткове ущільнення основи та рівномірний розподіл навантажень.

Перед початком будівельних робіт необхідно зняти рослинний шар ґрунту з подальшою рекультивацією території.

3.3. Розрахунок та конструювання фундаментів

3.3.1 Визначення додаткових характеристик ґрунтів

1) Щільність сухого ґрунту:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+W};$$

$$\rho_{d1} = \frac{\rho_1}{1+W_1}; \quad \rho_{d1} = \frac{1,79}{1+0,12} = 1,60 \text{ (Т/М}^3\text{)};$$

$$\rho_{d2} = \frac{\rho_2}{1+W_2}; \quad \rho_{d2} = \frac{1,76}{1+0,22} = 1,44 \text{ (Т/М}^3\text{)};$$

$$\rho_{d3} = \frac{\rho_3}{1+W_3}; \quad \rho_{d3} = \frac{1,82}{1+0,23} = 1,48 \text{ (Т/М}^3\text{)}.$$

2) Питома вага ґрунту у природному стані:

$$\begin{aligned} \gamma &= \rho \cdot g; & g &= 9,81 \text{ м/с}^2; \\ \gamma_1 &= \rho_1 \cdot g; & \gamma_1 &= 1,79 \cdot 9,81 = 17,56 \text{ (кН/м}^3\text{)}; \\ \gamma_2 &= \rho_2 \cdot g; & \gamma_2 &= 1,76 \cdot 9,81 = 17,27 \text{ (кН/м}^3\text{)}; \\ \gamma_3 &= \rho_3 \cdot g; & \gamma_3 &= 1,82 \cdot 9,81 = 17,85 \text{ (кН/м}^3\text{)}. \end{aligned}$$

3) Питома вага сухого ґрунту:

$$\begin{aligned} \gamma_d &= \rho_d \cdot g; \\ \gamma_{d1} &= \rho_{d1} \cdot g; & \gamma_{d1} &= 1,60 \cdot 9,81 = 15,70 \text{ (кН/м}^3\text{)}; \\ \gamma_{d2} &= \rho_{d2} \cdot g; & \gamma_{d2} &= 1,44 \cdot 9,81 = 14,13 \text{ (кН/м}^3\text{)}; \\ \gamma_{d3} &= \rho_{d3} \cdot g; & \gamma_{d3} &= 1,48 \cdot 9,81 = 14,52 \text{ (кН/м}^3\text{)}. \end{aligned}$$

4) Питома вага мінеральних часток ґрунту:

$$\begin{aligned} \gamma_s &= \rho_s \cdot g; \\ \gamma_{s1} &= \rho_{s1} \cdot g; & \gamma_{s1} &= 2,65 \cdot 9,81 = 26,00 \text{ (кН/м}^3\text{)}; \\ \gamma_{s2} &= \rho_{s2} \cdot g; & \gamma_{s2} &= 2,66 \cdot 9,81 = 26,09 \text{ (кН/м}^3\text{)}; \\ \gamma_{s3} &= \rho_{s3} \cdot g; & \gamma_{s3} &= 2,65 \cdot 9,81 = 26,00 \text{ (кН/м}^3\text{)}. \end{aligned}$$

5) Пористість:

$$\begin{aligned} n &= 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s}; \\ n_1 &= 1 - \frac{\rho_{d1}}{\rho_{s1}}; & n_1 &= 1 - \frac{1,6}{2,65} = 1 - 0,6 = 0,4; \\ n_2 &= 1 - \frac{\rho_{d2}}{\rho_{s2}}; & n_2 &= 1 - \frac{1,44}{2,66} = 1 - 0,54 = 0,46; \\ n_3 &= 1 - \frac{\rho_{d3}}{\rho_{s3}}; & n_3 &= 1 - \frac{1,48}{2,65} = 1 - 0,56 = 0,44. \end{aligned}$$

6) Коефіцієнт пористості:

$$\begin{aligned} e &= \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1; \\ e_1 &= \frac{\rho_{s1}}{\rho_{d1}} - 1; & e_1 &= \frac{2,65}{1,6} - 1 = 0,656; \\ e_2 &= \frac{\rho_{s2}}{\rho_{d2}} - 1; & e_2 &= \frac{2,66}{1,44} - 1 = 0,847; \\ e_3 &= \frac{\rho_{s3}}{\rho_{d3}} - 1; & e_3 &= \frac{2,65}{1,48} - 1 = 0,791. \end{aligned}$$

7) Вологість ґрунту:

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w}; \quad \text{де } \rho_w = 1 \text{ т/м}^3 \text{ – щільність води;}$$

$$S_{r1} = \frac{W_1 \cdot \rho_{s1}}{e_1 \cdot \rho_w}; \quad S_{r1} = \frac{0,12 \cdot 2,65}{0,656 \cdot 1} = 0,485;$$

$S_{r1} = 0,485$ - ґрунт маловологий, тому що $0 \leq S_r \leq 0,5$.

$$S_{r2} = \frac{W_2 \cdot \rho_{s2}}{e_2 \cdot \rho_w}; \quad S_{r2} = \frac{0,22 \cdot 2,66}{0,847 \cdot 1} = 0,691;$$

$S_{r2} = 0,691$ - ґрунт вологий, тому що $0,5 \leq S_r \leq 0,8$;

$$S_{r3} = \frac{W_3 \cdot \rho_{s3}}{e_3 \cdot \rho_w}; \quad S_{r3} = \frac{0,23 \cdot 2,65}{0,791 \cdot 1} = 0,771;$$

$S_{r3} = 0,771$ - ґрунт вологий, тому що $0,5 \leq S_r \leq 0,8$.

8) Число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P;$$

$$I_{p1} = I_{p3} = 0, \text{ тому що: } W_{L1} = 0, W_{L3} = 0, W_{P1} = 0, W_{P3} = 0$$

границі пластичності відсутні, тобто ґрунт нев'язкий (сипкий).

$$I_{p2} = W_{L2} - W_{P2}; \quad I_{p2} = W_{L2} - W_{P2} = 0,22 - 0,18 = 0,04.$$

$$I_{p2} = 0,04 \text{ – супісок, тому що: } 0,01 \leq I_p \leq 0,07.$$

9) Показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P};$$

$$I_{L2} = \frac{W_2 - W_{P2}}{W_{L2} - W_{P2}}; \quad I_{L2} = \frac{0,22 - 0,18}{0,22 - 0,18} = 1;$$

$I_{L2} = 1$ – супісок пластичний, тому що: $0 \leq I_L \leq 1$.

10) Для ґрунтів, що залягають нижче рівня підземних вод питома вага ґрунту визначається з урахуванням виважуючої дії води:

$$\gamma_{sw} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e_0}; \quad \text{де } \gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3 \text{ – питома вага води;}$$

$$\gamma_{sw1} = \frac{\gamma_{s1} - \gamma_w}{1 + e_1}; \quad \gamma_{sw1} = \frac{26 - 10}{1 + 0,656} = 9,66 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_{sw2} = \frac{\gamma_{s2} - \gamma_w}{1 + e_2}; \quad \gamma_{sw2} = \frac{26,09 - 10}{1 + 0,847} = 8,71 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_{sw3} = \frac{\gamma_{s3} - \gamma_w}{1 + e_3}; \quad \gamma_{sw2} = \frac{26, -10}{1 + 0,791} = 8,93 \text{ кН/м}^3.$$

11) Нормативні значення питомого зчеплення C_n (кПа) та кута внутрішнього тертя φ_n (град) визначаються за таблицями [21] додаток В.

В нашому варіанті, характеристики C_n , φ_n і E визначені безпосереднім випробуванням досліджувальних ґрунтів:

$$C_{n1} = 2; \quad \varphi_{n1} = 28^\circ; \quad E_1 = 16 \text{ кПа};$$

$$C_{n2} = 7; \quad \varphi_{n2} = 22^\circ; \quad E_2 = 6 \text{ кПа};$$

$$C_{n3} = 1; \quad \varphi_{n3} = 26^\circ; \quad E_1 = 11 \text{ кПа}.$$

Визначаємо розрахункові характеристики ґрунту для розрахунку за I-ю і II-ю групами граничних станів:

$$\text{Отже: } \gamma_1 = \frac{\rho_n \cdot g}{\gamma_g} = \frac{2,02 \cdot 10}{1,05} = 19,23 \text{ кН/м}^3, \quad \gamma_{11} = \frac{\rho_n \cdot g}{\gamma_g} = \frac{2,02 \cdot 10}{1,0} = 20,2 \text{ кН/м}^3;$$

$$\phi_1 = \text{arcctg} \frac{\text{tg} \phi_n}{\gamma_g} = \text{arcctg} \frac{\text{tg} 35}{1,15} = 31^\circ, \quad \phi_{11} = \text{arcctg} \frac{\text{tg} \phi_n}{\gamma_g} = \text{arcctg} \frac{\text{tg} 35}{1,0} = 35^\circ;$$

$$c_1 = \frac{c_n}{\gamma_g} = \frac{1}{1,5} = 0,66 \text{ кПа}, \quad c_{11} = \frac{c_n}{\gamma_g} = \frac{1}{1,0} = 1 \text{ кПа}$$

3.3.2 Визначення постійних та тимчасових навантажень на фундаменти по крайнім та середнім осям будівлі

Збір навантажень на верх обрізу фундаментів під стіни й колони вакуум-насосної станції із такими конструктивними рішеннями:

А. Конструктивна схема будівлі:

- в осях 1-2 – із несучими поздовжніми стінами, які є несучими елементами безкаркасної дільниці будівлі;

- в осях 3-10 – повний однопрогоновий залізобетонний каркас.

а) будівля машинного залу:

1. Фундаменти каркасу будівлі – окремостоячі (стовпчасті) монолітні залізобетонні.

2. Фундаментні блоки – монолітні залізобетонні.

3. Колони збірні залізобетонні.

4. Покриття – покрівельні сендвіч-панелі з наповнювачами із мінеральної вати, по сталевому каркасу.

5. Стіни – з сендвіч-панелей з мінеральної вати, закріплених на прогонах прокатних швелерів.

6. Внутрішній транспорт – кран 15 т. і режимом роботи А3 на відм.

+10.400 (рів. г.р.), вага 28900 кг.

б) Будівля підстанції і ПСУ:

1. Фундамент - залізобетонний монолітний, стрічковий.

2. Перекриття - монолітні, залізобетонні по монолітним залізобетонним поясам; Товщина переkritтя: 250 мм.

3. Покриття – монолітне по монолітному залізобетонному поясу.

4. Стіни – з керамічної цегли; зовнішні $\delta = 380$ мм, внутрішні стіни цегляні $\delta = 250$ мм.

Питома вага матеріалу стін (керамічної цегли): $\gamma_{\text{стін}} = 18 \text{ кН/м}^3$;

5. Перегородки – цегляні $\delta = 150$ -250 мм.

Збираємо навантаження на фундаменти під стіни і колони, розглядаючи вантажні площі A_1 та A_2 , рис. 3.1:

- для фундаменту під стіну по осі **1**: $A_1 = a \cdot b = 3,985 \times 3,0 = 11,985 \text{ м}^2$;

- для фундаменту під колону по осі **5**: $A_2 = c \cdot d = 12,25 \times 6,0 = 73,5 \text{ м}^2$.

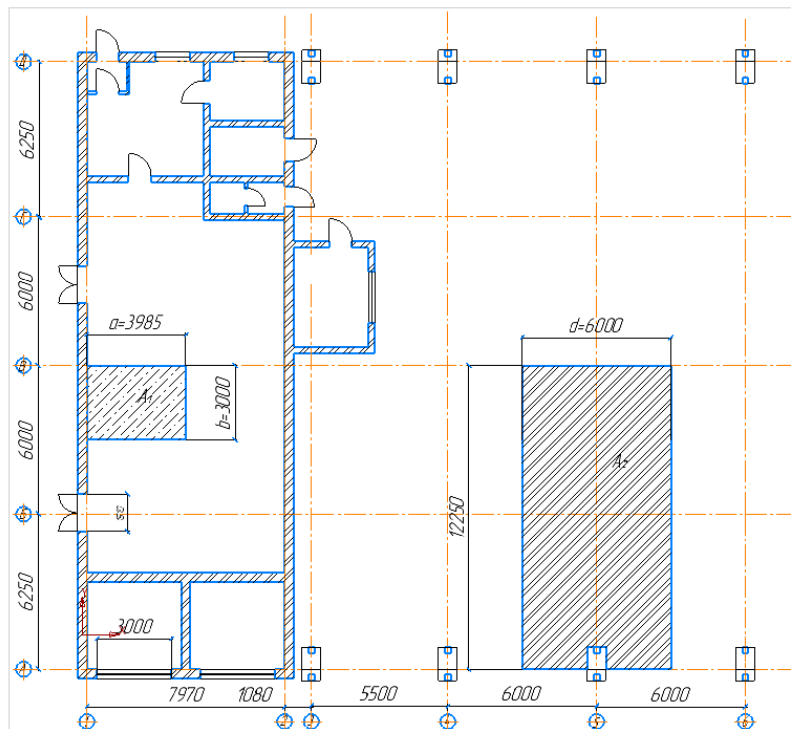


Рис.3.1. Збір навантажень під фундаменти

Збір навантажень на фундаменти, вантажна площа A_1 , представляємо в вигляді таблиць табл. 3.2 – 3.5, які наведено в додатку Н. При цьому враховуємо наступні пояснення:

γ – об'ємна вага, $\text{кН}/\text{м}^3$;

h - товщина шару, м;

n_0 - вага 1 м^2 конструкції, $\text{кН}/\text{м}^2$ (характеристична та експлуатаційно-розрахункова для розрахунків за деформаціями);

γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним навантаженням;

n_I - вага 1 м^2 конструкції, $\text{кН}/\text{м}^2$ (гранична розрахункова для розрахунків за несучою здатністю);

N_0 - характеристичне навантаження, кН,

$$N_0 = n_0 \cdot A_i ;$$

γ_{fe} – коефіцієнт надійності експлуатаційного розрахункового навантаження;

N_e – експлуатаційне розрахункове значення навантаження, кН,

$$N_e = \gamma_{fe} \cdot N_0 ;$$

$H_{\text{стіна}} = 12,1 \text{ м}$ - висота зовнішньої стіни підстанції;

$$N_{01} = n_{\Sigma \text{покриття}} \cdot A_1 ;$$

$$N_{01} = 5,036 \cdot 11,985 = 60,357 \text{ (кН)} ;$$

$$N_{02} = n_{\Sigma \text{перекриття}} \cdot A_1 ;$$

$$N_{02} = 4,100 \cdot 11,985 \cdot 2 = 98,262 \text{ (кН)} ;$$

$$N_{03} = N_{03}^1 + N_{03}^2 + N_{03}^3$$

$$N_{03}^1 = N_{\text{стіна зовн.}} = \delta_{\text{стіна}} \cdot \gamma_{\text{стіна}} \cdot b \cdot H_{\text{стіна}},$$

де:

$$\delta_{\text{стіна}} = 0,38 \text{ м} - \text{товщина зовнішньої стіни};$$

$$\gamma_{\text{стіна}} = 18 \text{ кН}/\text{м}^3 - \text{об'ємна вага матеріалу стіни};$$

$$b = 3 \text{ м} - \text{ширина ділянки } A_1 ;$$

$$H_{\text{стіна}} = 12,1 \text{ м} - \text{висота зовнішньої стіни підстанції}.$$

$$N_{03}^1 = N_{\text{стіна зовн.}} = 0,38 \cdot 18 \cdot 3 \cdot 12,1 = 248,292 \text{ (кН)};$$

$$N_{03}^2 = N_{\text{мін. вата}} = \delta_{\text{мін. вата}} \cdot \gamma_{\text{мін. вата}} \cdot b \cdot H_{\text{стіна}},$$

де:

$$\delta_{\text{мін. вата}} = 0,08 \text{ м} - \text{товщина утеплювача зовнішньої стіни (мін. вати)};$$

$$\gamma_{\text{стіна}} = 1,5 \text{ кН/м}^3 - \text{об'ємна вага матеріалу утеплювача (мін. вати)};$$

$$N_{03}^2 = N_{\text{мін. вата}} = 0,08 \cdot 1,5 \cdot 3 \cdot 12,1 = 4,356 \text{ (кН)};$$

$$N_{03}^3 = N_{\text{проф. лист}} = b \cdot H_{\text{стіна}} \cdot 6,73$$

де:

$$6,73 \text{ кг} - \text{вага } 1 \text{ м}^2 \text{ проф. листа С10-1000-0,7};$$

$$N_{03}^3 = N_{\text{проф. лист}} = 3 \cdot 12,1 \cdot 6,73 = 2,443 \text{ (кН)}.$$

$$N_{03} = 248,292 + 4,356 + 2,443 = 255,091 \text{ (кН)}.$$

Перегородки:

$$N_{04} = A_1 \cdot 1 \cdot n,$$

$$N_{04} = 11,985 \cdot 1 \cdot 3 = 35,955 \text{ (кН)},$$

n – кількість поверхів.

II. Тимчасові навантаження:

- від снігу:

$$N_{\text{сніг}} = A_1 \cdot S_m;$$

$$S_m = 0,41 \text{ кН/м}^2 - \text{нормативне значення снігового навантаження};$$

$$N_{\text{сніг}} = 11,985 \cdot 0,41 = 4,91 \text{ (кН)};$$

- корисне навантаження:

$$N_{\text{корисне}} = 1,5 \cdot A_1 \cdot n \cdot \psi_n$$

де:

ψ_n – коефіцієнт сполучення навантажень,

$$\psi_n = 0,4 + \frac{\psi_n^{-0,4}}{\sqrt{n}} = 0,4 + \frac{1^{-0,4}}{\sqrt{3}} = 0,746,$$

$$N_{\text{корисне}} = 1,5 \cdot 11,985 \cdot 3 \cdot 0,746 = 40,23 \text{ (кН)}.$$

$$N_{\text{К1}} = n_0 \cdot A_2 - \text{вага покриття};$$

$$N_{\text{К1}} = 0,147 \cdot 73,5 = 10,805 \text{ кН};$$

$$N_{\text{Ф}} = 149 \text{ кН} - \text{вага ферми каркасу на проліт між 2-ма колонами}.$$

$N_{K2} = 149/2 = 74,5$ кН; – вага ферми каркасу на 1-у колону;

$N_{K3} = N_{п.ч.} + N_{н.ч.}$ – вага колони каркасу, де:

$N_{п.ч.} = A_{п.ч.} \cdot H_{п.ч.} \cdot \gamma_{з/б}$ – вага підкранової колони каркасу;

$N_{н.ч.} = A_{н.ч.} \cdot H_{н.ч.} \cdot \gamma_{з/б}$ – вага надкранової колони каркасу;

де $A_{п.ч.} = 0,4 \times 0,6 = 0,24$ м² – площа поперечного перерізу підкранової частини колони;

$A_{н.ч.} = 0,35 \times 0,35 = 0,123$ м² – площа поперечного перерізу надкранової частини колони;

$H_{п.ч.} = 10,260$ м – висота підкранової частини колони;

$H_{н.ч.} = 5,040$ м – висота надкранової частини колони;

$\gamma_{з/б} = 25$ кН/м³ – питома вага залізобетону (для несучих конструкцій).

$N_{п.ч.} = 0,24 \cdot 10,26 \cdot 25 = 61,56$ кН;

$N_{н.ч.} = 0,123 \cdot 5,04 \cdot 25 = 15,5$ кН;

$N_{K3} = 61,56 + 15,5 = 77,06$ кН.

$N_{K4} = 22,50 + 11,25 = 33,75$ кН – загальна вага підкранової балки та підкранової колії;

$N_{K5} = 21$ кН – вага фундаментного блока;

$N_{K6} = N_{с.п.} + N_{п.ш.} + N_{в.} + N_{і.д.}$ – вага стіни;

Площа стіни: $15,3 \times 6 = 91,8$ м²;

21,76 кг – вага 1 м² сендвіч-панелей з утеплювачем – мінеральна вата, товщиною 100 мм;

$N_{с.п.} = 91,8 \times 21,76 = 1997,6$ кг = 19,976 кН – вага сендвіч-панелей в площі стіни 91,8 м²;

$N_{п.ш.} = 1,7$ т. = 1700 кг = 17 Н – вага прогонних швелерів П20;

$N_{в.} = 0,35$ т. = 350 кг = 3,5 Н – вага в'язів між колонами (труби ТЭ 108x5);

$N_{і.д.} = 0,2$ т. = 200 кг = 2 Н – вага інших деталей;

$N_{K6} = 19,976 + 17 + 3,5 + 2 = 42,476$ Н.

Всі величини в межах площі A_2 .

II. Тимчасові навантаження:

від снігу:

$$N_{\text{сніг}} = A_2 \cdot S_m;$$

$S_m = 0,41 \text{ кН/м}^2$ - нормативне значення снігового навантаження;

$$N_{\text{сніг}} = 73,5 \cdot 0,41 = 30,135 \text{ (кН)};$$

кранове навантаження:

Згідно з п.7 норматива [7] для вертикального навантаження від крана встановлюємо два розрахункових значення:

- для розрахунків за несучої здатності (за I-ою ГГС (групою граничних станів))

$$\text{граничне } F_m = \gamma_{fm} \cdot F_0 \cdot \psi_I;$$

для розрахунків за деформаціями (за II -ою ГГС (групою граничних станів):

$$\text{квазіпостійне } F_p = \gamma_{fp} \cdot F_0 \cdot \psi_{II};$$

де:

$\gamma_{fm} = 1,1$ – коефіцієнт надійності при заданому періоді повторюваності 50 років;

$$\gamma_{fp} = \frac{F_{01}}{F_0},$$

де:

$$F_{01} = \frac{(Q/2)}{2} \text{ – навантаження від крана без вантажу};$$

$$F_0 = \frac{(Q/2)}{2} + Q \text{ – навантаження від крана з вантажем.}$$

$Q = 150 \text{ кН}$ – вантажопідйомність мостового крану машинного залу вакуум-насосної станції;

$$F_{01} = \frac{(150/2)}{2} = 37,5 \text{ кН};$$

$$F_0 = \frac{(150/2)}{2} + 150 = 187,5 \text{ кН};$$

$$\gamma_{fp} = \frac{37,5}{187,5} = 0,2 .$$

ψ_I і ψ_{II} - коефіцієнти сполучення навантажень, відповідно для розрахунків за I-ою і II-ою групами граничних станів.

$$\psi_I = 0,9 ,$$

$$\psi_{II} = 0,95 .$$

$$F_m = 1,1 \cdot 187,5 \cdot 0,9 = 185,625 \text{ кН} - \text{за I-ою групою ГГС};$$

$$F_p = 0,2 \cdot 187,5 \cdot 0,95 = 35,625 \text{ кН} - \text{за II-ою групою ГГС}.$$

Навантаження на фундамент колони по осі **5** ($A_2 = 73,5 \text{ м}^2$) зібрані в табл.3.6., яка наведена в Додатку I.

3.3.3 Визначення глибини закладання фундаменту

На основі отриманих розрахунків, отриманих в п. 3.2.1 та п. 3.2.2 вибираємо такі типи фундаментів:

- окремостоячі (стовпчасті) монолітні залізобетонні – для каркасу будівлі машинної зали;
- залізобетонний монолітний, стрічковий.

Виконаємо розрахунок фундаменту для будівлі машинної зали.

Глибина закладання фундаменту залежить від:

- призначення і конструктивних особливостей споруди, що проектується;
- глибини закладання фундаментів суміжних споруд, а також глибини прокладання інженерних комунікацій;
- інженерно – геологічних умов ділянки;
- глибини промерзання ґрунту;
- навантажень і впливів на фундаменти;
- рівня ґрунтових вод.

В нашому випадку - нормативна глибина промерзання $d_{fn} = 0,9 \text{ м}$.

Оскільки фундамент опирається на дрібні піски, які не здатні до здійснення, то глибина закладання фундаментів призначається незалежно від d_f :

$$d_f = d_{fn} \cdot k_h,$$

де:

k_h - коефіцієнт, що враховує вплив теплового режиму споруди,

$k_h = 1,1$ – для неопалювальних споруд,

$$d_f = 0,9 \cdot 1,1 = 0,99 \text{ м}.$$

Рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині 7,15 м від поверхні ґрунту, тобто ґрунтові води на глибину закладання фундаменту не впливають.

Приймаємо глибину закладання фундаменту $d = 2,2$ м.

На фундаменті під колони крім власної ваги надземних конструкцій діють момент зовнішніх сил $M_1 = 70$ кНм та горизонтальна сила $Q_1 = 30$ кН.

3.3.4 Визначення розмірів підшви фундаменту під колону

Наближена площа підшви:

$$A = \frac{N}{R_0 - \bar{\gamma} \cdot d},$$

де:

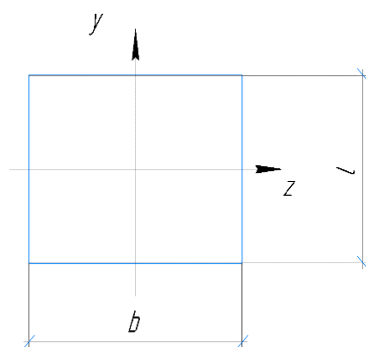
$R_0 = 400$ кПа $= 400$ кН/м² розрахунковий опір піску дрібного, щільного, малого ступеня водонасичення;

$\bar{\gamma} = 20$ кН/м³ – значення питомої ваги матеріалу фундаменту і ґрунту на його обрізах (усереднене);

N – вертикальне навантаження;

$$A = \frac{563,999}{400 - 20 \cdot 2,2} = 1,584 \text{ м}^2.$$

На рис 3.2. наведена схема розміру підшви фундаменту.



$$W_z = \frac{b \cdot l^2}{6},$$

$$W_z = \frac{1,8 \cdot 1,8^2}{6} = 0,972 \text{ м}^3.$$

Рис. 3.2 Розмір підшви фундаменту

З конструктивних міркувань приймаємо попередньо розмір підшви фундаменту: $l=1,8$ м, $b=1,8$ м. $A' = 1,8 \times 1,8 = 3,24$ м²

Уточнюємо розрахунковий опір ґрунту основи R , який являє собою межу лінійної залежності «навантаження – осідання»:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_y \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}),$$

де:

$$\gamma_{c1} = 1,3, \quad \gamma_{c2} = 1,1 - \text{коефіцієнти умов роботи};$$

$k = 1$ - коефіцієнт дорівнює одиниці, якщо міцнісні характеристики ґрунту (φ і c) визначені безпосереднім випробуванням;

M_y, M_q, M_c - коефіцієнти, що приймаються в залежності від кута внутрішнього тертя $\varphi_{11} = 28^\circ$:

$$M_y = 0,98, \quad M_q = 4,93, \quad M_c = 7,4;$$

b - ширина підшви фундаменту, м;

$$k_z = 1, \text{ тому що } b \leq 10;$$

γ_{II} - усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче підшви фундаменту (за наявності підземних вод визначають з урахуванням зважувальної дії води), $\text{кН}/\text{м}^3$;

γ'_{II} - усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають вище підшви фундаменту, $\text{кН}/\text{м}^3$;

c_{II} - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, який залягає під підшвою фундаменту;

d - глибина закладання фундаменту, м.;

h_f - висота фундаменту, м.;

$$h_f = d.$$

$$R = \frac{1,3 \cdot 1,1}{1} (0,98 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 20,2 + 4,93 \cdot 2,2 \cdot 20,2 + 7,4 \cdot 1) = 374,834$$

(кПа).

Середній тиск на підшву фундаменту:

$$P_{mII} = \frac{N}{A} + \bar{\gamma} \cdot d,$$

$$P_{max} = \frac{N}{A} + \bar{\gamma} \cdot d + \frac{M_1 + Q_1 \cdot h_f}{W},$$

$$P_{min} = \frac{N}{A} + \bar{\gamma} \cdot d - \frac{M_1 + Q_1 \cdot h_f}{W}$$

$$P_{mII} = \frac{563,999}{3,24} + 20 \cdot 2,2 = 218,0 \text{ (кПа)};$$

$$P_{max} = \frac{563,999}{3,24} + 20 \cdot 2,2 + \frac{70+30 \cdot 2,2}{0,972} = 313,992 \text{ (кПа)};$$

$$P_{min} = \frac{563,999}{3,24} + 20 \cdot 2,2 - \frac{70+30 \cdot 2,2}{0,972} = 34,156 \text{ (кПа)}.$$

Перевіряємо виконання умов:

$$P < R; \quad 218, < 374,834, \text{ - умова виконана};$$

$$P_{max} < 1,2 \cdot R; \quad 313,992 < 1,2 \cdot 374,834 = 449,801, \text{ - умова виконана};$$

$$P_{min} \geq 0; \quad 34,156 \geq 0, \text{ - умова виконана}.$$

Перевіряємо ексцентриситет, який повинен бути:

$$e \leq \frac{b}{6},$$

$$e \leq \frac{1,8}{6},$$

$$e \leq 0,3;$$

$$e = \frac{M_1 + Q_1 \cdot d}{N + \gamma \cdot d \cdot A},$$

$$e = \frac{70 + 30 \cdot 2,2}{563,999 + 20 \cdot 2,2 \cdot 3,24} = 0,192;$$

$$0,192 \leq 0,3, \text{ - умова виконана}.$$

На рис.3.3. наведена епюра тиску під подошвою фундаменту під колону крайнього ряду.

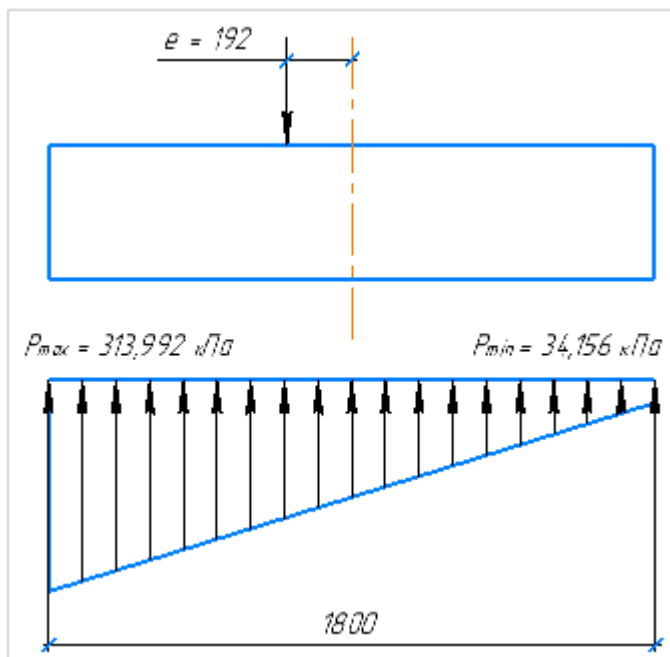


Рис. 3.3 Епюра тиску під подошвою фундаменту під колону крайнього ряду.

3.3.5. Розрахунок осідання фундаменту під колону за методом пошарового підсумовування

Метод пошарового підсумування рекомендований змінами №2 до нормативу [21] як головний для практичних розрахунків.

Розрахунок основ за деформаціями проводять з метою обмеження сумісних деформацій основ і фундаментів такими величинами, за яких гарантується нормальна експлуатація споруди машинного залу вакуум-насосної станції № 4.

Розрахункова схема визначення сумісного осідання основи і фундаменту під колону машинного залу наведена на рис. 3.4.

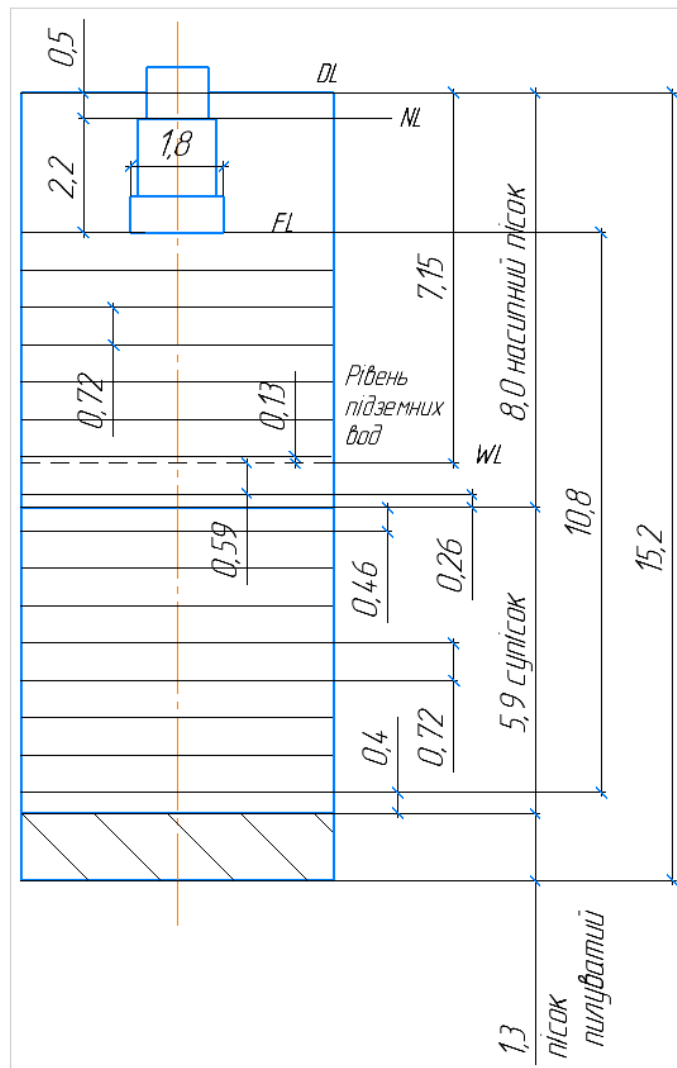


Рис. 3.4 Розрахункова схема визначення сумісного осідання основи і фундаменту під колону машинного залу

Розрахунок ведемо в такій послідовності

1. Викреслюємо геологічний переріз будівельної ділянки, на який у тому ж самому вертикальному масштабі нанесемо поперечні окреслення проектованого фундаменту по ширині b . Поруч із геологічним перерізом розміщуємо допоміжну таблицю.

2. Ґрунтову основу, що розташована нижче підосви фундаменту до глибини $6 \cdot b = 6 \cdot 1,8 = 10,8$ м, розбиваємо на елементарні шари товщиною $h_i = 0,4 \cdot 1,8 = 0,72$ м. Номери елементарних шарів та їхні товщини h_i заносимо в таблицю. Будь-який i -ий елементарний шар не повинен одночасно знаходитись у двох суміжних інженерно-геологічних елементах (ІГЕ). Якщо товщина i -того елементарного шару, що належить якомусь-то ІГЕ, $h < 0,4 \cdot b$, то товщину $(i + 1)$ -го елементарного шару наступного ІГЕ приймають такою $i + 1$, щоб вона доповнювала товщину попереднього i -го елементарного шару до $0,4 \cdot b$. Це ж саме стосується і випадку рівня ґрунтових вод WL у межах товщини елементарного шару.

3. Вираховуємо природні тиски σ (вертикальні нормальні стикаючі напруження від власної ваги ґрунту) на границі елементарних шарів за формулою:

$$\sigma_{zg,i} = \sigma_{zg,0} + \sum_{l=1}^i (\gamma_l \cdot h_l),$$

де:

γ_i – об'ємна вага ґрунту i -го шару;

h_i – товщина i -го шару;

$\sigma_{zg,0}$ – природний тиск (вертикальні напруження від власної ваги ґрунту)

на рівні підосви фундаменту;

$$\sigma_{zg,0} = \gamma' \cdot d_n,$$

$$\sigma_{zg,0} = 17,56 \cdot 2,2 = 38,63 \text{ (кПа);}$$

- по підосві 1-го елементарного шару: $\sigma_{zg,1} = \sigma_{zg,0} + \gamma_1 \cdot h_1$;

$$\sigma_{zg,1} = 38,63 + 17,56 \cdot 0,72 = 51,27 \text{ (кПа);}$$

- по підосві 2-го елементарного шару: $\sigma_{zg,2} = \sigma_{zg,1} + \gamma_2 \cdot h_2$;

$$\sigma_{zg,2} = 51,27 + 17,56 \cdot 0,72 = 63,91 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,3} = 63,91 + 17,56 \cdot 0,72 = 76,55 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,4} = 76,55 + 17,56 \cdot 0,72 = 89,20 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,5} = 89,20 + 17,56 \cdot 0,72 = 101,84 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,6} = 101,84 + 17,56 \cdot 0,72 = 114,48 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,7} = 114,48 + 17,56 \cdot 0,13 = 116,76 \text{ (кПа);}$$

Нижче підошви 7-го елементарного шару (де починаються ґрунтові води, рівень WL, позначка 7,15 м) природні тиски визначаються з урахуванням виважучої дії води, підставляючи у формулу для обчислення $\sigma_{zg,i}$ знайдену величину питомої ваги ґрунту $\gamma_{sw,i}$ у зваженому у воді стані:

$$\gamma_{sw1} = 9,66 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_{sw2} = 8,71 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_{sw3} = 8,9 \text{ кН/м}^3.$$

$$\sigma_{zg,8} = 116,76 + 9,66 \cdot 0,59 = 122,46 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,9} = 122,46 + 9,66 \cdot 0,26 = 124,97 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,10} = 124,97 + 8,71 \cdot 0,46 = 128,98 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,11} = 128,98 + 8,71 \cdot 0,72 = 135,25 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,12} = 135,25 + 8,71 \cdot 0,72 = 141,52 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,13} = 141,52 + 8,71 \cdot 0,72 = 147,79 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,14} = 147,79 + 8,71 \cdot 0,72 = 154,03 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,15} = 154,03 + 8,71 \cdot 0,72 = 160,30 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,16} = 160,30 + 8,71 \cdot 0,72 = 166,57 \text{ (кПа);}$$

$$\sigma_{zg,17} = 166,57 + 8,71 \cdot 0,72 = 172,85 \text{ (кПа).}$$

4. Визначаємо додатковий тиск на основу на рівні підошви фундаменту за формулою:

$$\sigma_{zp,0} = P_{0II} = P_{mII} - \sigma_{zg,0},$$

де:

$P_{mII} = 218$ кПа – середній тиск по підшві фундаменту;

$\sigma_{zg,0} = 38,6$ кПа – природний тиск на рівні підшви.

Тоді:

$$\sigma_{zp,0} = 218,0 - 38,63 = 179,4 \text{ (кН)}.$$

5. Вираховуємо відстані z_i від підшви фундаменту до нижніх границь (підшв) елементарних шарів. Для кожного з елементарних шарів знаходимо значення відносної глибини ξ_i :

$$\xi_i = \frac{2 \cdot z_i}{b};$$

$$\xi_0 = \frac{2 \cdot 0}{1,8} = 0;$$

$$\xi_1 = \frac{2 \cdot 0,72}{1,8} = 0,8;$$

$$\xi_2 = \frac{2 \cdot 1,44}{1,8} = 1,6;$$

$$\xi_3 = \frac{2 \cdot 2,16}{1,8} = 2,4;$$

$$\xi_4 = \frac{2 \cdot 2,88}{1,8} = 3,2;$$

$$\xi_5 = \frac{2 \cdot 3,6}{1,8} = 4,0;$$

$$\xi_6 = \frac{2 \cdot 4,32}{1,8} = 4,8;$$

$$\xi_7 = \frac{2 \cdot 4,45}{1,8} = 4,9;$$

$$\xi_8 = \frac{2 \cdot 5,04}{1,8} = 5,6;$$

$$\xi_9 = \frac{2 \cdot 5,3}{1,8} = 5,9;$$

$$\xi_{10} = \frac{2 \cdot 5,76}{1,8} = 6,4;$$

$$\xi_{11} = \frac{2 \cdot 6,48}{1,8} = 7,2;$$

$$\xi_{12} = \frac{2 \cdot 7,2}{1,8} = 8,0;$$

$$\xi_{13} = \frac{2 \cdot 7,92}{1,8} = 8,8;$$

$$\xi_{14} = \frac{2 \cdot 8,64}{1,8} = 9,6;$$

$$\xi_{15} = \frac{2 \cdot 9,36}{1,8} = 10,4;$$

$$\xi_{16} = \frac{2 \cdot 10,08}{1,8} = 11,2;$$

$$\xi_{17} = \frac{2 \cdot 10,8}{1,8} = 12,0.$$

6. α_i – величина коефіцієнта розсіювання додаткового тиску P_{0II} по глибині осної фундаменту. Приймається залежно від величин ξ_i і b за табл. Д1 ДБН В.2.1-10-2009.

7. Додаткові тиски $\sigma_{zp,i}$ на границях елементарних шарів z_i :

$$\sigma_{zp,i} = \alpha_i \cdot P_{0II},$$

$$\sigma_{zp,0} = 1 \cdot 179,4 = 179,4 \text{ (кПа)}; \quad \sigma_{zp,1} = 0,8 \cdot 179,4 = 143,5 \text{ (кПа)};$$

$$\sigma_{zp,2} = 0,449 \cdot 179,4 = 80,6 \text{ (кПа)}; \quad \sigma_{zp,3} = 0,257 \cdot 179,4 = 46,1 \text{ (кПа)};$$

$$\sigma_{zp,4} = 0,16 \cdot 179,4 = 28,7 \text{ (кПа)}; \quad \sigma_{zp,5} = 0,108 \cdot 179,4 = 19,4 \text{ (кПа)};$$

$$\sigma_{zp,6} = 0,077 \cdot 179,4 = 13,8 \text{ (кПа)}; \quad \sigma_{zp,7} = 0,075 \cdot 179,4 = 13,5 \text{ (кПа)};$$

$$\sigma_{zp,8} = 0,058 \cdot 179,4 = 10,4 \text{ (кПа)}; \quad \sigma_{zp,9} = 0,053 \cdot 179,4 = 9,5 \text{ (кПа)};$$

$$\sigma_{zp,10} = 0,045 \cdot 179,4 = 8,1 \text{ (кПа)}; \quad \sigma_{zp,11} = 0,036 \cdot 179,4 = 6,5 \text{ (кПа)};$$

$$\sigma_{zp,12} = 0,029 \cdot 179,4 = 5,2 \text{ (кПа)}; \quad \sigma_{zp,13} = 0,024 \cdot 179,4 = 4,3 \text{ (кПа)};$$

$$\sigma_{zp,14} = 0,02 \cdot 179,4 = 3,6 \text{ (кПа)}; \quad \sigma_{zp,15} = 0,018 \cdot 179,4 = 3,2 \text{ (кПа)};$$

$$\sigma_{zp,16} = 0,016 \cdot 179,4 = 2,9 \text{ (кПа)}; \quad \sigma_{zp,17} = 0,013 \cdot 179,4 = 2,3 \text{ (кПа)}.$$

8. Величину $\sigma_{zp,i}$ враховують до такої глибини $z_i = H_c$ від підшви фундаменту (так званої нижньої границі стисливої товщі ВС), де задовольняється умова:

$$\sigma_{zp,i} \leq k \cdot \sigma_{zg,i},$$

де $k = 0,2$ при $b \leq 5$, тобто $1,8 \leq 5$.

$$2,3 \leq 0,2 \cdot 172,85 \leq 34,57, \quad H_c = BC = 10,8 \text{ м.}$$

9. Визначаємо середнє значення додаткового тиску $\bar{\sigma}_{zp,i}$ для кожного елементарного шару у межах стисливої товщі H_c :

$$\bar{\sigma}_{zp,i} = \frac{\sigma_{zp,i-1} + \sigma_{zp,i}}{2},$$

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_{zp,1} &= \frac{179,4+143,5}{2} = 161,5 \text{ (кПа)}; & \bar{\sigma}_{zp,2} &= \frac{143,5+80,6}{2} = 112,1 \text{ (кПа)}; \\ \bar{\sigma}_{zp,3} &= \frac{80,6+46,1}{2} = 63,4 \text{ (кПа)}; & \bar{\sigma}_{zp,4} &= \frac{46,1+28,7}{2} = 37,4 \text{ (кПа)}; \\ \bar{\sigma}_{zp,5} &= \frac{28,7+19,4}{2} = 24,1 \text{ (кПа)}; & \bar{\sigma}_{zp,6} &= \frac{19,4+13,8}{2} = 16,6 \text{ (кПа)}; \\ \bar{\sigma}_{zp,7} &= \frac{13,8+13,5}{2} = 13,7 \text{ (кПа)}; & \bar{\sigma}_{zp,8} &= \frac{13,5+10,4}{2} = 12,0 \text{ (кПа)}; \\ \bar{\sigma}_{zp,9} &= \frac{10,4+9,5}{2} = 10,0 \text{ (кПа)}; & \bar{\sigma}_{zp,10} &= \frac{9,5+8,1}{2} = 8,8 \text{ (кПа)}; \\ \bar{\sigma}_{zp,11} &= \frac{8,1+6,5}{2} = 7,3 \text{ (кПа)}; & \bar{\sigma}_{zp,12} &= \frac{6,5+5,2}{2} = 5,9 \text{ (кПа)}; \\ \bar{\sigma}_{zp,13} &= \frac{5,2+4,3}{2} = 4,8 \text{ (кПа)}; & \bar{\sigma}_{zp,14} &= \frac{4,3+3,6}{2} = 4,0 \text{ (кПа)}; \\ \bar{\sigma}_{zp,15} &= \frac{3,6+3,2}{2} = 3,4 \text{ (кПа)}; & \bar{\sigma}_{zp,16} &= \frac{3,2+2,9}{2} = 3,1 \text{ (кПа)}; \\ \bar{\sigma}_{zp,17} &= \frac{2,9+2,3}{2} = 2,6 \text{ (кПа)}. \end{aligned}$$

10. Осідання (деформація стиску) кожного елементарного шару товщиною h_i , визначаємо за формулою:

$$S_i = \beta \cdot \frac{\bar{\sigma}_{zp,i} \cdot h_i}{E_i},$$

де:

$\beta = 0,8$ – безрозмірний коефіцієнт, який враховує неможливість бічного розширення ґрунту, незалежно від виду ґрунту;

h_i – товщина розрахункового шару;

E_i – модуль деформації ІГЕ у якому знаходиться розрахунковий шар;

Тоді маємо:

$$\begin{aligned} S_1 &= 0,8 \cdot \frac{161,5 \cdot 0,72}{16000} = 0,0058 \text{ м}; & S_2 &= 0,8 \cdot \frac{112,1 \cdot 0,72}{16000} = 0,0040 \text{ м}; \\ S_3 &= 0,8 \cdot \frac{63,4 \cdot 0,72}{16000} = 0,0023 \text{ м}; & S_4 &= 0,8 \cdot \frac{37,4 \cdot 0,72}{16000} = 0,0013 \text{ м}; \\ S_5 &= 0,8 \cdot \frac{24,1 \cdot 0,72}{16000} = 0,0009 \text{ м}; & S_6 &= 0,8 \cdot \frac{16,6 \cdot 0,72}{16000} = 0,0006 \text{ м}; \\ S_7 &= 0,8 \cdot \frac{13,7 \cdot 0,13}{16000} = 0,0001 \text{ м}; & S_8 &= 0,8 \cdot \frac{12,0 \cdot 0,59}{16000} = 0,00035 \text{ м}; \\ S_9 &= 0,8 \cdot \frac{10,0 \cdot 0,26}{16000} = 0,0001 \text{ м}; & S_{10} &= 0,8 \cdot \frac{8,8 \cdot 0,46}{6000} = 0,0005 \text{ м}; \\ S_{11} &= 0,8 \cdot \frac{7,3 \cdot 0,72}{16000} = 0,0007 \text{ м}; & S_{12} &= 0,8 \cdot \frac{5,9 \cdot 0,72}{6000} = 0,0006 \text{ м} \end{aligned}$$

$$S_{13} = 0,8 \cdot \frac{4,8 \cdot 0,72}{16000} = 0,0005 \text{ м}; \quad S_{14} = 0,8 \cdot \frac{4,0 \cdot 0,72}{6000} = 0,0004 \text{ м};$$

$$S_{15} = 0,8 \cdot \frac{3,4 \cdot 0,72}{16000} = 0,0003 \text{ м}; \quad S_{16} = 0,8 \cdot \frac{3,1 \cdot 0,72}{6000} = 0,0003 \text{ м};$$

$$S_{17} = 0,8 \cdot \frac{2,6 \cdot 0,72}{6000} = 0,0002 \text{ м}.$$

Загальне просідання складе:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i; \quad S = 0,0193 \text{ м} = 1,93 \text{ см}$$

Розрахунки заносимо в таблицю 3.7.

Таблиця 3.7
Допоміжна таблиця визначення сумісного осідання
основи і фундаменту під колону машинного залу

№ I Г Е	Назва грунту	Товщина ПГЕ, м	$\gamma_i = \rho_i \cdot g$ $\gamma_{sbi} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1+e}$, кН/м ³	E , кПа	№ з/ п	h_i , м	σ_{zgi} , кПа	z_i , м	ξ_i	α_i	σ_{zpi} , кПа	$\bar{\sigma}_{zpi}$, кПа	S_i , м
1	На- сип- ний пі- сок	8,0	$\gamma_1 = 17,56$ $\gamma_{sb1} = 9,66$	16000	0	2,20	38,63	0,0	0,0	1,000	179,4	-	-
					1	0,72	51,27	0,72	0,8	0,800	143,5	161,5	0,0058
					2	0,72	63,91	1,44	1,6	0,449	80,6	112,1	0,0040
					3	0,72	76,55	2,16	2,4	0,257	46,1	63,4	0,0023
					4	0,72	89,20	2,88	3,2	0,160	28,7	37,4	0,0013
					5	0,72	101,84	3,60	4,0	0,108	19,4	24,1	0,0009
					6	0,72	114,48	4,32	4,8	0,077	13,8	16,6	0,0006
					7	0,13	116,76	4,45	4,9	0,075	13,5	13,7	0,0001
					8	0,59	122,46	5,04	5,6	0,058	10,4	12,0	0,0004
2	Су- пі- сок	5,9	$\gamma_1 = 17,27$ $\gamma_{sb1} = 8,71$	6000	9	0,26	124,97	5,30	5,9	0,053	9,5	10,0	0,0001
					10	0,46	128,98	5,76	6,4	0,045	8,1	8,8	0,0008
					11	0,72	135,25	6,48	7,2	0,036	6,5	7,3	0,0007
					12	0,72	141,52	7,20	8,0	0,029	5,2	5,9	0,0006
					13	0,72	147,79	7,92	8,8	0,024	4,3	4,8	0,0005
					14	0,72	154,03	8,64	9,6	0,020	3,6	4,0	0,0004
					15	0,72	160,30	9,36	10,4	0,018	3,2	3,4	0,0003
					16	0,72	166,57	10,08	11,2	0,016	2,9	3,1	0,0003
					17	0,72	172,85	10,80	12,0	0,013	2,3	2,6	0,0002
$\sum S_i$												0,0193	

11. Визначення типу просідання ґрунтів

Просідання всієї товщі $S_{sl} = 0,0193 \text{ м} = 1,93 \text{ см} < 5 \text{ см}$. Отже, ґрунтові умови відносяться до I-го типу за просіданням, за яким просідання від власної ваги відсутнє або не перевищує 5 см ($S_s \leq 5 \text{ см}$);

Властивість лесових порід (ґрунтів) швидко і суттєво зменшувати свій об'єм та деформуватися при зволоженні оцінюється за відносною стисливістю

(відносним просіданням) зразків порід (ґрунтів) для природного тиску при їх замочуванні.

При відносній просідності $> 0,01$ породи (ґрунти) вважаються просідними. При відносній просідності $< 0,01$ ґрунти вважаються непросадочними.

Відносне просідання ґрунтів буде складати

$$\varepsilon = \frac{h_0 - h}{h_0}$$

де:

h_0 – початкова висота шару ґрунта, м,

h – кінцева висота шару ґрунта після просідання, м.

Згідно даних табл.3.7. маємо

$$h_0 = 8 + 5,9 = 13,9 \text{ (м)},$$

$$h = h_0 - S = 13,9 - 0,0193 = 13,8807 \text{ (м)}$$

Тоді відносна просідність складе:

$$\varepsilon = \frac{13,9 - 13,8807}{13,9} = 0,0014$$

Так як згідно рохрахунків відносне просідання ґрунтів $\varepsilon = 0,0014 < 0,01$, то ґрунти приймаються як непросадочні.

Розрахунок за деформаціями основ виконують виходячи з умови:

$$S \leq S_u,$$

де:

S_u – гранично допустиме значення спільної деформації основи і споруди, яке встановлюється нормативним документом.

$|S_u| = 10$ см. - гранична деформація основ фундаменту колони у каркасній одноповерховій будівлі машинної зали.

Згідно розрахунків, наведених вище, $S = 1,93$ см.

Так як $S = 1,93$ см $< |S_u| = 10$ см, то умова $S \leq S_u$ виконується,

Отже стовпчастий фундамент під колону запроектовано вірно.

Епюра розподілення навантажень наведена на рис. 3.5.

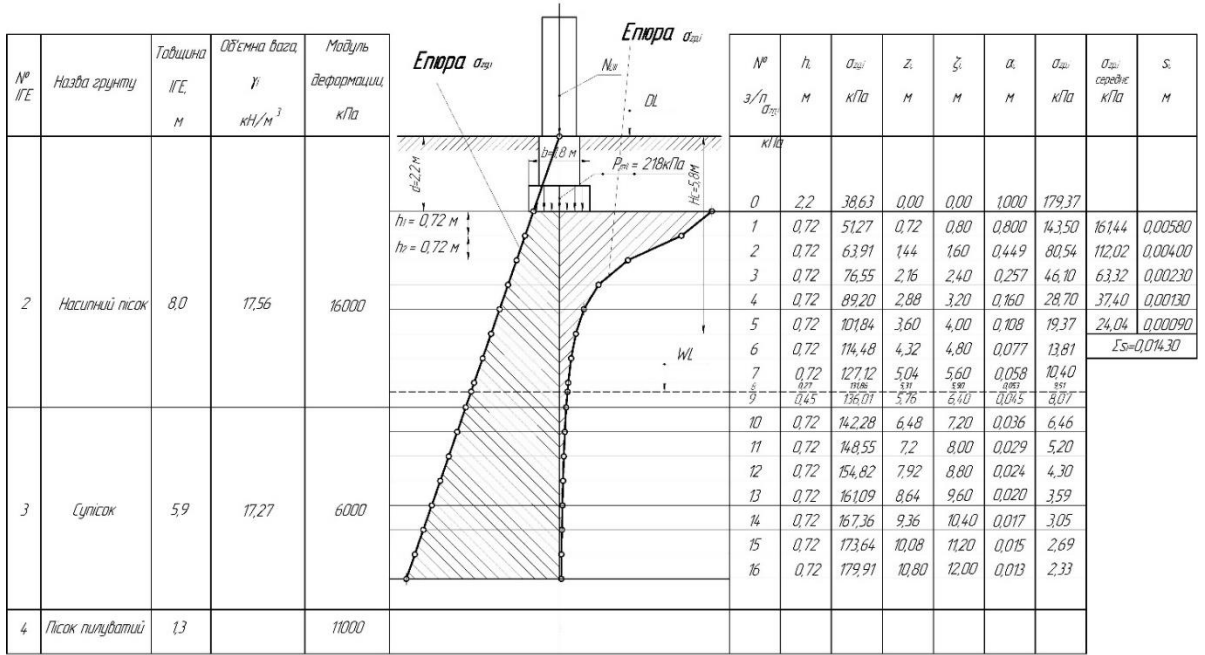


Рис.3.5. Епора розподілення навантажень

4. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

4.1. Організаційно-технологічна схема будівництва.

В розділі передбачені об'єми наступних організаційно-технологічних схем будівництва [22, 23, 24]:

- земляні роботи;
- влаштування фундаментів під колони;
- монтаж металевих колон, колон фахверку, вертикальних та горизонтальних зв'язків між колонами, підкранових балок та їздових колій;
- монтаж мостового крану;
- монтаж металевих ферм покриття, прогонів та зв'язів між ними, монтаж сендвіч-панелей покриття;
- влаштування фундаментів під обладнання;
- монтаж технологічного обладнання;
- монтаж стінових сендвіч-панелей ;
- улаштування віконних блоків

4.2. Визначення обсягів робіт

Визначення обсягів робіт при будівельних роботах є основою для складання кошторису, планування ресурсів та організації будівельного процесу. Точне визначення обсягів дозволяє уникнути непередбачених витрат та затримок у будівництві.

Найбільш поширений метод визначення обсягів робіт – це метод їх визначення за проектними даними. Цей метод найбільш точний. Обсяги визначаються на основі робочих креслень, специфікацій та інших документів проекту з використанням формул для розрахунку земляних робіт, бетону, арматури тощо.

Відомість обсягів робіт наведено в таблиці 4.1 яка розміщена в Додатку J.

4.3. Технологічна карта на влаштування котловану

4.3.1. Область використання

Карта призначена для улаштування котловану під залізобетонні монолітні фундаменти каркасу вакуум насосної станції та стрічкового фундаменту будівлі підстанції ПСУ.

Розробка котловану повинна виконуватися за температури навколишнього повітря вище нуля.

4.3.2. Земляні роботи

Земляні роботи потрібно виконувати дотримуючись правил виробництва і приймання робіт згідно з нормативом [25] .

Перед початком земляних робіт, треба перевірити розміщення усіх інженерних мереж (підземних і надземних) а також повітряних електроліній. Ця перевірка виконується спільно з представниками замовника і зацікавлених сторін. Якщо земляні роботи передбачається виконувати в охоронній зоні кабелів високої напруги, діючих газопроводів і інших комунікацій, то обов'язковим є наявність наряду-допуску та дозволу від організації, що експлуатує ці комунікації. Роботи виконуються під керівництвом керівника робіт.

Якщо роботи треба виконувати в охоронній зоні кабелів, що знаходяться під напругою, або діючих газопроводів, додатково крім того, під наглядом працівників організацій, що експлуатують ці комунікації. Роботи виконуються вручну.

Якщо проєктовані мережі перетинаються з існуючими інженерними мережами, то розробка ґрунта і зворотня засипка робиться вручну у присутності представників експлуатуючих організацій.

4.3.3. Опис технологічної карти

Технологічною картою передбачено

-планування поверхні землі в межах габариту будмайданчика;

- розробка ґрунта котловану гідравлічними екскаваторами, обладнаними ковшом «зворотня лопата» з навантаженням в автомобілі-самоскиди та у відвал;

- доробка ґрунта та зачистка основи котловану бульдозером та вручну.

Розробка ґрунту в котловані і траншеях робиться екскаватором Caterpillar 318D «зворотня лопата» місткістю ковша $0,8 \text{ м}^3$ та вручну-поблизу інженерних мереж і споруд. Розробка ґрунту виконується з укосами. Крутизна укосів приймається згідно з таблицею 10.2 національних стандартів [26]. Ґрунт для зворотної засипки складається уздовж траншей і біля котлованів. Зайвий ґрунт вантажиться екскаватором на автомобілі-самоскиди і вивозиться у відвал в місце вказане замовником.

Котловани і траншеї захищаються захисним огородженням $H=1,2 \text{ м}$. На огороженні вивішуються знаки безпеки, попереджувальні написи і встановлюються червоні ліхтарі для попередження про небезпеку в темний час доби.

Для спуску робітників в котлован необхідно встановлювати і міцно закріпити в укосі інвентарні сходи з перилловим огородженням і робочим майданчиком. Місця установки сходів визначає майстер за місцем. Допуск робітників в котлован і виробництво робіт в них дозволяється тільки після ретельного огляду виконробом (майстром) стану ґрунту укосів. Також необхідно виставити робітника, що спостерігає. Видати наряд-допуск на роботи в замкнутих просторах, план допуску і план виконання робіт.

Зворотня засипка виконується бульдозером Caterpillar D8R і вручну, з ущільненням пневмотрамбовками.

Зворотні засипки траншей під проїжджою частиною доріг виконуються непросадочним ґрунтом, з пошаровим ущільненням пневмотрамбовками.

Асфальтобетонне покриття, порушене при прокладенні інженерних мереж, після зворотної засипки котлованів і траншей відновлюється.

З метою запобігання обваленню стінок котлованів і траншей, до початку виконання земляних робіт необхідно забезпечити відведення поверхневих вод шляхом влаштування обвалування.

4.4. Технологічна карта на монтаж крокв'яних ферм та прогонів покриття

4.4.1. Область використання

Карта призначена для монтажу металевих крокв'яних ферм та прогонів покриття одноповерхової промислової будівлі машиного залу вакуум-насосної станції довжиною 42 м , обладного краном вантажопідйомністю $Q=15$ т, шириною 24,5м, крок металевих колон 6м, висота до верха стропільної конструкції 16.530м

В склад робіт входить:

- встановлення крокв'яних ферм ферм в проектне положення
- електрозварювання монтажних стиків;
- антикорозійний захист монтажних стиків;
- встановлення прогонів покриття по верхньому поясу ферм;
- електрозварювання монтажних стиків;
- антикорозійний захист монтажних стиків.

Ферми доставляються з двох частин (згідно робочих креслень) комплектно з метизами та збираються в кондукторах на будівельному майданчику згідно вузлів робочих креслень. Після чого укладаються в касети.

Прогони доставляються з заводу -виробника на об'єкт в будівництва вже в готовому вигляді комплектно з метизами та пофарбовані.

Монтаж проводиться відповідно робочих креслень та з урахуванням вимог нормативів [26].

4.4.2. Вибір типу крана

Підбір крана буде виконуватись по більш важкому елементу. Вага ферми становить 2,9т.

Проводимо аналітичний розрахунок основних робочих параметрів крану-вантажопідйомність; виліт стріли; висота гаку:

1. Необхідна вантажопідйомність крана

$$Q_1 = q_1 + q_2 + q_3; \text{ де-}$$

q_1 - максимальна вага вантажу; $q_1 = 2900 \text{ кг}$;

q_2 - вага траверси; $q_2 = 560 \text{ кг}$;

q_3 - вага строп; ; $q_3 = 115 \text{ кг}$;

$$Q_1 = 2900 + 560 + 115 = 3575 = 3,6 \text{ т}$$

2. Монтажна висота підйома гака

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5; \text{ де}$$

h_1 - перевищення монтажного горизонту над рівнем стоянки крану;

$$h_1 = 12,965 \text{ м};$$

h_2 - додаткова висота підйома конструкції (0,5-1 м); $h_2 = 0,5 \text{ м}$

h_3 - висота монтуемого елемента; $h_3 = 3,560 \text{ м}$;

h_4 - висота строповочних пристосувань; $h_4 = 3,6 \text{ м}$;

h_5 - висота поліспасти; $h_5 = 2 \text{ м}$;

$$H = 12,965 + 0,5 + 3,56 + 3,6 + 2 = 22,625 \text{ м}$$

3. Виліт стріли

$$L = B + f + f'' + d + R;$$

f ; f'' - відстань до виступаючих частин; $f = 0,15 \text{ м}$; $f'' = 0,15 \text{ м}$;

B - ширина будівлі або половина ширини (при монтажі с двох сторін) $B = 12,250 \text{ м}$

d - відстань між виступаючої частини будівлі та хвостовою частини крана при його обертані ; приймаєм 1 м;

R - радіус описуемий хвостовою частиною крана при його повороті, орієнтовно приймаємо 5,5 м;

$$L = 12,25 + 0,15 + 0,15 + 1 + 5,5 = 19,05 \text{ м}$$

Грузова характеристика крана наведена на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Грузова характеристика крана

Приймаємо кран КС-55713-6К

Технічні характеристики крану:

- довжина стріли-21 м
- вантажопідйомність 1,2...25 т
- висота підйома крюка при мах Q-9м
- виліт стріли 20...3 м

4.4.3. Опис технологічної карти

До початку монтажу кровляних ферм мають бути виконані такі роботи:

- закінчено всі роботи з підземної частини;
- прокладено тимчасові дороги з покриттям із матеріалу, що забезпечує нормальний рух автомобільного транспорту і автомобільних кранів від постійних доріг до місця монтажу;
- змонтовано колони відповідно до робочих креслень;
- змонтовано освітлення всієї території будівельного майданчика, проїздів і робочих місць;
- отримано і завезено всі необхідні матеріали та вироби для ведення монтажних робіт;

- підготовлені та встановлені в зоні монтажу кроквяних ферм в інвентар, пристосування і засоби для безпечного виконання робіт.

Під час монтажу конструкцій з приоб'єктного складу доставлені елементи і конструкції розташувати в зоні дії монтажного крана згідно зі схемою, наведеною в графічній частині роботи у кількості, що забезпечує безперебійну роботу монтажного крана, і не менше ніж 4-х змінного запасу, який повинен постійно підтримуватися. Кроквяні ферми і прогони покриття монтувати з приоб'єктного складу за допомогою траверси Т7-для кроквяних ферм і автомобільним краном КС-55713-6К методом «на себе» і загальним напрямком робочого ходу вздовж прольоту.

Змонтовану першу кроквяну ферму до розстроповки розчалюють у 2-х місцях.

Розчалки кріплять з одного боку за низ змонтованих колон даного прольоту з іншого боку за наземні якорі. Другу і наступні ферми монтують разом із двома розпірками, за допомогою яких закріплюють ферму, що монтується, з раніше змонтованою.

Інвентарні розпірки і страхувальний трос прикріплюють до кроквяної ферми до її підйому.

Для обслуговування монтажних робіт, підйому монтажників до монтажних вузлів колони оснащують монтажними вертикальними сходами-майданчиками для підйому людей на висоту. Роботу з монтажу кроквяних ферм виконувати в дві зміни комплексною бригадою, що складається з 6 осіб.

Допустимі відхилення під час монтажу кроквяних ферм і плит покриття від проектного положення наведені в ДСТУ В.2.6-200:2014 "Конструкції металеві будівельні". Норми проектування монтажу і не повинні перевищувати таких величин:

-зміщення осей елементів щодо розбивочних осей на опорних конструкціях 5 мм;

-відхилення відміток опорних вузлів ферм 20 мм;

-відхилення відстаней між осями ферм, балок, ригелів перекриття по верхнім поясам 25 мм.

Похибки вимірювань у процесі геодезичного контролю точності виконання робіт мають бути не більше 0,2 величини допустимих відхилень. На встановлення кроквяних ферм має бути складено акт огляду прихованих робіт відповідно до встановленої форми.

4.5. Технологія монтажу сендвіч-панелей

Монтаж сендвіч-панелей потребує залучення кваліфікованого персоналу та використання спеціального інструменту. Від якості монтажу залежить довговічність конструкції, її теплоізоляційні та звукоізоляційні властивості.

Порядок монтажу сендвіч-панелей.

- Проект: Перед початком робіт необхідно мати детальний проект, який вказує кількість і розміри панелей, схему їх розташування, а також тип кріплення.
- Матеріали та інструменти:
 - Сендвіч-панелі відповідного типу та розміру.
 - Металевий каркас (якщо необхідний).
 - Кріпильні елементи (саморізи, шурупи, ущільнювачі).
 - Будівельний рівень, рулетка, молоток, шуруповерт, ніж для різання панелей, пила по металу.
 - Захисні засоби (каска, рукавички, окуляри).
- Підготовка основи: Основа, на яку будуть монтуватися панелі, повинна бути рівною, чистою і сухою. При необхідності виконуються роботи з вирівнювання та очищення поверхні.

Процес монтажу сендвіч панелей включає:

1. Монтаж каркасу:
 - Каркас встановлюється згідно з проектом. Він служить основою для кріплення панелей і забезпечує жорсткість конструкції.
2. Підготовка панелей:

- Панелі розпаковуюються і перевіряються на цілісність.
- Розрізання панелей виконується за допомогою спеціального інструменту, щоб уникнути пошкодження ізоляційного шару.

3. Монтаж першої панелі:

- Перша панель встановлюється в кутку або від краю стіни.
- Панель фіксується до каркасу саморізами з кроком 30-40 см. Саморізи закручуються в металевий профіль каркасу.
- Важливо забезпечити щільне прилягання панелі до каркасу.

4. Монтаж наступних панелей:

- Наступні панелі встановлюються в замок попередньої.
- Кожна панель фіксується до каркасу саморізами.
- Стики між панелями додатково проклеюються ущільнювачем.

5. Монтаж кутових елементів:

- Встановлюються зовнішні та внутрішні куточки, відливи, плінтуси.
- Кутові елементи фіксуються до панелей і каркасу.

6. Монтаж дверних і віконних прорізів:

- Вирізаються отвори під двері та вікна.
- Встановлюються дверні та віконні блоки.
- Прорізи герметизуються.

При монтажі сендвіч-панелей слід враховувати наступне:

- Напрямок монтажу:
- Погода: Монтаж проводити в суху погоду при t° від $+5^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$.
- Безпека: Під час монтажу необхідно дотримуватися правил безпеки.
- Герметизація:.

Розглянемо найпоширеніші помилки при монтажу сендвіч-панелей:

- Недостатня підготовка основи,
 - Неправильний вибір кріпильних елементів.
 - Пошкодження панелей під час транспортування та зберігання,
- Неправильне різання панелей:
- Порушення технології укладання,

- Недостатня герметизація стиків,
- Неправильний монтаж додаткових елементів

Уникнення помилок при монтажу сендвіч-панелей можливо при дотриманні наступних вимог:

- Дотримуватися технології монтажу: Слід чітко дотримуватися рекомендацій виробника сендвіч-панелей та проектної документації.
- Використовувати якісні матеріали та інструменти: Вибирайте тільки якісні сендвіч-панелі, кріпильні елементи та інструменти.
- Залучати до робіт кваліфікованих фахівців: Монтаж сендвіч-панелей краще довірити досвідченим бригадам.
- Ретельно контролювати якість виконаних робіт: На кожному етапі монтажу необхідно проводити ретельний контроль якості.

4.6. Організація будівництва

4.6.1. Календарний графік зведення об'єкта.

Проектування послідовності, ступеня суміщення робіт і тривалості спеціалізованих потоків зведення будівлі може здійснюватися за допомогою лінійного графіка, циклограми або сіткового графіка.

В нашому випадку будівництва вакуум-насосної станції найбільш підходить лінійний графік.

Тривалість робіт – нового будівництва визначена, згідно ДСТУ Б А.3.1-22:2013 п. 4.3.14 стор.6, на підставі трудовитрат, узятих з кошторисів, і прийнятої оптимальної кількості робітників у бригаді.

Трудовитрати будівельно-монтажних робіт складають 9360 люд.-дн.

Календарний графік розміщено в графічній частині роботи.

4.6.2. Розрахунок потреби матеріально-технічних ресурсів.

Потреба в основних матеріалах та виробах розрахована в табл. 4.2

Табл. 4.2.

Потреба в основних матеріалах та виробих

Найменування	Марка	Од. виміру	Кількість
Колони каркасу	К-1	т	76,8
Стійки фахверку	К-3	т	2,549
Вертикальні в'язи між стінами та колонами	ВВ-1	т	5,606
Горизонтальні в'язи між стінами та колонами	ВВ-2	т	5,656
Підкранова балка	БП-1	т	28,7
Рейка	Р-43	т	3,527
Упор	У-1	т	0,353
Гальмівні балки	БТ-1	т	10,59
Крокв'яна ферма	Ф-1	т	23,1
В'язи покриття	П-4	т	9,662
Прогони по покрівлі	П-1	т	13,1
Прогони по покрівлі та стінах	Р-2	т	27,46 5
Стійки сходів та обслуговуючих майданчиків	К-4	т	2,639
Кронштейни	Кр-1	т	0,985
Майданчики та сходи	Н1	т	15,95 1
Драбини	Лм	т	0,331
Огорожа сходів та майданчиків	Ог-1	т	7,102
Щити каналів	Щ-1	т	1,06
Сендвіч-панель стінова	Пс-1	т	1868, 2
Сендвіч-панель покрівельна	Пк-1	т	1260, 1
Огорожа покрівлі	Ог-2	т	2,11
Ворота	В-1	т	1,5

4.6.3. Розрахунок потреби матеріалів, напівфабрикатів, збірних конструкцій

При будівництві вакуум-насосної станції можливо використання таких основних категорій матеріалів:

1. Будівельні. До них відносять пісок, бетон, арматура, деревина, та ін.;
2. Інженерні. До них відносять труби, ізоляційні матеріали, сендвіч-панелі та ін.;
3. Фінішні. До них відносять фарби та лаки, облицювальна плитка, покриття для підлоги та ін.

При будівництві вакуум-насосної станції передбачається використання напівфабрикатів та збірних конструкцій. До них відносять такі матеріали, які вже початково оброблені, але ще не можуть бути використані в будівництві – це матеріали або вироби, які пройшли початкову обробку, але ще не готові до остаточного використання. Їх застосування дозволяє зменшити час і зусилля на будівництві. Перелік основних полуфабрикатів та збірних конструкцій наведено в таблиці 4.3.

Табл.4.3

Перелік основних полуфабрикатів та збірних конструкцій

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Бетонні і залізобетонні вироби: плити перекриттів, стовпи, балки, колони, підлоги, збірні бетонні блоки, металеві конструкції та ін.; 2. Профілі для вікон і дверей: профільовані елементи для виготовлення віконних і дверних конструкцій; 3. Масивні елементи: гіпсокартонні листи (для перегородок та облицювання), листи з ДСП, пінопласту, мінеральної вати та ін. |
|--|

Об'єми робіт визначені по локальних кошторисах.

Потреба у будівельних конструкціях і матеріалах визначена на підставі об'ємів робіт.

Відомість потреби у матеріалах, полуфабрикатах та збірних будівельних конструкціях наведена в табл. 4.4, яка розміщена у Додатку К.

4.6.4 Розрахунок потреби будівельних машин, обладнання і транспортних засобів

Важливим етапом при плануванні робіт з будівництва є розрахунок необхідної кількості будівельних машин, обладнання і транспортних засобів. Послідовність такого розрахунку наведена в таблиці 4.5.

Табл. 4.5

Послідовність розрахунку необхідної кількості будівельних машин, обладнання і транспортних засобів

<p>1.Оцінка обсягу робіт.</p> <p>Визначається загальний обсяг робіт, які потрібно виконати, включаючи всі етапи будівництва (земляні роботи, монтаж, оздоблення та ін.);</p> <p>2.Складання переліку машин і обладнання.</p> <p>На основі видів робіт, які потрібно виконати, визначається, які типи машин і обладнання будуть необхідні. Це включає крани, екскаватори, бульдозери, бетонозмішувачі та ін.</p> <p>3.Розрахунок продуктивності.</p> <p>Оцінюється продуктивність кожної машини чи обладнання, які потрібні для виконання конкретних завдань. На цьому етапі можуть знадобитися технічні характеристики машин або дані з досвіду попередніх проектів.</p> <p>4.Визначення тривалості робіт.</p> <p>Визначення часу, необхідного для виконання конкретних завдань, різними видами машин.</p>
--

Підсумовуючи можливо сказати, що вищезначені потреби визначені на підставі фізичних об'ємів, прийнятих способів механізації робіт, а також норм їх річних виробок та орієнтовною тривалістю робіт.

Потреба в основних будівельних машинах, обладнанні та транспортних засобах приведена в таблиці 4.6, яка наведена в Додатку L .

Слід враховувати, що застосування наведених в Додатку L механізмів не є обов'язковим. Їх можливо замінити іншими, які мають схожі характеристики,

або можуть бути задіяні за допомогою підрядних організацій. З підрядною організацією також уточнюється кількість механізмів, які необхідні в залежності від прийнятих методів виконання робіт, складу бригад і інших чинників.

Вибір і кількість механізмів уточнюється на стадії розробки проекту виконання робіт (ПВР).

4.6.5 Будівельний генеральний план об'єкта

Будівельний генеральний план (будгенплан) є документом на якому показана територія, де передбачено будівництво вакуум-насосної станції. До його складу входить розташування існуючих будівель, автомобільних і пішохідних шляхів, інженерних мереж, зон озеленення та інших об'єктів інфраструктури. За допомогою будівельного генерального плану забезпечується ефективне використання території, врахування екологічних аспектів та відповідність нормативам і стандартам. Тому розробка будівельного плану необхідна для реалізації будівництва вакуум-насосної станції.,

Будгенплан розробляється на підставі наступних документів:

- державного акту на право власності або користування земельною ділянкою, який визначає межі ділянки, її площу та цільове призначення;
- генерального плану об'єкта, який визначає основні напрямки розвитку міста, зонування територій, інженерну інфраструктуру;
- правил забудови, які визначають норми і правила забудови території, що регулюють розміщення будівель, відступи, озеленення тощо
- результатів геологічних, та інших вишукувань;
- проектно-кошторисної документації;
- календарного плану будівництва;
- розрахунків та обґрунтування необхідності в матеріально-технічних та енергетичних ресурсах, тимчасових будівлях і спорудах та інші рішення по проекту організації будівництва.

В таблиці 4.7. наведено перелік питань, які вирішуються при роботі над будівельним генеральним планом.

Табл. 4.7

Перелік питань, які вирішуються при роботі над бюджетним планом

1. Встановлюються границі будівельного майданчика з нанесенням діючих будівель та споруд, контурів будівель та споруд, які проектуються, а також діючих і тих, які проектуються, транспортних шляхів, мереж енерговодопостачання.
2. Проектуються шляхи для переміщення будівельних машин з вказівкою зон дії кранів і небезпечних зон будівництва.
3. Розміщуються пункти установки стаціонарних машин і механізмів (крани, підйомники та ін.).
4. Проектуються площі для відкритого зберігання конструкцій та матеріалів.
5. Проектуються тимчасові склади для зберігання матеріалів (закриті навіси), тимчасові адміністративні, санітарно-побутові, господарські приміщення.
6. Розраховуються і розміщуються тимчасові мережі водопостачання, електропостачання та місця їх підключення.
7. Вирішуються питання охорони праці та протипожежної безпеки.

Бюджетний план наведено на листах графічної частини роботи.

4.6.6 Розрахунок потреби води

При розрахунку водопостачання будівельних робіт треба визначити витрати води, вибрати з яких джерел буде здійснене водопостачання та скласти робочі схеми водопостачання будмайданчика.

Основну частину води при будівництві споживають будівельні машини, механізми та установки.

Загальні витрати води на виробничі потреби можливо знайти за залежністю:

$$Q_1 = k_1 \sum \frac{q_1 \cdot n_1 \cdot k_2}{t_1 \cdot 3600},$$

Тут прийняті наступні позначення:

$k_1 = 1,2$ – коефіцієнт на невраховані витрати води;

q_1 – питома витрата води на виробничі потреби, л;

n_1 – число виробничих споживачів в найбільш завантаженому зміні;

$k_2 = 1,5$ – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води;

$t_1 = 8$ – кількість годин в зміні.

Питомі витрати води на виробничі витрати наведено в таблиці 4.8

Табл. 4.8

Питомі витрата води на виробничі потреби

Споживачі	Одиниця виміру	Витрати води, q_1 , л	Кількість споживачів, n_1
Екскаватор	л/год	13	1
Автомашини (миття і заправка)	л/добу	450	12
Компресорна станція	л/год	7	1

Знаходимо сумарну витрату води на виробничі потреби:

$$Q_1 = 1,2 \left(\frac{1,5}{8 \cdot 3600} \cdot (13 \cdot 1 + 450 \cdot 12 + 7 \cdot 1) \right) = 0,34 \text{ (л/с)}.$$

Витрата води на господарчо-побутові потреби визначається за формулою:

$$Q_2 = k_2 \sum \left(\frac{q_2 \cdot n_2 \cdot k_2}{t_1 \cdot 3600} + \frac{q'_2 \cdot n'_2}{t_2} \right),$$

Тут прийняті такі позначення:

$k_2 = 1,5$ – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води;

q_2 – питома витрата води на господарчо-побутові потреби, л;

n_2 – число працюючих в найбільш завантаженому зміні, чел;

q'_2 – витрата води на прийняття душу одним працюючим, л;

n'_2 – число працюючих, що користуються душем (40%), чел;

$t_1 = 8$ – кількість годин в зміні.

t_2 – тривалість використання душової установки (45 хвилин або 0,75 год.).

Розрахунок питомих витрат води на господарчо-побутові витрати наведено в таблиці 4.9 .

Табл. 4.9

Розрахунок питомих витрата води на господарчо-побутові потреби

Споживачі	Витрата води, $q_2, q'_2, \text{ л}$	Кількість споживачів, $n_2, n'_2, \text{ чол}$
На одного працюючого в зміну на неканалізованих майданчиках	15	55
На одного обідаючого в їдальні (буфеті)	13	$55 \cdot 0,4 = 22$
На прийом душу одним працюючим	30	22
Число працюючих в найбільш завантажену зміну		55

Визначаємо сумарну витрату води на господарчо-побутові потреби:

$$Q_2 = 1,5 \cdot \left(\frac{28 \cdot 55 \cdot 1,5}{8 \cdot 3600} + \frac{13 \cdot 22}{0,75 \cdot 3600} \right) = 0,28 (\text{л/с}).$$

Для зовнішнього пожежогасіння приймаємо витрати, виходячи з того, що пожежа гаситься протягом трьох годин при наявності розрахункових витрат води на ці цілі при пікових витратах води на виробничі і господарсько-побутові потреби (окрім прийом душу і поливання території):

$$Q_3 = 20 (\text{л/с}).$$

Для цілей пожежогасіння передбачено використання пожежних гідрантів, які вже існують на території підприємства. В цьому випадку сумарні витрати води складуть:

$$Q_{\text{заг.}} = 0,34 + 0,28 + 20 = 20,62 (\text{л/с}).$$

На період будівництва вакуум-насосної станції водопостачання здійснюється від найближчого колодязя існуючого водогону і використовується біо-туалет.

4.6.7 Розрахунок потреби електроенергії

Для забезпечення будівництва електроенергією, передбачається використання діючих на території гірничо-збагачувального комбінату енергоносіїв, до яких на період будівництва будуть підключені тимчасові мережі та використання пересувних електростанцій.

Точки підключення тимчасових мереж (технічні умови на підключення) видаються підрядній організації відповідними службами підприємства на стадії розробки ПВР, після уточнення потрібної потужності на час виробництва.

Живлення електроенергією майданчика будівництва виконується від найближчих існуючих розподільчих пристроїв (у разі неможливості підключення до існуючих розподільчих пристроїв, використовуються пересувні електростанції).

Для розподілу електроенергії по будівельному майданчику, передбачається установка силових розподільних шаф типу СПМ-75, силових ящиків.

Для обліку витрати електроенергії, в місці підключення до існуючої електроустановки встановлюється ввідно-обліковий ящик ЯВУ-440-04.

Для того, щоб виконати розрахунки забезпечення будівництва електроенергією, необхідно дотримуватися такої послідовності:

- визначити споживачів енергії та їх потужності;
- обрати джерело електропостачання електроенергією.

Розрахунок потреби в електроенергії для потреб виробництва розрахований за формулою:

$$P = a \cdot \sum \frac{K_i \cdot P_i}{\cos\varphi},$$

де:

P - загальна потреба потужності, кВт;

$a = 1,1$ – коефіцієнт, що встановлює втрати потужності в мережах;

K_i – коефіцієнт попиту (одночасності), в залежності від виду і числа споживачів; приймається від 0,6 до 1. $K_1 = 0,75$, $K_2 = 1$, $K_3 = 1$.

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності, в середньому рівний 0,75

$$P = 1,1 \cdot \left(\frac{56 \cdot 0,75}{0,75} + \frac{3 \cdot 1}{0,75} + \frac{10 \cdot 1}{0,75} \right) = \frac{1,1}{0,75} (42 + 3 + 10) = 80,7 \text{ (кВт)}$$

Розрахунок потреби в електроенергії наведено в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10

Розрахунок потреби в електроенергії

№ п/п	Найменування споживачів	Кількість, штук	Встановлена потужність, кВт		Коефіцієнт попиту	Споживана силова потужність, кВт
			одиниці	Загальна		
1	Зварювальний трансформатор	4	14	56	0,75	42
2	Зовнішнє освітлення	-	-	3	1	3
3	Невраховані навантаження	-	-	10	1	10
4	Загальна потреба потужності					80,7

4.6.8. Освітлення будівельного майданчика

Під час будівельних робіт на будівельному майданчику встановлюють робоче, аварійне та охоронне освітлення.

Для забезпечення освітлювальних мереж електроенергією використовується кільцева схема, тоді як для живлення силових механізмів застосовується глуха схема.

Кількість прожекторів визначаєм за формулою:

$$N = \frac{P * E * S}{P_n}$$

де: P-питома потужність;

E-освітленність;

S-площа території

P_n-потужність лампи прожектору

Кількість прожекторів необхідних для охоронного освітлення:

$$N = \frac{0,4 * 0,5 * 7500}{500} = 3 \text{ шт.}$$

Кількість прожекторів необхідних для аварійного освітлення :

$$N = \frac{0,4 * 0,2 * 7500}{500} = 1 \text{ шт.}$$

5. Економіка будівництва

5.1. Пояснювальна записка

Пояснювальна записка наведена в таблиці 5.1.

Табл. 5.1. Пояснювальна записка

Найменування об'єкту будівництва: Нове будівництво вакуум-насосної станції на території рудозбагачувальної фабрики.

Будівництво розташоване на території: м. Кривий Ріг.

Договірна ціна складена відповідно до "Настанови з визначення вартості будівництва", Наказ від 1.11.2021 №281, в поточних цінах станом на 9 листопада 2024 р.

Кошторисна документація складена з застосуванням:

- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи;
- Ресурсних елементних кошторисних норм на монтажні роботи;
- Ресурсних елементних кошторисних норм на ремонтно-будівельні роботи;
- Ресурсних кошторисних норм експлуатації будівельних машин та механізмів.

Вартість матеріальних ресурсів прийнята за даними замовника, вартість машино-години машин та механізмів за усередненими даними Мінрегіону України.

Поточні ціни на матеріально-технічні ресурси, які відсутні в даних замовника, приймалися за ціновими даними виробників.

*Загальновиробничі витрати розраховані у відповідності з усередненими показниками (Настанова, Додаток 18, Наказ від 1.11.2021 №281)

Середньомісячна заробітна плата на 1 робітника в режимі повної зайнятості:

1. Будівельні, монтажні і ремонтні роботи - 13 707,89 грн. за 173,83 години за розрядом 3,8
2. ЗП робітників, зайнятих на керуванні та обслуговуванні машин - 13 707,89 грн. за 173,83 години за розрядом 3,8

При складанні розрахунків прийняті наступні показники та нарахування:

1. Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25) Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом) Вид будівництва: Промислове будівництво. Підприємства чорної металургійної промисловості (крім гірничодобувних) - 3,1%
2. Розрахунок №3 (Додаток 8, Настанова п.26) Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період Вид будівництва: Металургійний комплекс. Підприємства чорної металургії (крім гірничопрохідницьких робіт і об'єктів шахтової поверхні) - 0,8%; Ктзона=0,9; Ктр=5%
3. Розрахунок №5 (Додаток 8, Настанова) Кошторисний прибуток (П) Настанова, Дод.25 п.1 Об'єкти, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із значними наслідками СС3 - 22,5 грн./люд.-г. Додаток 25, Настанова п.6 Встановити межу кошторисного прибутку 15% від прямих витрат і ЗВВ (Настанова п. 5.30)
4. Розрахунок №6 (Додаток 8, Настанова) Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) Настанова, Дод.27 п.1 Об'єкти, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із значними наслідками (СС3) - 5,66 грн./люд.-г. Додаток 27, Настанова п.5.
5. Податок на додану вартість (ПДВ)

Загальна вартість будівництва	71 690,834	тис. грн
в т.ч. будівельних робіт	27 377,391	тис. грн
вартість устаткування	32 196,585	тис. грн
інші витрати	12 116,858	тис. грн
в тому числі ПДВ:	11 948,472	тис. грн
Кошторисні трудовитрати	29,750	тис. люд.-год
Кошторисна заробітна плата	2 401,927	тис. грн.

5.2. Зведений кошторисний розрахунок

Зведений кошторисний розрахунок складено на об'єкт «Нове будівництво вакуум-насосної станції на території рудозбагачувальної фабрики» за адресою: Інгулецький район, м.Кривий Ріг, Дніпропетровська область.

Зведений кошторисний розрахунок складено за допомогою Програмного комплексу "АС-4" версія 24.1.008.

Зведений кошторисний розрахунок складений в поточних цінах станом на 6 листопада 2024 року.

Зведений кошторисний розрахунок наведено в таблиці 5.2.

Табл 5.2.

Зведений кошторисний розрахунок

Програмний комплекс "АС-4" версія 24.1.008						
<i>(найменування організації, що затверджує)</i>						
Затверджено						
Зведений кошторисний розрахунок в сумі						71690,828 тис.грн.
<i>(посилання на документ про затвердження)</i>						
"6" листопада 2024 року						
ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА № 7						
Нове будівництво вакуум-насосної станції на території рудозбагачувальної фабрики за адресою: Інгулецький район, м.Кривий Ріг, Дніпропетровська обл.						
<i>(найменування об'єкту будівництва)</i>						
Складений в поточних цінах станом на "6" листопада 2024 року						
№ з/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, будинків, будівель, споруд, пілійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
		<i>Глава 2. Об'єкти основного призначення</i>				
1	02-1	Вакуум-насосна станція №4	25719,769	32196,585		57916,354
		<i>Разом по главі 2</i>	<u>25719,769</u>	<u>32196,585</u>		<u>57916,354</u>
		<i>Разом по главах 1- 2</i>	<u>25719,769</u>	<u>32196,585</u>		<u>57916,354</u>
		<i>Разом по главах 1- 7</i>	<u>25719,769</u>	<u>32196,585</u>		<u>57916,354</u>
		<i>Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди</i>				
2	Настанова пп. 4.18 - 4.23	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом) (3,10%)	797,313			797,313
		<i>Разом по главі 8</i>	<u>797,313</u>			<u>797,313</u>
		<i>Разом по главах 1- 8</i>	<u>26517,082</u>	<u>32196,585</u>		<u>58713,667</u>
		<i>Глава 9. Кошти на інші роботи та витрати</i>				
3	Настанова п.3.37, п.4.25	Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період (0,72%)	190,923			190,923

5.3. Об'єктний кошторис

Об'єктний кошторис (Зведений кошторисний розрахунок) складено на об'єкт «Нове будівництво вакуум-насосної станції на території рудозбагачувальної фабрики» за адресою: Інгулецький район, м.Кривий Ріг, Дніпропетровська область.

Об'єктний кошторис складено за допомогою Програмного комплексу "АС-4" версія 24.1.008.

Об'єктний кошторис складений в поточних цінах станом на 6 листопада 2024 року.

Об'єктний кошторис наведено в таблиці 5.3.

Табл. 5.3.

Об'єктний кошторис

Програмний комплекс "АС-4" версія 24.1.008									
<i>(найменування об'єкт а будівницт ва)</i>									
Звіт витрат за локальними кошторисами № 7									
Проект: Нове будівництво вакуум-насосної станції на території рудозбагачувальної фабрики за адресом: Інгулецький район, м.Кривий Ріг, Дніпропетровська область									
на будівництво _____									
<i>(найменування робіт т а вит рат , найменування будинку, будівлі, споруди, лінійного об'єкт а інженерно-т ранспорт ної інфраст рукт ури)</i>									
Кошторисна вартість								57916,354 тис.грн.	
Кошторисна трудомісткість								27,641 тис.люд-год	
Кошторисна заробітна плата								2401,928 тис.грн.	
Складений в поточних цінах станом на "6" листопада 2024 року									
№ з/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис. грн.			Кошторис- на трудо- місткість, тис.люд.-год.	Кошторисна заробітна плата, тис.грн.	Показники одиничної вартості	
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	всього				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
02 - 1.Об'єкт: Вакуум-насосна станція №4									
1	1	будівництво машзалу вакуум-насосної станції №4	23580,910		23580,910	22,279	1925,738		
2	2	монтаж технологічного устаткування	2138,859	32196,585	34335,444	5,362	476,190		
_Разом (Об'єкт: Вакуум-насосна станція №4)			25719,769	32196,585	57916,354	27,641	2401,928		
Разом по кошторису:			25719,769	32196,585	57916,354	27,641	2401,928		
Головний інженер проекту _____									
(Головний архітектор проекту) _____ <i>[підпис (ініціали, прізвище)]</i>									
Керівник _____									
<i>(найменування)</i> відділу _____ <i>[підпис (ініціали, прізвище)]</i>									

5.4. Локальний кошторис з розрахунком договірної ціни

Локальний кошторис наведено в таблиці 5.4.

Табл. 5.4.

Локальний кошторис з розрахунком договірної ціни

Складений в поточних цінах станом на 06/11/24 року											
№ з/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										в тому числі заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розділ 1 Земляні роботи											
1	КБ1-24-6	Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 10 м, група ґрунтів 2. Зрізка рослинного шару	1000 м3	2,07	8355,66 ----- -	8355,66 ----- 1609,16	17296		17296 ----- 3331	- ----- 15,2856	- ----- 31,64
2	КБ1-24-14 Красх=4,	Додавати на кожні наступні 10 м переміщення ґрунту (понад 10 м) бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.], група ґрунтів 2. Зрізка рослинного шару з переміщенням до 50м	1000 м3	2,07	26437,96 ----- -	26437,96 ----- 5091,49	54727		54727 ----- 10539	- ----- 48,3648	- ----- 100,12
3	КБ1-30-2	Планування площ бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] за 1 прохід	1000 м2	4,14	281,41 ----- -	281,41 ----- 54,19	1165		1165 ----- 224	- ----- 0,5148	- ----- 2,13

Продовження табл. 5.4

4	КБ1-12-8	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшем місткістю 0,65 [0,5-1] м3, група ґрунтів 2	1000 м3	3,7	24668,04 ----- 983,16	23684,88 ----- 4835,87	91272	3638	87634 ----- 17893	15,1000 ----- 49,5431	55,87 ----- 183,31
5	КБ1-17-8	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобіль-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшем місткістю 0,65 [0,5-1] м3, група ґрунтів 2	1000 м3	4,554	36115,15 ----- 1089,29	35007,30 ----- 7046,24	164468	4961	159423 ----- 32089	16,7300 ----- 70,9322	76,19 ----- 323,03
6	КБ1-163-8 ; тех.ч. п.1.3. 180 к=1,2 Котз=1,2	Розробка ґрунту вручну в траншеях шириною понад 2 м і котлованах площею перерізу до 5 м2 з кріпленнями при глибині траншей і котлованів до 3 м, група ґрунтів 2 ; =Доробка вручну, зачищення дна і стінок вручну з викидом ґрунту в котлованах і траншеях, розроблених механізованим способом	100 м3	1,035	41248,31 ----- 41248,31	- ----- -	42692	42692	- ----- -	603,8400 ----- -	624,97 ----- -
7	КБ1-130-1	Ущільнення ґрунту причіпними котками на пневмоколісному ході масою 25 т за перший прохід по одному сліду при товщині шару 25 см	1000 м3	3,7	19222,66 ----- -	19222,66 ----- 3757,42	71124		71124 ----- 13902	- ----- 35,8638	- ----- 132,70
8	КБ1-27-5	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2	1000 м3	3,7	7482,58 ----- -	7482,58 ----- 1441,02	27686		27686 ----- 5332	- ----- 13,6884	- ----- 50,65
9	КБ1-27-5	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2. Зворотна засипка фундаментів	1000 м3	3,5	7482,58 ----- -	7482,58 ----- 1441,02	26189		26189 ----- 5044	- ----- 13,6884	- ----- 47,91

Продовження табл. 5.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
								496619	51291	445244		757,03
Разом по розділу 1 Земляні роботи										88354		871,49
В тому числі матеріали								84				
Розділ 2		Конструкції залізобетонні										
Підрозділ 1		Фундаменти										
10	КБ6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100 м3	0,11	366236,02 10294,32	2459,78 965,14	40286	1132	271 106	150,7000 10,6641	16,58 1,17	
11	КБ6-3-4	Улаштування залізобетонних фундаментів загального призначення об'ємом до 5 м3	100 м3	0,44	460177,14 36391,26	18426,08 6245,13	202478	16012	8107 2748	489,9200 61,2455	215,56 26,95	
12	С124-22	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-III, діаметр 10-16мм	т	0,88	42426,21 -	- -	37335		- -	- -	- -	
13	КБ6-1-5	Улаштування залізобетонних фундаментів загального призначення під колони об'ємом до 3 м3	100 м3	0,102	461545,03 43254,73	11447,21 4363,06	47078	4412	1168 445	582,3200 48,3367	59,40 4,93	
14	С124-22	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-III, діаметр 10-16мм	т	0,459	42426,21 -	- -	19474		- -	- -	- -	
Разом по підрозділу 1 Фундаменти								346651	21556	9546 3299		291,54 33,05
В тому числі матеріали								315549				
Разом по розділу 2 Конструкції залізобетонні								346651	21556	9546		291,54
В тому числі матеріали								315549				
Розділ 3		Підлоги										
15	КБ11-2-4	Улаштування ущільнених трамбівками підстиляючих щелевих шарів під підлоги	м3	22	1633,22 341,77	404,63 102,78	35931	7519	8902 2261	4,7800 1,3014	105,16 28,63	
16	КБ6-1-15	Улаштування фундаментних плит бетонних плоских	100 м3	0,275	358444,38 10447,48	5732,63 2248,49	98572	2873	1576 618	140,6500 24,8458	38,68 6,83	
Разом по розділу 3 Підлоги								134503	10392	10478 2879		143,84 35,46

- 3 -

Продовження табл. 5.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
В тому числі матеріали								113633				
Розділ 4		Конструкції металеві										
17	КБ9-16-1 ; тех.ч. п.1.3.5 к=1,03 Котз=1,03	Монтаж опорних плит з обробленою поверхнею масою до 0,1 т ; /монтаж конструкцій, пофарбованих у заводських умовах, або непофарбованих, що поставляються в пакетах/	т	0,96	11593,59 2727,38	7677,39 2489,15	11130	2618	7370 2390	33,7840 24,7846	32,43 23,79	
18	С121-782	Металеві конструкції	т	0,96	76623,26 -	- -	73558		- -	- -	- -	
19	КБ9-17-4 ; тех.ч. п.1.3.5 к=1,03 Котз=1,03	Монтаж колон одноповерхових і багатопверхових будівель і кранових естакад висотою до 25 м складеного перерізу масою до 3 т ; /монтаж конструкцій, пофарбованих у заводських умовах, або непофарбованих, що поставляються в пакетах/	т	76,8	4844,32 1587,23	2925,72 960,53	372044	121899	224695 73769	20,6000 9,9496	1582,08 764,13	
20	С121-782	Металеві конструкції	т	76,8	76623,26 -	- -	5884666		- -	- -	- -	
21	КБ9-48-2	Електродугове зварювання при монтажі опорних частин каркасів [колон, підкранових балок] одноповерхових виробничих будівель	т	76,8	391,84 212,12	107,55 3,89	30093	16291	8260 299	2,1400 0,0480	164,35 3,69	
22	КБ9-18-1 ; тех.ч. п.1.3.5 к=1,03 Котз=1,03	Монтаж одиночних підкранових балок на відмітці до 25 м масою до 1 т ; /монтаж конструкцій, пофарбованих у заводських умовах, або непофарбованих, що поставляються в пакетах/	т	28,7	5682,78 1794,58	3262,28 1061,25	163096	51504	93627 30458	23,5664 10,7232	676,36 307,76	
23	С121-782	Металеві конструкції	т	28,7	76623,26 -	- -	2199088		- -	- -	- -	

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24	КБ9-48-2	Електродугове зварювання при монтажі опорних частин каркасів [колон, підкранових балок] одноповерхових виробничих будівель	т	28,7	391,84 212,12	107,55 3,89	11246	6088	3087 112	2,1400 0,0480	61,42 1,38
25	КБ9-20-2	Монтаж підкранових колій по металевих підкранових балках для рейок типу КР	1000 м	0,1	942173,90 536484,48	380770,63 99598,02	94217	53648	38077 9960	7136,0000 977,7360	713,60 97,77
26	С181-10-36	Рельс КР-70 (1 м.п. - 0,053т) (100*0,053)	т	5,3	7366,12	-	39040	-	-	-	-
27	КС133-15156	Комплект метизний для кріплення рельсу, в т.ч.: Болт М24х120 ГОСТ 15589-70 - 1 шт; Гайки ДСТУ ГОСТ 5915:2008 24 5.0 - 1 шт; Шайба Ф 24 гровер DIN 127 - 1 шт	шт	534	60,30	-	32200	-	-	-	-
28	КБ9-22-1 ; тех.ч. п.1.3.5 к=1,03 Котз=1,03	Монтаж кроквяних і підкроквяних ферм на висоті до 25 м прогоном до 24 м, масою до 3 т ; /монтаж конструкцій, пофарбованих у заводських умовах, або непофарбованих, що поставляються в пакетах/	т	22	7731,45 2781,02	4497,75 1480,28	170092	61182	98951 32566	37,9040 15,4292	833,89 339,44
29	С121-782	Металеві конструкції	т	22	76623,26	-	1685712	-	-	-	-
30	КБ9-48-4	Електродугове зварювання при монтажі покриттів [ферм, балок] одноповерхових виробничих будівель	т	22	1736,76 897,37	404,89 14,64	38209	19742	8908 322	8,4000 0,1808	184,80 3,98

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
31	КБ9-24-1 ; тех.ч. п.1.3.5 к=1,03 Котз=1,03	Монтаж зв'язок і розпірок з одиночних і парних кутів, пнотозварних профілів для прогонів до 24 м при висоті будівлі до 25 м ; /монтаж конструкцій, пофарбованих у заводських умовах, або непофарбованих, що поставляються в пакетах/	т	16,8	10758,65 6831,63	3630,25 1179,26	180745	114771	60988 19812	93,1120 11,7976	1564,28 198,20
32	С121-782	Металеві конструкції	т	16,8	76623,26	-	1287271	-	-	-	-
33	КБ9-25-1 ; тех.ч. п.1.3.5 к=1,03 Котз=1,03	Монтаж прогонів із кроком ферм до 12 м при висоті будівлі до 25 м ; /монтаж конструкцій, пофарбованих у заводських умовах, або непофарбованих, що поставляються в пакетах/	т	12,3	3833,55 1704,88	1840,56 552,03	47153	20970	22639 6790	23,2368 5,6596	285,81 69,61
34	С121-782	Металеві конструкції	т	12,3	76623,26	-	942466	-	-	-	-
35	КБ9-48-1	Електродугове зварювання при монтажі каркасів одноповерхових виробничих будівель	т	29,1	942,49 491,82	230,80 8,34	27426	14312	6716 243	4,7400 0,1030	137,93 3,00
36	КБ9-29-1 ; тех.ч. п.1.3.5 к=1,03 Котз=1,03	Монтаж сходів прямолінійних і криволінійних, пожежних з огорожею ; /монтаж конструкцій, пофарбованих у заводських умовах, або непофарбованих, що поставляються в пакетах/	т	5,895	9509,97 3755,88	5182,82 1604,90	56061	22141	30553 9461	47,6272 16,0249	280,76 94,47
37	С121-782	Металеві конструкції	т	5,895	76623,26	-	451694	-	-	-	-

Продовження табл. 5.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
38	КБ9-30-1 ; тех.ч. п.1.3.5 к=1,03 Котз=1,03	Монтаж площадок із настипом і огорожею з листової, рифленої, просінної і круглої сталі ; /монтаж конструкцій, пофарбованих у заводських умовах, або непофарбованих, що поставляються в пакетах/	т	9,525	9930,70 4558,52	4787,04 1172,75	94590	43420	45597 11170	59,1632 11,6206	563,53 110,69
39	С121-782	Металеві конструкції	т	9,525	76623,26 -	-	729837	-	-	-	-
40	КБ9-35-1 ; тех.ч. п.1.3.5 к=1,03 Котз=1,03	Монтаж захисної огорожі устаткування ; /монтаж конструкцій, пофарбованих у заводських умовах, або непофарбованих, що поставляються в пакетах/	т	0,1	12771,44 10588,76	350,38 103,79	1277	1059	35 10	142,5520 1,2712	14,26 0,13
41	С121-782	Металеві конструкції	т	0,1	76623,26 -	-	7662	-	-	-	-
42	КБ9-46-1	Монтаж каркасів воріт великопрогонових будівель, ангарів та ін. без механізмів відкривання	т	15	21425,75 5591,32	12133,55 3756,26	321386	83870	182003 56344	66,2400 32,7836	993,60 491,75
43	С121-782	Металеві конструкції	т	15	76623,26 -	-	1149349	-	-	-	-
Разом по розділу 4 Конструкції металеві							16101308	633515	831506		8089,10
В тому числі матеріали									253706		2509,79
Розділ 5							14636287				
Покрівлі											
44	КБ9-42-3 ; тех.ч. п.1.3.5 к=1,03 Котз=1,03	Монтаж покрівельного покриття з багатшарових панелей заводської готовності при висоті будівлі до 50 м ; /монтаж конструкцій, пофарбованих у заводських умовах, або непофарбованих, що поставляються в пакетах/	100 м2	1,1	15077,23 5019,81	8788,41 2887,24	16585	5522	9667 3176	65,9200 29,7224	72,51 32,69

- 7 -

Продовження табл. 5.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
45	С121-258-1	Сендвіч-панелі покрівлі із профлиста ПК-44 (0,7мм) RAL 9006,утеплювач пінополіуретан	м2	122	1600,34 -	-	195241	-	-	-	-
46	С111-1850-1	Саморіз для кріплення сендвіч-панелей 5,5x6,3/150мм	шт	440	14,55 -	-	6402	-	-	-	-
47	КБ7-57-13М	Герметизація горизонтальних і вертикальних стиків стінових і покрівельних панелей. Наклеювання ущільнювальної стрічки під панелі в місцях кріплення до каркасу	100 м шву	1,14	721,29 699,06	13,83 4,29	822	797	16 5	9,1800 0,0532	10,47 0,06
48	С111-1678-1	Стрічка ущільнювальна	м	119,67	9,53 -	-	1140	-	-	-	-
49	КБ7-57-63М	Герметизація горизонтальних і вертикальних стиків стінових панелей	100 м шву	0,4	3326,90 1788,76	1513,18 446,45	1331	716	605 179	23,4900 5,6527	9,40 2,26
50	С111-1747	Ущільнювальний профіль	м	42	5018,15 -	-	210762	-	-	-	-
51	КБ15-80-6 (застосовно)	Монтаж нащільників	100 м2	1,1	10777,20 10709,64	-	11855	11781	-	132,6600	145,93
52	С121-296	Нащільники	м	440	558,76 -	-	245854	-	-	-	-
53	С111-1850	Гвинти самонарізні для кріплення профільованого настипу та панелей до несучих конструкцій	шт	1760	0,61 -	-	1074	-	-	-	-
Разом по розділу 5 Покрівлі							691066	18816	10288		238,31
В тому числі матеріали									3360		35,01
Розділ 6							661962				
Стіни											

Продовження табл. 5.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
54	ПР9-02082-4	Стіни виробничих будівель з багатощарових панелей заводської готовності, висота будівель до 20 м. Монтаж	100 м2	22	34810,44 16211,55	16699,91 5227,78	765830	356654	367398 115011	216,5700 51,8414	4764,54 1140,51
55	С121-282-1	Стінові сендвич-панелі із профлиста Т-20 (0,7мм) PE RAL 3020, утеплювач мінвата	м2	2420	1432,03		3465513				
56	С111-1850-1	Саморіз для кріплення сендвич-панелей 5,5х6,3/150мм	шт	8800	14,55		128040				
57	КБ7-57-13М	Герметизація горизонтальних і вертикальних стиків стінових і покрівельних панелей. Наклеювання ущільнювальної стрічки під панелі в місцях кріплення до каркасу	100 м шву	20,79	721,29 699,06	13,83 4,29	14996	14533	288 89	9,1800 0,0532	190,85 1,11
58	С111-1678-1	Стрічка ущільнювальна	м	2183	9,53		20804				
59	КБ7-57-63М	Герметизація горизонтальних і вертикальних стиків стінових панелей тіколовою мастикою, що вулканізується	100 м шву	17,325	3326,90 1788,76	1513,18 446,45	57639	30990	26216 7735	23,4900 5,6527	406,96 97,93
60	С111-1613-1	Герметик сіліконовий	шт	116	324,56		37649				
Разом по розділу 6 Стіни							4490471	402177	393902		5362,35
В тому числі матеріали									122835		
Всього за розділом											1239,55
Розділ 7 Вікна							3694392				
61	КБ9-44-3	Монтаж віконних блоків алюмінієвих із націлінниками з алюмінію	т	1,3	42713,01 23271,44	17906,18 4453,14	55527	30253	23278 5789	305,6000 43,9398	397,28 57,12

Продовження табл. 5.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
62	С126-5	Вікна із алюмінієвих сплавів одинарні під подвійне скління [склопакет], в комплекті з націлінниками і деталями обрамлень	м2	72	5320,55		383080				
63	С111-9900	Елементи кріплення націлінників і деталей обрамлення (самонарізні гвинти, заклепки і т.п.)	т	0,00123	3883,67		5				
64	С188888-21	Піна монтажна 750 мл	шт	34	144,93		4928				
Разом по розділу 7 Вікна							443540	30253	23278		397,28
В тому числі матеріали									5789		57,12
Всього за розділом											
I	Разом за кошторисом прями витрати						22704158	1168000	1724242		15279,45
В тому числі матеріали							19811916				
Загальнонавч. витрати за кошторисом											
Трудомісткість у загальнонавч. витратах											2218,33
Заробітна плата у загальнонавч. витратах							277516	277516			
Єдиний внесок на загальнонавч. язк. держ. соц. страхування							423654				
Кошти на оплату перших п'яти днів непрацездатності							18323				
Внесок в Пенсійний фонд від допомоги у зв'язку з тимчас. втратою працездатності й витратами, обумовл. похованням							7200				
Інші статті витрат							150059				
II	Всього загальнонавч. витрати за кошторисом						876752	277516			2218,33
Всього за кошторисом							23580910	1925738	1724242		22279,25
В тому числі матеріали							гн.	19811916			
Всього кошторисна заробітна плата							гн.	1925738			
Всього трудовитрати за кошторисом							люд.-год.	22279,25			
Разом (I+II)							гн.	23580910			22279,25
VI	Прибуток (К=22,50)						гн.	501283			
Разом з прибутком							гн.	24082193			
VII	Адміністративні витрати (К=5,66)						гн.	126101			
Разом з адміністративними витратами							гн.	24208294			
X	Податок на додану вартість (20,00%)						гн.	4841658,80			
Всього по кошторису							гн.	29049952,80			

Закінчення табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		— Виключається вартість матеріалів замовника (без ПДВ)		грн.			20691				
		— ПДВ на матеріали замовника		грн.			4138,20				
		— Разом виключається вартість матеріалів замовника (з ПДВ)		грн.			24829,20				
		Разом до сплати (без ПДВ)		грн.			24187603				
		Податок на додану вартість		грн.			4837520,60				
		Всього до сплати (з ПДВ)		грн.			29025123,60				
		Керівник підприємства (організації) - замовника								Керівник генеральної підприємної організації	
		(підпис, ініціали, прізвище, печатка)								(підпис, ініціали, прізвище, печатка)	

5.5. Розрахунок загальновиробничих витрат

Розрахунок загальновиробничих витрат складено за допомогою Програмного комплексу "АС-4" версія 24.1.008.

Розрахунок загальновиробничих витрат наведено в таблиці 5.5.

Табл. 5.5.

Розрахунок загальновиробничих витрат

Програмний комплекс "АС-4" версія 24.1.008

Проект: Нове будівництво вакуум-насосної станції на території рудозбагачувальної фабрики за адресом: Інгuleцький район, м.Кривий Ріг, Дніпропетровська область
Об'єкт: Вакуум-насосна станція №4

Підсумковий розрахунок загальновиробничих витрат

№ з/п	Обґрунтування	Нормативно-розрахункова трудомісткість в прямих витратах, люд.-год.	Усереднені коефіцієнти переходу від нормативно-розрахункової трудомісткості робіт, що передбачаються в прямих витратах до трудовитрат працівників, заробітна плата яких враховується в загальновиробничих витратах	Трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год. гр.3 x гр.4	Усереднену вартість людино-години працівників, заробітна плата яких враховується в загальновиробничих витратах, грн.	I блок		II блок		III блок	
						Заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. гр.5 x гр.6	Заробітна плата в прямих витратах, грн.	Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, грн. (гр.7 + гр.8) x 22,000%	Усереднені показники для визначення коштів на покриття решти статей загальновиробничих витрат, грн./люд.-год.	Кошти на покриття решти статей загальновиробничих витрат, грн. гр.3 x гр.10	Всього загальновиробничі витрати, грн. гр.7 + гр.9 + гр.11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ1-24-6	31,64	0,1200	3,80	125,10	475	3331	837	7,4800	237	1549
2	КБ1-24-14	100,12	0,1200	12,01	125,10	1503	10539	2649	7,4800	749	4901
3	КБ1-30-2	2,13	0,1200	0,26	125,10	32	224	56	7,4800	16	104
4	КБ1-12-8	239,18	0,1200	28,70	125,10	3591	21531	5526	7,4800	1789	10906
5	КБ1-17-8	399,22	0,1200	47,91	125,10	5993	37050	9469	7,4800	2986	18448
6	КБ1-163-8	624,97	0,1200	75,00	125,10	9382	42692	11456	7,4800	4675	25513
7	КБ1-130-1	132,70	0,1200	15,92	125,10	1992	13902	3496	7,4800	993	6481
8	КБ1-27-5	50,65	0,1200	6,08	125,10	760	5332	1340	7,4800	379	2479
9	КБ1-27-5	47,91	0,1200	5,75	125,10	719	5044	1268	7,4800	358	2345
10	КБ6-1-1	17,75	0,1200	2,13	125,10	266	1238	331	7,4800	133	730
11	КБ6-3-4	242,51	0,1200	29,10	125,10	3641	18760	4928	7,4800	1814	10383
13	КБ6-1-5	64,33	0,1200	7,72	125,10	966	4857	1281	7,4800	481	2728
15	КБ11-2-4	133,79	0,1200	16,05	125,10	2008	9780	2594	7,4800	1001	5603
16	КБ6-1-15	45,51	0,1200	5,46	125,10	683	3491	919	7,4800	340	1942
17	КБ9-16-1	56,22	0,1200	6,75	125,10	844	5008	1287	7,4800	421	2552
19	КБ9-17-4	2346,21	0,1200	281,54	125,10	35221	195668	50795	7,4800	17550	103566

Закінчення табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	КБ9-48-2	168,04	0,1200	20,16	125,10	2523	16590	4205	7,4800	1257	7985
22	КБ9-18-1	984,12	0,1200	118,09	125,10	14774	81962	21282	7,4800	7361	43417
24	КБ9-48-2	62,80	0,1200	7,54	125,10	943	6200	1571	7,4800	470	2984
25	КБ9-20-2	811,37	0,1200	97,36	125,10	12180	63608	16674	7,4800	6069	34923
28	КБ9-22-1	1173,33	0,1200	140,80	125,10	17614	93748	24500	7,4800	8776	50890
30	КБ9-48-4	188,78	0,1200	22,65	125,10	2834	20064	5038	7,4800	1412	9284
31	КБ9-24-1	1762,48	0,1200	211,50	125,10	26458	134583	35430	7,4800	13183	75071
33	КБ9-25-1	355,42	0,1200	42,65	125,10	5336	27760	7280	7,4800	2659	15275
35	КБ9-48-1	140,93	0,1200	16,91	125,10	2116	14555	3667	7,4800	1054	6837
36	КБ9-29-1	375,23	0,1200	45,03	125,10	5633	31602	8191	7,4800	2807	16631
38	КБ9-30-1	674,22	0,1200	80,91	125,10	10121	54590	14237	7,4800	5043	29401
40	КБ9-35-1	14,39	0,1200	1,73	125,10	216	1069	282	7,4800	108	606
42	КБ9-46-1	1485,35	0,1200	178,24	125,10	22298	140214	35752	7,4800	11111	69161
44	КБ9-42-3	105,20	0,1200	12,62	125,10	1579	8698	2261	7,4800	787	4627
47	КБ7-57-13М	10,53	0,1200	1,26	125,10	158	802	211	7,4800	79	448
49	КБ7-57-63М	11,66	0,1200	1,40	125,10	175	895	235	7,4800	87	497
51	КБ15-80-6	145,93	0,1200	17,51	125,10	2191	11781	3073	7,4800	1092	6356
54	ПР9-02082-4	5905,05	0,0880	519,64	125,10	65008	471665	118067	7,4800	44170	227245
57	КБ7-57-13М	191,96	0,1200	23,03	125,10	2882	14622	3850	7,4800	1436	8168
59	КБ7-57-63М	504,89	0,1200	60,59	125,10	7580	38725	10186	7,4800	3777	21543
61	КБ9-44-3	454,40	0,1200	54,53	125,10	6821	36042	9430	7,4800	3399	19650
62	КМ7-232-3	4969,42	0,0790	392,58	125,10	49112	427077	104762	6,2300	30960	184834
Кошти на оплату перших п'яти днів тимчасової непрацездатності: (графа 7 + графа 8 *0,0078*1,2200=(277516 + 1648222)*0,0078*1,2200								22854,00			22854,00
Внесок в Пенсійний фонд від допомоги у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності й витратами, обумовленими похованням. (графа 7.1 + графа 8.1 *0,3739%=(277516 + 1648222)*0,003739 (див. док-т "Розшифровка")								8980,00			8980,00
Всього		25030,34		2610,91		326628	2075299	560250		181019	1067897

5.6. Техніко-економічні показники проекту

Техніко-економічні показники проекту наведено в табл. 5.6.

Табл. 5.6.

Техніко-економічні показники проекту

№ пп.	Найменування показників	Од. виміру	Рівень показника	Дані для розрахунку
1	2	3	4	5
1	Площа забудови	м ²	1239	ГП
2	Загальна площа будівлі	м ²	2070	ГП
3	Будівельний об'єм об'єкту	м ³	20435	ГП
4	Кошторисна вартість будівництва об'єкту-всього	тис. грн.	57916,354	ЗКР, разом по главах 1-7, граф.7
4.1	Із них: будівельно-монтажних робіт	тис. грн./ %	25719,769 / 44,403	ЗКР, разом по главах 1-7, граф.4
5	Кошторисна вартість будівництва об'єкту:			
	на 1м ² загальної площі	тис.грн/м ²	27,979	п.4 ÷ п.2
	на 1м ³ будівельного об'єму	тис.грн/м ³	2,834	п.4 ÷ п.3

Закінчення табл. 5.6.

1	2	3	4	5
6	Кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт по об'єкту	тис. грн.	26498,147	Розрахунок 1, разом по розділу 1-10
	на 1м ² загальної площі	тис.грн/м ²	12,801	п.6 ÷ п.2
	на 1м ³ будівельного об'єму	тис.грн/м ³	1,297	п.6 ÷ п.3
7	Кошторисна вартість будівельних робіт:	.		
	всього	тис. грн.	23580,910	ЛК 2-1-1
	на 1м ² загальної площі	тис.грн /м ²	11,392	п.7 ÷ п.2
	на 1м ³ будівельного об'єму	тис.грн /м ³	1,154	п.7 ÷ п.3
8	Кошторисна трудомісткість будівельно-монтажних по об'єкту:			
	всього	тис.люод. - год.	27,641	Звіт витрат за ЛК
	на 1м ² загальної площі	люод. – год.	13,353	п.8 ÷ п.2
	на 1м ³ будівельного об'єму	люод.-год.	1,352	п.8 ÷ п.3
9	Кошторисна трудомісткість будівельних робіт всього:	тис.люод. - год .	22,279	ЛК 2-1-1
	на 1м ² загальної площі	люод. -год.	10,763	п.9 ÷ п.2
	на 1м ³ будівельного об'єму	люод. – год.	1,090	п.9 ÷ п.3
10	Кошторисна заробітна плата:			
10.1	на виконанні БМР	тис. грн.	2401,927	Звіт витрат за ЛК
10.2	на виконанні будівельних робіт	тис. грн.	1925,737	ЛК2-1-1
11	Договірна ціна на виконання будівельних робіт	тис. грн.	24208,294	ЛК2-1-1+Прибуток + Адмін. витрати
	у т. ч. прибуток	тис. грн.	501,283	П.9 *прибуток (22,5)
12	Кошторисна заробітна плата на 1грн. договірної ціни	грн.	0,134	Зп/ Розрахунок 1 (Всього договірна ціна (р.І + р.ІІ))
13	Рентабельність будівельних робіт	%	12,361	(Прибуток ÷ Вартість БМР без ПДВ)*100%. Розр.1

6. Охорона праці та безпека життєдіяльності

6.1 Загальні положення безпеки життєдіяльності, охорони праці та техніки безпеки

Забезпечення безпеки людини – це комплексне завдання, яке охоплюють такі поняття як безпека життєдіяльності, охорона праці та техніка безпеки.

Безпека життєдіяльності – це найзагальніше поняття, що стосується захисту людини у всіх сферах її життя. Вона включає як повсякденні ситуації, так і екстремальні, наприклад, під час стихійних лих чи воєнних конфліктів.

Охорона праці – це більш вузькоспеціалізована галузь, яка зосереджена на забезпеченні безпечних умов праці. Вона охоплює широкий спектр заходів, від розробки інструкцій з безпеки до організації медичного огляду працівників.

Техніка безпеки є складовою частиною охорони праці. Вона передбачає використання технічних засобів для захисту працівників від небезпечних виробничих факторів. Це можуть бути спеціальні інструменти, обладнання, засоби індивідуального захисту тощо.

Тому можна сказати, що охорона праці є загальною концепцією, а техніка безпеки – це один з її складових елементів. Який спрямований на забезпечення захисту людей безпосередньо на робочому місці. На рис.6.1 показані сфери охоплення безпеки життєдіяльності, охорони праці та техніки безпеки.

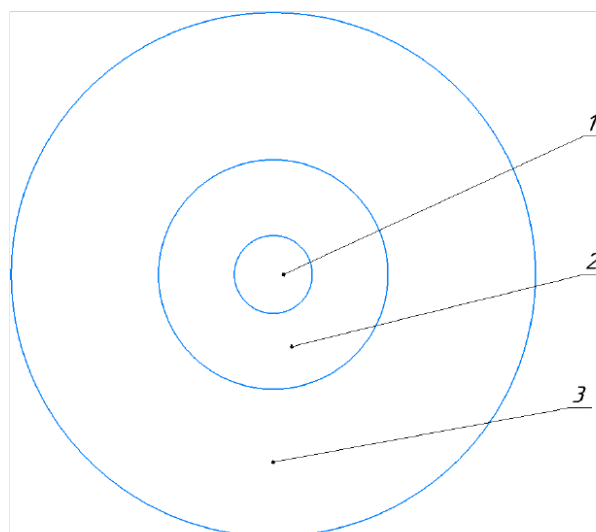


Рис.6.1 Сфери охоплення безпеки життєдіяльності, охорони праці та техніки безпеки.
1 – техніка безпеки; 2 – охорона праці; 3 – безпека життєдіяльності.

Розглянемо заходи з охорони праці при організації будівництва вакуум-насосної станції, які розроблені згідно нормативної літератури [] і наведені в таблиці 6.1.

Табл. 6.1

Заходи з охорони праці при організації будівництва вакуум-насосної станції.

1. До будівельних робіт можна приступати тільки за наявності проекту виробництва робіт, розробленого будівельною організацією і погодженого замовником.

2. При виробництві робіт необхідно неухильно дотримуватися вимог ДБН А.3.2-2.-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»

3.3 усіма працівниками, задіяними в будівництві, відповідно до Нормативно-правового акту з охорони праці НПАОП 0.00-4.12-05 та Нормативного акту з пожежної безпеки НАПБ А.01.001-2014, проводяться усі види інструктажів і перевірки знань з вимог техногенної і пожежної безпеки, безпеки праці і виробничої санітарії під час виконання робіт (з обов'язковою фіксацією у відповідних журналах з охорони праці та пожежної безпеки).

4. Перед початком робіт, мають бути прийняті заходи, що унеможливають розташування в межах небезпечної зони людей, що не мають відношення до роботи, яка виконується, для чого будівельний майданчик виробництва робіт обладнують захисним огородженням згідно ДСТУ Б В. 2.8-43:2011 «Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови». На огороженні і в місцях виробництва робіт встановлюють попереджувальні знаки і написи по охороні праці та пожежної безпеки, відповідно до ДСТУ ISO 7010:2019 «Графічні символи. Кольори і знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки».

Продовження табл. 6.1

5.Проїзди, проходи, навантажувально-розвантажувальні майданчики, зони монтажу і робочі місця необхідно регулярно очищати від будівельного сміття і не захаращувати.

6.Ділянки виробництва робіт мають бути освітлені згідно з вимогами ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків», без сліпучої дії освітлювальних приладів.

7.Заборонено експлуатувати засоби механізації без встановлених конструкцією огорож, систем сигналізації, блокування та інших засобів колективного захисту для працюючих.

8.Усі робітники мають бути забезпечені спецодягом і засобами індивідуального захисту (каска, запобіжні пояси), які мають бути випробувані і відповідати вимогам: каски - ДСТУ EN 397:2017 «Каски захисні промислові, пояси» - ДСТУ EN 361:2001 «Індивідуальне захисне спорядження для функції утримання та запобіганню падіння з висоти. Система управління».

9.Вся техніка перевіряється на наявність дозволів на використання, згідно норм, будівельні машини мають відповідати вимогам нормативних документів, а також мати експлуатаційну документацію. Крани та інша техніка зарубіжного виробництва, повинні бути з сертифікатами відповідності вимогам з безпеки праці, відповідно до НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних пристроїв і відповідного обладнання».

При виробництві будівельно-монтажних робіт в умовах діючого підприємства, відповідальність за підготовку і виконання заходів, що забезпечують безпеку праці усіх працюючих на об'єкті, однаковою мірою несуть керівники будівельно-монтажної організації і діючого підприємства.

Розроблені заходи мають бути погоджені з керівниками організації, на території якої будуть проводитися роботи.

6.2. Забезпечення безпеки життєдіяльності та охорони праці під час організації будівельно-монтажних робіт

При виконанні робіт необхідно неухильно дотримуватися вимог нормативних документів, які наведені в таблиці 2.

Табл. 2.

Нормативні документи по охороні праці

- ДБН А.3.2-2.-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»;
- НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті»;
- ДСТУ Б А.3.2-13:2011 «Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги»;
- СНиП 3.05.05-84 «Технологічне устаткування і технологічні трубопроводи»;
- ДСТУ Б.В.2.6-200:2014 «Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу»;
- НПАОП 27.1-1.09-09 «Правила охорони праці у газовому господарстві підприємств чорної металургії».
- НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних пристроїв і відповідного обладнання».

У зв'язку з тим, що будівництво виконується в умовах існуючої забудови, роботи вантажопідйомним краном виконуються з обмеженням кута повороту і вильоту стріли, згідно зі схемами безпечної роботи кранів, розробленими будівельно-монтажною організацією на стадії розробки проекту виробництва робіт (ПВР).

Перед початком роботи будівельних машин (стрілових вантажопідйомних кранів, екскаваторів і тому подібне) в охоронній зоні повітряної лінії електропередачі, повинно забезпечуватися зняття напруги з повітряної лінії електропередачі. За наявності обґрунтованої неможливості зняття напруги з повітряної лінії електропередачі, роботу будівельних машин в охоронній зоні лінії електропередачі дозволяється робити за умови дотримання наступних вимог:

- відстань від підйомної або висувної частини будівельної машини у будь-якому її положенні до вертикальної площини, що утворюється проекцією на землю найближчого дроту повітряної лінії електропередачі, що знаходиться під напругою, повинно бути не менш, вказаного в таблиці 6.3

Табл.6.3

Безпечні відстані в залежності від напруги

Відстань, м	1,0	1,5	2,5	3,5	1,0	4,5	6,0
Напруга, кВ	до 35	110	150	220	330	400-500	750

- машиніст вантажопідйомної машини повинен мати кваліфікаційну групу по техніці безпеки не нижче II

- корпуси вантажопідйомних машин, за винятком машин на гусеничному ході, мають бути заземлені за допомогою переносного заземлення.

У робочій зоні монтажних робіт не допускається виконання інших робіт і пересування сторонніх осіб.

Під час монтажу конструкцій, монтажники повинні знаходитися на раніше встановлених і надійно закріплених конструкціях або засобах підмоцнення.

Забороняється перебування людей на елементах конструкцій і устаткування під час їх підйому і переміщення.

Спосіб стропування елементів конструкцій і устаткування повинен забезпечувати їх подачу до місця розміщення в положенні, близькому до проектного.

Не допускається виконувати монтажні роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, що виключає видимість в межах фронту робіт.

В місцях існуючої забудови, роботу краном здійснювати з обмеженням кута повороту і вильоту стріли згідно зі схемами безпечної роботи крану, розробленими на стадії ПВР.

Організацію і виконання земляних робіт необхідно здійснювати згідно з вимогами нормативного документу [26]

До початку земляних робіт, необхідно викликати представників зацікавлених служб і власників інженерних комунікацій з метою визначення фактичного розташування мереж і узгодження методів виконання робіт.

Під час виконання земляних робіт у безпосередній близькості від діючих підземних комунікацій, або у разі перетину комунікацій, необхідно забезпечити незмінність положення в просторі і збереження цілісності цих комунікацій. При цьому розробка ґрунту механізованим способом дозволяється на відстані не менше ніж 2,0 м від бічної стінки і не менше ніж 0,4 м. над верхом труби, кабелю.

Котловани і траншеї огорожуються захисним огородженням $H = 1$ м. На огороженні вивішуються знаки безпеки, попереджувальні написи і встановлюються червоні ліхтарі для попередження про небезпеку в темний час доби.

При роботі на автотранспорті, необхідно дотримуватися вимог НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті» та Правил дорожнього руху.

Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виконання робіт не повинна перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год на поворотах. Подачу

автомашини заднім ходом в робочій зоні дозволяється здійснювати тільки по команді осіб, що беруть участь у цих роботах.

Будівельне сміття має складатися на майданчиках, в місцях, де не буде перешкоджання будівельно-монтажним роботам. Вивезення сміття повинно здійснюватися своєчасно, для запобігання захаращення майданчика.

6.3. Техніка безпеки при розробці котловану

1. Котлован по контуру огородити захисним огородженням, встановити знаки безпеки: "Вхід! Прохід заборонено!", "Обережно! Небезпечна зона!"

2. Розташування драбин для спуску в котлован уточнити на місцевості.

3. До початку виконання земляних робіт необхідно запросити представників відповідних служб підприємства для уточнення можливого розташування в зоні виробництва робіт існуючих підземних мереж, комунікацій і позначення їх на місцевості знаками і написами по охороні праці.

4. До наряду-допуску на виробництво робіт має бути прикладена копія з виконавчого креслення з вказівкою на ній місця виробництва робіт і узгодженнями осіб, відповідальних за експлуатацію діючих підземних комунікацій, якщо такі є в зоні або поблизу місць виробництва робіт.

6.4. Техніка безпеки при монтажі ферм та прогонів покриття.

1 Під час виконання робіт слід неухильно дотримуватися вимог ДБН А.3.2-2-2009.«Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві».

2. На ділянці (захопленні), де ведуться монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт, знаходження сторонніх осіб. Способи стропування елементів конструкцій повинні забезпечити їхню подачу до місця встановлення в положенні, близькому до проектного. Очищення елементів конструкцій, що підлягають монтажу, від бруду та криги слід проводити до їхнього підйому.

3. Стропування грузів слід проводити інвентарними стропами або спеціальними вантажозахоплювальними пристроями виготовленими за затвердженим проектом. Способи стропування повинні виключати можливість падіння або ковзання застропованого вантажу. Розчалки для тимчасового закріплення конструкцій, що монтуються, мають бути прикріплені до надійних опор (фундаментів, якорів).

4. Для переходу монтажників з однієї конструкції на іншу слід застосовувати інвентарні драбини.

Увага! При роботі на висоті на засобах підмоцвання заботоняється:

-сідати, ставати, перегинатися і спиратися на обгороджування подмостей і трапів обслуговуючих майданчиків, або спирати на них матеріали, інструменти та інше;

-працювати без касок і запобіжних поясів, закріплених за страхувальні канати;

-скидати згори матеріали, інструменти та інше;

Не допускається перехід монтажників по встановлених конструкціях та їхніх елементах (ферми, ригеля) на яких неможливо встановити огороження. Не допускається виконувати монтажні роботи на висоті у відкритих місцях за швидкості вітру 15 м/с і більше, під час ожеледиці, грози, або туману, що виключає видимість у межах фронту робіт.

5. До виконання монтажних робіт необхідно встановити порядок обміну умовними сигналами між особою, яка керує монтажем, і машиністом. Усі сигнали подаються тільки однією особою (бригадиром монтажної бригади), крім сигналу «Стоп», який може бути поданий будь-яким працівником, який помітив явну небезпеку.

6.4 Забезпечення безпечних умов під час монтажу фасадних та покрівельних сендвіч-панелей

Забезпечення безпечних умов під час монтажу фасадних і покрівельних сендвіч-панелей є досить важливою, оскільки від цього залежить не лише якість виконання робіт, але й безпека працівників.

Ключові аспекти безпеки при здійсненні робіт по установці сендвіч панелей:

1. Оцінка ризиків. Перед початком монтажу необхідно провести оцінку ризиків, ідентифікувати можливі небезпеки (наприклад, падіння з висоти, травми від важких предметів) та вжити засобів для їх мінімізації;

2. Нормативно правова база. Ознайомитися з нормативними документами, що регулюють безпечність виконання будівельних робіт, що включають правила охорони праці та безпеки;

3. Забезпечення засобів індивідуального захисту: пояси запобіжні (зразка ПБ – пояс безлямковий, ПЛ – пояс лямковий), захисні каски, страхувальні канати, запобіжні верхолазні пристрої, уловлювачі з вертикальним канатом, огороження, захисні сітки та ін.

4. Навчання персоналу. Проведення навчання з охорони праці та технічної безпеки для всіх учасників монтажу. Це включає в себе навчання правильному використанню обладнання та засобів захисту;

5. Технічні засоби безпеки. Використання підйомних механізмів, лісів та інших пристроїв, які забезпечують безпечний доступ до місць монтажу і регулярна перевірка їх стану;

6. Контроль за виконанням безпекових норм. Впровадження системи контролю за дотриманням правил безпеки під час монтажних робіт, проведення регулярних інспекцій.

Різниця між монтажем покрівельних і стінових сендвіч-панелей з точки зору безпеки праці суттєва, оскільки кожен вид панелей має свої специфічні ризики та вимоги.

Ось основні особливості виконання вимог з безпеки праці для роботи з покрівельними і стіновими сендвіч-панелями:

а) Висота та доступ:

- Покрівельні сендвіч-панелі – їх монтаж зазвичай відбувається на висоті, що збільшує ризик падіння. Використання запобіжних заходів, таких як страхувальні системи (запобіжні пояси та системи ременів для кріплення до тіла користувача та систему кріплення до надійної точки опори та ін.) є критично важливим;

- Стінові сендвіч-панелі – також можуть монтуватися на значній висоті, але ризики падіння можуть бути меншими через можливість роботи на платформі або підйомному механізмі ближче до землі.

б) Механічні ризики:

- Покрівельні сендвіч-панелі – через кути нахилу і складну конструкцію покрівлі існує ризик зісковзування матеріалів або їх падіння, тому важливо забезпечити стабільність матеріалів та встановити обмежувачі;

- Стінові сендвіч-панелі – при монтажі стінових панелей ризики, пов'язані з падінням панелей під час переміщення і підйому.

в) Неприятливі погодні умови:

-Покрівельні сендвіч-панелі – небажано проводити роботи при сильному вітру, зливі, грозі або снігопаді та ожеледі, сильному тумані;

- Стінові сендвіч-панелі – їх монтаж менш підданий впливу суворих природних умов, за винятком сильного вітру, ожеледиці та рясних опадів.

6.5. Забезпечення пожежної безпеки під час організації будівельно-монтажних робіт

Пожежна безпека на будмайданчику, ділянці робіт, робочих місцях повинна забезпечуватися згідно вимог нормативних документів, які наведені в таблиці 6.4.

Табл. 6.4.

Нормативні документи по пожежній безпеці

- Кодекс цивільного захисту України;
- ДБН В. 1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»;
- НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні»;
- НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»;
- НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»;
- НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок»;
- ДБН В. 1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека»;
- СНиП 3.05.06-85 «Електротехнічні пристрої».

При виконанні вогневих робіт (виробничих операцій, пов'язаних із застосуванням відкритого вогню, іскроутворення, нагрівання до температур, які можуть викликати загоряння матеріалів та конструкцій, такі як електро – та газозварювання, газорізка та ін.) - необхідно керуватися кількома нормативними документами, які регулюють безпеку проведення таких робіт та наведені в таблиці 6.5.

На території виробництва робіт встановлюється пожежний щит (стенд) і бочка з водою. До комплекту засобів пожежогасіння, який розміщується на стенді, слід включати: вогнегасники – 3 шт., ящик з піском – 1 шт., покривала з негорючого теплоізоляційного матеріалу або повстяні, розміром 2х2 м. – 1 шт., крюки -3 шт., лопати – 2 шт., лопати – 2 шт., сокири – 2 шт.

Дороги, проїзди, підступи до пожежного інвентарю, устаткування і засобів пожежогасіння мають бути завжди вільними і бути доброму стані.

Табл. 6.5

Нормативні документи, які регулюють безпеку проведення вогневих робіт

- Наказ №4 Міністерства соціальної політики України «Про затвердження Правил охорони праці при виконанні вогневих робіт» від 16 січня 2018 року. Цей документ визначає основні вимоги до безпечного виконання вогневих робіт;
 - ДСТУ ISO 45001:2018 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування»;
 - Інструкція з охорони праці «Про організацію і проведення вогневих робіт», яка має бути розроблена і затверджена на кожному підприємстві;
 - Інструкції з охорони праці для конкретних професій (які можуть містити специфічні вимоги до вогневих робіт).
- Тимчасові споруди, підсобні приміщення, а також будівельні майданчики мають бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння згідно з вимогами Глави 3 Розділу V Нормативного акту з пожежної безпеки НАПБ А.01.001-14 «Пожежна безпека в Україні».

На будівельному майданчику організовується місце для паління, яке забезпечується урною та ящиком з піском.

Зовнішнє пожежогасіння передбачається від проектованого пожежного гідранта, встановленого в підготовчий період будівництва.

Відповідність за пожежну безпеку об'єкту покладається на його керівника

7. ЕКОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА

7.1 Характеристика ділянки будівництва

На території Південного гірничо-збагачувального комбінату в Кривому Розі, біля рудозбагачувальної фабрики №2 планується будівництво нової вакуум-насосної станції. Цей об'єкт є важливою ланкою технологічного процесу збагачення залізної руди та дозволить стабілізувати вологість кінцевого продукту. Будівельна площадка, розташована на схилі балки, обмежена існуючими спорудами та інженерними мережами, що ускладнює будівельні роботи. Регіон характеризується помірно-континентальним кліматом з різкими температурними перепадами та помірною кількістю опадів. Будівництво здійснюється з урахуванням усіх кліматичних особливостей та вимог безпеки.

В районі будівництва відсутні популяції чи окремі види рослин і тварин, які занесені до Червоної книги України. Рослинність на ділянці будівництва представлена деякими дикоростучими видами трав та чагарників.

7.2 Викиди в атмосферу

Будівництво вакуум-насосної станції супроводжується викидами в атмосферу різноманітних шкідливих речовин, що утворюються в результаті використання будівельних матеріалів, палива для транспортних засобів та внаслідок будівельних процесів.

Види викидів

- хімічні речовини, які містяться безпосередньо в будівельних матеріалах;
- дими, гази, аерозолі та інші продукти згоряння від експлуатації транспорту з використання палива;
- пил, який утворюється під час будівельних робіт та інші шкідливі речовини.

Ці викиди негативно впливають на якість повітря та загальний стан довкілля. Для мінімізації такого впливу необхідно вживати заходів щодо очищення викидів, використовувати екологічно чисті матеріали та технології, які наведені в таблиці 7.1.

Табл. 7.1

Заходи для забезпечення відповідності нормам гранично допустимих викидів забруднюючих речовин

1. При складуванні будівельних матеріалів:

- а) дотримуватися мінімально допустимої висоти пересипки відповідно до технологічних властивостей обладнання;
- б) запобігати зберіганню надмірної кількості піску та щебеню на території складу;
- в) Обмежувати обсяги та інтенсивність робіт з розвантаження та переміщення матеріалів в межах території складу при небезпечних показниках швидкості вітру (більше 10 м/с).

2. Під час проведення зварювальних робіт важливо дотримуватися таких заходів:

- а) забезпечення відповідного захисту обладнання зварювальних установок в залежності від умов навколишнього середовища, з метою запобігання механічному пошкодженню;
- б) організація доступу до обладнання та його вузлів, а також органів управління, забезпечуючи безпечний та зручний доступ до них;
- в) спорудження робочих майданчиків для зварювальних установок, які вимагають обслуговування на висоті більше 1,3 м, з обладнанням захищеними перилами та настилом із діелектричного матеріалу;
- г) зберігання вихідних зварювальних матеріалів та готової продукції на складах, що відповідають будівельним, санітарним та протипожежним нормам і правилам;
- д) забезпечення природного освітлення, вентиляції, проїзду, проходу, а також використання протипожежного обладнання та засобів захисту робітників при зберіганні зварювальних заготовок, матеріалів та готової продукції;
- е) використання спеціального обладнання для сушіння зварювального дроту, флюсу, електродів;
- є) знежирення поверхонь зварювальних виробів проводиться застосуванням розчинів, що допущені до використання санітарними та пожежними органами;
- ж) збирання відпрацьованих матеріалів у металеві ємності та їх регулярне вивезення для подальшої утилізації;
- з) уникання забруднення території під час зварювальних робіт та дотримання вимог пожежної безпеки з метою запобігання можливому викиду забруднень в атмосферне повітря у випадку аварії чи заpalення.

При виконанні робіт з фарбування важливо дотримуватися наступних вимог та заходів, які наведені в таблиці 7.2.

Табл. 7.2.

Заходи для дотримання вимог екології при виконанні робіт з фарбування

- 1) забезпечити безпеку праці та навколишнього середовища на всіх етапах виробничого процесу фарбування, включаючи підготовку лакофарбових матеріалів, обробку поверхонь перед фарбуванням та сам процес фарбування;
- 2) урахувати можливість виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, таких як забруднення повітря, вплив хімічних сполук та аерозолів на шкіру та одяг, зміни в температурі, вологість, рухливості повітря, статична електрика, а також пожежі та вибуху.
- 3) уникати безпосереднього контакту працюючих із шкідливими компонентами фарбувальних сумішей;
- 4) готувати фарбувальні суміші в спеціально-обладнаних місцях;
- 5) в місцях, де використовуються фарбувальні суміші, що виділяють вибухонебезпечні пари, забезпечити безпечну електропроводку та обладнання, а також уникання використання вогню;
- 6) постачати суміші на робочі місця вже готовими до використання;
- 7) зберігати фарбувальні суміші, мастики та розчинники в закритих та вентильованих приміщеннях;
- 8) тара, в якій зберігаються фарбувальні суміші, повинна бути цілою, щільно закритою та мати відповідне застережливе забарвлення, особливо для ємностей із шкідливими та вибухонебезпечними речовинами;
- 9) транспортувати та зберігати компоненти фарбувальних сумішей, які можуть взаємодіяти та виділяти шкідливі речовини, окремо;
- 10) обмежувати кількість фарбувальних сумішей та розчинників на робочому місці в межах необхідності для однієї робочої зміни.

7.3. Збереження ґрунту та управління відходами виробництва

Ґрунт є життєво важливим ресурсом, який забезпечує нас продуктами

харчування та регулює клімат. Однак, інтенсивна господарська діяльність призводить до його забруднення та деградації.

Забруднення ґрунтів токсичними речовинами, що потрапляють туди з промислових викидів та сільськогосподарських угідь, негативно впливає на екосистеми та здоров'я людей. Окрім того, забруднені ґрунти втрачають свою родючість, що загрожує продовольчій безпеці.

При виборі місця для будівництва необхідно ретельно оцінювати екологічний стан території. Крім традиційних санітарно-гігієнічних та планувальних критеріїв, слід враховувати додаткові фактори, перелік яких наведено в таблиці 7.3.

Табл. 7.3.

Перелік додаткових факторів, які враховують при виборі місця будівництва

- 1) обираючи територію для будівництва, використовувати землі не сільськогосподарчого призначення, надаючи перевагу вільним від забудови земельним ділянкам;
- 2) будівництво на територіях з багаторічними плодовими деревами, виноградниками, а також в лісових, водоохоронних та інших областях лісів може здійснюватися лише за дозволом відповідних органів влади;
- 3) враховуючи місце розташування інших підприємств, враховувати напрямки вітрів;
- 4) при визначенні розмірів будівельного майданчика дотримуватися мінімальних параметрів, враховуючи відповідні нормативи;
- 5) при виборі місця для будівництва слід враховувати характеристики навколишнього середовища, такі як хімічний склад ґрунтів, радіаційне забруднення, опади, температуру, відносну вологість та швидкість вітру;
- 6) перед початком будівництва важливо видалити та зберегти чорноземний шар ґрунту, який пізніше можна використати для зелених насаджень;
- 7) будівництво будь-якого об'єкта супроводжується утворенням промислових відходів, зокрема будівельних та побутових відходів, відходів лакофарбових матеріалів, скла та залишків будівельних матеріалів.

Відходи, що утворюються під час будівництва та виробництва, потребують особливої уваги. Для збереження довкілля їх необхідно збирати окремо, зберігати в спеціально обладнаних контейнерах та своєчасно вивозити на полігони для утилізації або знешкодження. Особливу небезпеку становлять промислові відходи, які можуть містити токсичні речовини. Тому їхнє складування та утилізація повинні здійснюватися з дотриманням суворих екологічних норм.

Щоб запобігти забрудненню ґрунту, важливо дотримуватися наступних правил:

- Сегрегація відходів: Роздільне збирання відходів дозволяє оптимізувати процеси їхньої переробки та утилізації.

- Безопасне зберігання: Відходи слід зберігати в закритих контейнерах, що запобігає розсіюванню шкідливих речовин та забрудненню ґрунту.

- Регулярний вивіз: Своєчасний вивіз відходів на спеціалізовані полігони є одним із ключових факторів збереження довкілля.

- Моніторинг: Необхідно постійно контролювати стан звалищ та проводити заходи з рекультивації земель після їх закриття.

Після завершення будівельних робіт важливо відновити природний ландшафт. Озеленення території дозволяє не лише поліпшити її естетичний вигляд, але й виконувати ряд важливих екологічних функцій. Рослини здатні очищувати повітря від пилу та шкідливих речовин, знижувати рівень шуму та створювати сприятливий мікроклімат.

Для ефективного озеленення необхідно:

- Вибір рослин: Вибирати рослини, які добре адаптовані до місцевих умов та здатні витримувати забруднення повітря.

- Підготовка ґрунту: Перед посадкою рослин необхідно підготувати ґрунт, збагативши його органічними добривами.

- Система поливу: Створити ефективну систему поливу, яка забезпечить рослини необхідною кількістю вологи.

7.4 Заходи з охорони довкілля в період будівництва

Зберігання матеріалів та конструкцій організовано на спеціально обладнаних майданчиках, що розташовані в зоні роботи крана.

Для забезпечення чистоти та безпеки на будівельному майданчику передбачено три металеві контейнери з кришками, встановлені на твердому покритті з щепеню (120 мм). Ці контейнери призначені для роздільного збору будівельних відходів. По мірі заповнення контейнери регулярно вивозяться на спеціалізований полігон для утилізації виробничих та будівельних відходів.

Категорично заборонено скидати будівельне сміття поза межами спеціально відведених для цього місць.

Також при будівництві слід отримуватися заходів, спрямованих на збереження довкілля, які наведені в таблиці 7.4.

Табл. 7.4.

Заходи, спрямовані на збереження довкілля

- на території тимчасового будівельного майданчика не допускається знищення дерев і кущів, не передбачених проектом, а також засипка корневих шийок і стовбурів зростаючих дерев і кущів:
 - сипкі і пилоподібні матеріали повинні подаватися в закритій тарі;
 - пилоподібні матеріали необхідно зберігати в закритій тарі;
 - для зменшення пилоутворення, будівельний майданчик має поливатися водою в літній час;
 - не допускати забруднення будівельного майданчика пально-мастильними матеріалами, фарбами, розчинниками та ін.;
 - дотримуватися заходів запобігання загазованості повітря;
 - усі працюючі на будівельному майданчику машини з двигунами внутрішнього згорання мають бути перевірені на токсичність вихлопних газів;
 - з метою боротьби з шумом роботи механізмів вхолосту забороняються;
 - постійно видаляти з поверхні ґрунту розлиті нафтопродукти і оливи.

В період будівництва відповідальність за збирання, складування і вивезення відходів з території майданчиків будівництва покладається на керівництво підрядної будівельної організації, що виконує роботи.

7.5 Екологічні особливості використання сендвіч-панелей

Сендвіч-панелі широко використовуються в будівництві. Їх використання забезпечує гарні теплоізоляційні властивості, легкість та швидкість монтажу. Аспекти використання сендвіч-панелей наведено в таблиці 7.5.

Табл. 7.5.

Позитивні і негативні аспекти використання сендвіч-панелей

1. Позитивні екологічні аспекти:

- енергоефективність - сендвіч-панелі мають високі теплоізоляційні характеристики, що дозволяє знизити витрати на опалення та кондиціювання, зменшити викиди вуглецю CO₂ та споживання енергії;
- мінімізація відходів – монтаж сендвіч-панелей часто генерує менше будівельних відходів порівняно з традиційними методами, оскільки панелі виготовляються на заводах з точними розмірами та вимогами до проекту;
- швидкість будівництва – швидкий монтаж дозволяє зменшити кількість машин та обладнання на будівельному майданчику, що зменшує викиди шкідливих речовин та використання ресурсів;
- переробка матеріалів – деякі сендвіч-панелі виготовляються з матеріалів, які можна переробити, зменшує їх вплив на навколишнє середовище.

: 2. Негативні екологічні аспекти

- використання поліуретану та пінополістиролу, які виготовляються з хімічних речовин на нафтовій основі, спричиняє шкідливі викиди під час виробництва та утилізації, а також є токсичними при горінні;
- утилізація – не всі матеріали, з яких виготовляються сендвіч-панелі, легко піддаються;
- зниження природної вентиляції – висока герметичність будівель із сендвіч-панелей зменшує природну вентиляцію, що вимагає встановленню додаткових систем для підтримання здорового мікроклімату

7.6 Екологічність використання мінеральної вати в сендвіч-панелях

Мінеральна вата також поширений теплозахисним матеріалом. Вона, маючи гарні тепло- та звукоізоляційні властивості, широко використовується в сендвіч-панелях.

Переваги використання мінеральної вати наведено в таблиці 7.6..

Табл. 7.6.

Переваги використання мінеральної вати

- а) натуральне походження – мінеральна вата виготовляється з натуральним матеріалів, таких як базальт, габро або вапняк, що робить її менш шкідливою для довкілля порівняно з хімічними теплоізоляційними матеріалами, такими пінополістирол або поліуретан;
- б) пожежна безпека – мінеральна вата є негорючим матеріалом, що значно знижує ризик викидів токсичних речовин при загорянні будівлі. Це підвищує безпеку будівель з точки зору екології та захисту людей;
- в) енергоефективність – завдяки своїм високим теплоізоляційним властивостям мінеральна вата допомагає знижувати споживання енергії для опалення або охолодження будівель, що зменшення викидів парникових газів;
- г) переробка та повторне використання – мінеральну вату можна частково переробити після закінчення терміну її служби, хоча цей процес все ще потребує вдосконалення. Крім того, відходи виробництва мінеральної вати часто використовуються у виготовленні нових ізоляційних матеріалів;
- д) захист від шуму – мінеральна вата має добрі звукоізоляційні властивості, що може покращити якість життя, зменшуючи шумове забруднення в будівлі.

Але крім переваг використання мінеральної вати має і негативні аспекти, пов'язані з енергоємністю її виробництва, використанням агресивних хімічних елементів при створенні мінеральної вати, труднощами утилізації та негативним впливом на здоров'я людей.

Перелік негативних аспектів при використанні мінеральної вати наведено в таблиці 7.7.

Негативні екологічні аспекти використання мінеральної вати

1. Енергоємність виробництва. Процес виробництва мінеральної вати є досить енергоємним, оскільки передбачає плавлення базальту або інших мінералів при високих температурах, що сприяє викидам парникових газів, якщо виробничі процеси не оптимізовані для енергоефективності;
2. Хімічні зв'язувальні речовини – у деяких випадках для виготовлення мінеральної вати використовуються хімічні зв'язувальні компоненти, які можуть бути потенційно шкідливими для здоров'я і навколишнього середовища, особливо якщо не дотримані стандарти безпеки;
3. Утилізація. Незважаючи на можливість часткової переробки, мінеральна вата все ще може бути складною для утилізації, особливо через наявність хімічних домішок. Неправильне поводження з відходами мінеральної вати може спричинити забруднення ґрунту та води;
4. Вплив на здоров'я під час монтажу. Мінеральна вата може подразнювати шкіру, очі та дихальні шляхи робітників під час монтажу, якщо не використовувати засоби індивідуального захисту.

Враховуючи переваги та негативні аспекти при використанні мінеральної вати можливо зробити висновок, що вона є екологічно більш прийнятним вибором порівняно з синтетичними теплозахисними матеріалами завдяки своїй натуральній основі, енергоефективності та пожежній безпеці. Проте її виробництво та утилізація потребують подальшої оптимізації для зниження впливу на довкілля.

8. Науковий розділ

Тема: «Оцінка і забезпечення теплової надійності та енергоефективності зовнішніх стін»

8.1.Вступ

Одним з пріоритетів розвитку будівельного виробництва є реалізація комплексних заходів, які сприяють зниженню експлуатаційних витрат та спрямовані на економію споживання теплової енергії. Такий підхід обумовлює істотне скорочення нераціональні витрат при будівництві та експлуатації будівель.

В світі і в Україні основним напрямком інноваційного розвитку в будівництві є поєднання зниження витрат на експлуатацію споруд з енергоефективним будівництвом.

На теперішній час значна кількість будівель в Україні не відповідають сучасним стандартам енергозбереження. Це приводить до того, що споживання теплової енергії на опалення в Україні у 2-3 рази більше, ніж в Європі та США. При будівельному проектуванні в країні не приділяється достатня увага питанням енергоефективності будівель, що згодом загрожує серйозними проблемами.

На теперішній час у нашій країні практично відсутня теплова ізоляція стін будинків, а також неякісно утеплюються зовнішні конструкції. Це приводить до виникнення «зон холоду» в стиках, що змушує людей надмірно користуватися приладами для опалення. Внаслідок такої ситуації виникають дуже великі експлуатаційні витрати на утримання будинків, що нераціонально.

Отже при проектуванні будівель та споруд треба ретельно розраховувати теплову надійність стін, що дозволить добре зберігати тепло у внутрішньому приміщенні.

Використання комплексних заходів по збереженню тепла дозволяє знизити його втрати тепла, підвищити енергоефективність споруди та скоротити витрати людей на експлуатацію будинків.

8.2.Визначення мети і постановка задач дослідження

Мета роботи – оцінка теплової надійності та довговічності огорожувальних конструкцій виготовлених із застосуванням енергоощадних матеріалів на основі аналізу їх властивостей та досвіду застосування.

Задачи дослідження:

1. Огляд особливостей сучасних огорожувальних конструкцій, що забезпечують енергоефективність зовнішніх стін;
2. Питання оцінки теплової надійності та довговічності енергоефективних огорожувальних конструкцій;
3. Теоретичне визначення строків заміни огорожувальних конструкцій і на основі цього планування їх капітального ремонту.

8.3.Аналіз і узагальнення інформаційних джерел за обраною темою

Незважаючи на те, що люди живуть в будинках вже багато століть, перші вимоги до теплової ізоляції, які були засновані на наукових підходах, почали розроблятися лише на початку ХХ століття.

Так у 1955 році в США і Європі розпочато виготовлення перших склопакетів. В цей же час в США і Європі почали вперше обговорювати питання енергозбереження. Це було обумовлено запитамі користувачів будинків у Західній Європі по зменшенню наслідків енергетичної кризи. Однак достатньої уваги ці запити не отримали, особливо в країнах, багатих на нафтові ресурси.

Лише в 1972 році в літературі почалося обговорення термоізоляції будівель, яка дозволить економити теплової енергії [27]. Слід зауважити, що метод розрахунку необхідного термічного опору огорожувальних конструкцій будинків був наведений в літературі ще в 1933 році [28]. Ідея методу була в тому, що навіть у самі холодні періоди року волога не може конденсуватися на внутрішніх поверхнях конструкцій, що огорожують будинок. Ця волога може конденсуватися лише на скляних вікнах.

Починаючи з 1980 року підвищились вимоги до комфорту будинків, що призвело до зростання споживання енергії. В Європі відреагували не це підвищенням вимог до теплоізоляції переважно стосовно скляних вікон. [29].

Починаючи з 70-х років ХХ століття внаслідок економічної кризи в країнах Перської затоки ціни на нафту зросли в 4 рази. Тому питання енергоспоживання почали вже обговорювати на серйозному рівні, незважаючи на те, що запаси нафти та газу вважалися нескінченними.

Вирішальним став 2002 рік, коли в Європі прийняли до го виконання Директиви Європейського Союзу з енергоефективності будівель. Цей документ був оснований на питаннях економії енергії, скороченні викидів вуглекислого газу та на підвищенні теплоізоляції будівель [30].

Ця директива передбачала такі аспекти:

- обов'язкове впровадження методу розрахунку енергоефективності будівель, яка враховує всі фактори, які впливають на це;
- встановлення мінімальних вимог до енергоефективності нових та реконструйованих будівель;
- обов'язкове запровадження сертифікату енергоефективності будівель.

Розроблена Директива з енергоефективності 2018/2002 з поправками [31] набула чинності у грудні 2018 року. В ній оновлено деякі конкретні положення та введено декілька нових елементів.

Збільшення теплового захисту будинків дозволяє підвищити енергоефективність. Це, в першу чергу, передбачає утеплення огорожувальних конструкцій: зовнішніх стін, перекрить, покрівель, підлоги, вікон і дверей. Споруда має бути єдиною енергетичною системою, всі елементи якої, а саме огорожувальні конструкції, системи опалення, вентиляції, кондиціонування, теплопостачання – повинні бути взаємопов'язані.

На рис. 8.1 показано поступове збільшення процесу теплозахисту стін будівель у Європі [32].

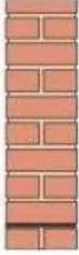
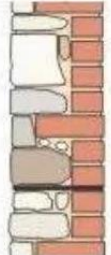
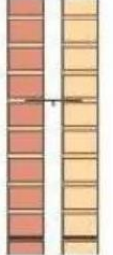
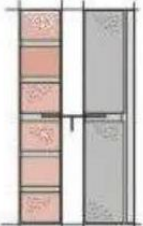
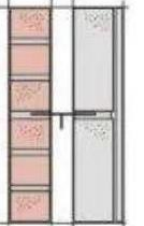
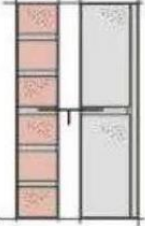
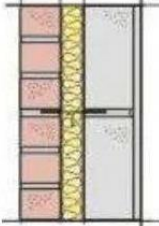
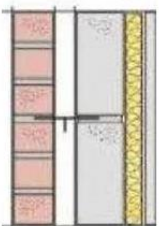
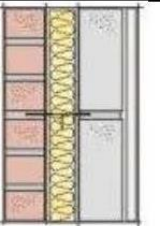
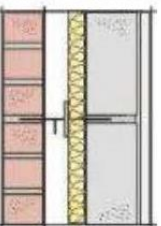
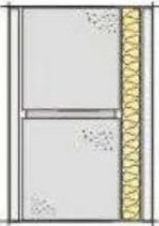
<p>Цегляна стіна коефіцієнт тепло- провідності $U = 2,1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$</p> 	<p>350 мм кам'яна-цегляна стіна $U = 1,7 \text{ Вт/м}\cdot\text{K}$</p> 	<p>Стіна з порожниною $U = 1,8 \text{ W/m}\cdot\text{K}$</p> 	
<p>1972 р. $U = 1,7 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ лицьова цегла 103 мм 50 мм чиста порожнина блок 100 мм будь яка штукатурка</p> 	<p>1980 р. $U = 1,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ лицьова цегла 103 мм 50 мм чиста порожнина 100 мм полегшений блок будь яка штукатурка</p> 	<p>1985 р. $U = 0,6 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ лицьова цегла 103 мм 50 мм чиста порожнина 125 мм полегшений блок будь яка штукатурка</p> 	<p>1990 р. $U = 0,45 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ лицьова цегла 103 мм ізоляція порожнини 50 мм 125 мм полегшений блок будь яка штукатурка</p> 
<p>Коефіцієнт $U = 0,3 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ (приблизно)</p>			
<p>Чиста порожнина лицьова цегла 103 мм 50 мм чиста порожнина газоблок 115 мм термодоска 40 мм будь який гіпсовий фініш</p> 	<p>Заповнена порожнина лицьова цегла 103 мм 75 мм порожнисті плити газоблок 115 мм будь який гіпсовий фініш</p> 	<p>Часткова порожнина лицьова цегла 103 мм 30-50 мм чиста порожнина порожнисті плити 50 мм газоблок 125 мм будь який гіпсовий фініш</p> 	<p>Без порожнини штукатурка 15 мм газоблок 215 мм термодоска 15 мм будь який гіпсовий фініш</p> 

Рис. 8.1. Поступове збільшення теплозахисту стін в Європі

8.4. Огляд особливостей сучасних огорожувальних конструкцій, що забезпечують енергоефективність зовнішніх стін

Правильний вибір теплоізоляційного матеріалу – це фундамент енергоефективного будівництва. Від його властивостей безпосередньо залежить, наскільки добре будівля утримуватиме тепло та скільки енергії буде витрачено на опалення.

Серед популярних теплоізоляційних матеріалів виділяються мінеральна вата та скловата. Вони відрізняються низькою теплопровідністю, високою

паропроникністю, що дозволяє стінам «дихати», а також мають хороші показники міцності та вогнестійкості.

Однак, на вітчизняному ринку широко застосовується пінополістирол. Хоча він і є ефективним теплоізолятором, його горючість та недостатня стійкість до перепадів температур є суттєвими недоліками.

Енергоефективна будівля повинна мати рішення, які зменшують витрати енергії на забезпечують мікроклімату в приміщенні [33].

Огороджувальна конструкція будинку (стіни, стеля, вікна та двері) виконує роль фільтра між внутрішніми та зовнішніми умовами, що дозволяє контролювати споживання повітря, тепла та світла [18]. Функції огороджувальної конструкції в тому, щоб до мінімуму звести витрати тепла взимку та надходження тепла влітку.

При застосуванні енергоефективних огороджувальних конструкцій можливо знизити втрати теплової енергії до 40-50%.

Енергоспоживання будинку залежить від того, як і з чого виготовлені стіни, вікна, дах, підлога та двері. Важливу роль у визначенні теплових характеристик, відіграють характеристики матеріалів, що в них використовуються, а це в свою чергу дозволяє регулювати теплові втрати та теплонадходження у будинку [33].

Характеристики будівельних матеріалів, а також їх розташування в будівлі впливають на теплові та інертні характеристики зовнішніх стін. Тому стіни для мінімізації втрат тепла повинні бути добре ізольовані масивними плитами з високою теплоакumulюючою здатністю.

Збільшення теплоізоляційних характеристик стін за рахунок їх великої товщини не завжди можливо, тому треба застосовувати конструктивні рішення, а саме утеплення стін матеріалами на основі мінерального волокна та виробу з пінополістиролу.

Вид теплоізоляційного шару впливає на енергетичні властивості споруди, тому підходити до вибору теплоізоляції треба дуже ретельно. Найбільш підходящими матеріалами для теплоізоляції є виробу з мінеральної вати або скляного волокна. Такі матеріали мають низьку теплопровідність, високу

паропроникність, достатню міцність, необхідні протипожежні властивості та довговічність.

В Україні для теплоізоляції також широке застосування має і У той же час, у вітчизняній практиці найбільш широко застосовують у названих системах пінополістирол. Він дуже ефективно слугує в якості теплоізолятора але горючий (група горючості Г1) і дуже нестійкий до циклічних кліматичних впливів.

Увагу треба також приділяти вибору кріплення теплоізоляції до стін будинку. Тип кріплення залежить від поверхні огороджувальної конструкції будинка (стіни) і може бути виконаний за рахунок клеєння, дюбелів або комбінації клеєння та застосування дюбелів. Вибір типу кріплення обумовлюється вимогами забезпечення надійності експлуатації будинку.

Ключовим фактором також є теплова надійність стін, яку треба обґрунтовувати розрахунками.

На теплову надійність впливають різні фактори, а саме матеріал стіни, товщина стіни, тип її конструкції, герметичність швів, кліматичні та експлуатаційні умови.

Здатність матеріалу стіну передавати тепло характеризується коефіцієнтом теплопровідності, Чим він більший тим швидше матеріал проводить тепло. Внаслідок чого цей матеріал не дуже підходить для теплоізоляції стіни. І навпаки, чим менший коефіцієнт теплопровідності тим більше матеріал підходить для теплоізоляції.

На теплову надійність впливає і товщина стіни. При збільшенні товщини стіни теплоізоляція покращується.

На теперішній час застосовуються такі конструкції стіни:

- монолітні стіни;
- каркасні стіни;
- одношарові стіни.
- двошарові та багатошарові стіни;
- стіни з теплоізоляційним шаром;
- сендвіч-панелі;

- фасадні термопанелі.

Одношарові стіни практично не використовуються без додаткової теплоізоляції;

Властивість стіни утримувати тепло забезпечується герметичністю утеплювача.

Випаровуванню вологи сприяє вентиляція теплоізолятора. В умовах, коли на будинок діють значні коливання температури та вологості, дуже важливо враховувати вентиляцію утеплювача.

При розрахунках товщини утеплювача враховують такі зовнішні фактори, як температура зони та кліматичні умови [34, 35, 36]. Для різних температурних зон є різні мінімально допустимі значення приведенного опору теплопередачі R_{qmin} . Для Дніпропетровська області $R_{qmin} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$. Інколи значення R_{qmin} може зменшуватись до рівня 80 % від табличних значень. Для нашої області треба застосовувати ізоляційні матеріали з меншою теплопровідністю. За рахунок цього тепло як найбільше зберігається в приміщенні та забезпечується ефективна теплоізоляцію.

При проектуванні промислових будівель треба враховувати їх призначення та умови експлуатації. Температура всередині промислової споруди залежить від її технологічного обладнання, експлуатація якого підвищує температуру і впливає на теплову надійність стін.

Теплова надійність будинку суттєво залежить від наявності вікон та дверей, бо вони відкривають шляхи виходу тепла. Тому ущільнення вікон і дверей також дуже важливе.

Як бачимо на теплову надійність стін впливає багато факторів, тому їх вплив потрібно враховувати комплексним підходом та вибирати відповідні матеріали.

Застосовується три основних види утеплення будинків:

- ***Утеплення зовні*** - найкращий варіант утеплення стін будівлі, бо точка роси, як і зона замерзання розташовані всередині цього утеплювача і стіни завжди «в стані тепла». Утеплення зовнішніх стін з зовнішньої сторони – це процес

додавання теплоізоляційних матеріалів на зовнішню поверхню будівлі, з метою збільшити теплоізоляційні характеристики та зменшити втрати тепла через стіни.

- *Утеплення зсередини* – є найгіршим варіантом. Воно використовується тоді, коли не можна змінювати зовнішні стіни історичних будівель. При внутрішньому утепленні внутрішньої стіни зона замерзання і точка роси перетинають стіну, результатом чого є прискорена деградація матеріалів стіни.

- *Утеплення стін з обох боків (подвійне утеплення)* – марний спосіб, тому що точка роси розташовується у центрі, як у неутепленої стіни, за однакових матеріалів утеплення.

Найчастіше для стін зовні застосовується мінеральна вата і пінопласт.

8.5. Питання оцінки теплової надійності та довговічності енергоефективних огорожувальних конструкцій

В літературі по різному тлумачать поняття надійності. Надійними називають речі, якщо вони відповідають певним очікуванням, а ненадійними – якщо вони не відповідають певним очікуванням. Взагалі «надійність» розглядається можна розуміти як безвідмовність виконання проектних дій [37].

Якщо розглядати надійність в якості комплексної властивості об'єкта, то можливо виділити такі елементи, як безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та збережуваність. Можливе також поєднання цих властивостей [38].

Для будівельних об'єктів головними складовими є безвідмовність і довговічність. Ремонтпридатність та збережуваність мають підпорядковане значення.

Коли ми розглядаємо безвідмовність будівельних конструкцій, то під відмовою розуміємо подію, що спричиняє порушення працездатності об'єкта [39].

Тому безвідмовність будівельних конструкцій можливо визначити, як їх здатність зберігати задані якості, потрібні при експлуатації об'єкта. Під цим ми розуміємо здатність конструкції не переходити у стани відмови на протязі усього терміну експлуатації.

Надійність об'єкта повинна забезпечувати його працездатність тільки протягом певного часу. Також надійність має додаткову характеристику ймовірного характеру, що обумовлює забезпечення потрібного результату без гарантії його досягнення. Тому для оцінки надійності, так як вона є ймовірністю, можливо використовувати статистичні характеристики.

Важливим параметром енергоефективності промислової споруди є його теплова надійність. Під цим ми розуміємо, що споруда не може надійно експлуатуватися, якщо теплоізоляція її огорожувальних конструкцій ненадійна.

Методи оцінювання параметрів теплової надійності основані на принципі знаходження граничних станів і критеріїв теплової відмови [40].

Дослідженнями різних авторів встановлені такі типи теплових відмов [41,42] :

- 1 - проектні або конструкційні;
- 2 - технологічні або виробничі
- 3 - експлуатаційні або відмови через неправильне поводження;
- 4 - концептуальні або системні).

Проектні відмови пов'язані з недостатнім обґрунтуванням теплоізоляції, технологічні – з недосконалістю виготовлення і монтажу конструкцій, експлуатаційні – зі зниженням потужності системи опалення, а концептуальні – з недосконалістю нормативної бази.

8.6. Теоретичне визначення строків заміни огорожувальних конструкцій і на основі цього планування їх капітального ремонту

Якщо враховувати нормативні вимоги енергозбереження [18,34,43], то умови забезпечення показника теплового опору стін будинку будуть виконуватися,

якщо використовувати утеплювачі. Існує багато видів утеплювачів, Проте, їх довговічність в кліматичних умовах України вивчена недостатньо [35]. Це призвело до того, що немає реальних даних про терміни міжкапітальних ремонтів. Відсутні також і затверджені методики випробувань на стійкість утеплювачів до різних експлуатаційних впливів.

Будівельний досвід свідчить про те, що найменш вивченим є питання довговічності шару теплоізоляційного матеріалу в багатошаровому зовнішньому огороженні. Також недостатньо вивчені теплофізичні властивості теплоізоляційних матеріалів в процесі експлуатації, Це призводить до того, що у ефективних утеплювачів відсутні встановлені нормативні терміни служби, які враховують конкретних кліматичних умов та задані режими експлуатації.

Іноземні фірми також практично не публікують відомості щодо випробувань довговічності систем утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій. Їх рекламна документація не містить відомостей про результати коректного визначення змін властивостей теплоізоляційних матеріалів при експлуатації будівель [40].

Найбільш повно натурні теплофізичні дослідження зовнішніх стін будинків були виконані у Центрально-українському національному технічному університеті м. Кропивницький під керівництвом професора кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва професора, доктора технічних наук Віктора Антоновича Пашинського [44 - 51]. Використовуючи ці матеріали проводимо дослідження і розрахунок забезпечення теплової надійності зовнішніх стін.

Метлю досліджень - визначення фактичної величини приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін.

Дослідження проводились згідно з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.6-101:2010 (ГОСТ 26254-84).

Для досліджень використовувалася апаратура:

- IRTIS-200 (комп'ютерний термограф портативний),
- ИПП-2 (вимірювач щільності теплового потоку),

- ТК-5М (електронний термометр).

У таблиці 8.1. наведені результати досліджень, які визначають чисельні значення фактичних параметрів теплозахисту обстежених торцевих зовнішніх стін.

Табл. 8.1

Результати визначення чисельних значень фактичних параметрів теплозахисту обстежених торцевих зовнішніх стін

№ п/п	Рік побудови будівлі	Тип стіни, товщина, мм	$R_{0(\text{розр})}^{\text{пр}}$ $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°К}}{\text{Вт}}$	$R_{0(\text{факт})}^{\text{пр}}$ $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°К}}{\text{Вт}}$
1	1996	цегла, $\delta = 770$	1,14	1,1
2	2002	дрібноблокові, пінопласт, $\delta = 600, \delta_{\text{п}} = 100$	2,8	1,2
3	2002	крупнопанельні, пінопласт, $\delta = 380, \delta_{\text{п}} = 150$	2,25	1,25
4	2004	крупноблокові, $\delta = 700,$	1,36	1,05
5	2000	крупнопанельні, мін. вата, $\delta = 240, \delta_{\text{п}} = 100$	3,4	1,1
6	1994	дерев'яно-щитові, $\delta = 150$	1,32	1,26
7	1994	дерев'яно-щитові, мін. вата, $\delta = 150, \delta_{\text{п}} = 100$	2,5	1,2

Аналіз результатів натурних досліджень, наведених у табл.8.1 і проведених для будівель, побудованих у 1994 – 2004 роках, свідчить про те, що основна причина того, що не збігаються фактичні і розрахункові показники теплозахисту, пов'язана зі значним зниженням теплоізоляційних властивостей утеплювача в процесі експлуатації будівель.

Для виявлення динаміки, яка показує зниження теплозахисних властивостей зовнішніх стін з ефективним утеплювачем (пінополістирольний утеплювач, $\delta = 380$ мм, $\delta_{\text{п}} = 150$ мм), досліджені теплофізичні

характеристики багатошарових стінових панелей будівель ($R_{0(\text{розр})}^{\text{max}} = 3,7 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°К}}{\text{Вт}}$, $R_{0(\text{факт})}^{\text{пр}} = 2,25 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°К}}{\text{Вт}}$) однотипного конструктивного рішення, але які побудовані в різні роки: 2 роки експлуатації, 4 роки, 6, 8, 10, 13 та 16 років.

Результати досліджень наведено в табл. 8.2 .

Табл. 8.2

Результати визначення чисельних значень фактичних параметрів теплозахисту обстежених стінових панелей

№ п/п	Рік побудови будівлі	Кількість років експлуатації на момент дослідження	$R_{0(\text{розр})}^{\text{пр}}$ $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°К}}{\text{Вт}}$	$R_{0(\text{факт})}^{\text{пр}}$ $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°К}}{\text{Вт}}$
1	2000	16	1,7	1,1
2	2003	13	2,2	1,12
3	2005	10	2,7	1,15
4	2006	8	3,2	1,18
5	2008	6	3,3	1,28
6	2009	4	3,4	1,45
7	2012	2	3,6	1,75

Аналізуючи результати тепловізійної діагностики можна зробити висновок про те, що для зовнішніх стін, побудованих згідно нормативним вимогам до теплозахисту, незбіг розрахункових і отриманих величин приведенного опору теплопередачі, скоріш за все обумовлений помилковим нормуванням значень коефіцієнтів теплопровідності утеплювачів. Це підтверджується тим, що нормативна величина коефіцієнта теплопровідності утеплювача в 1,5 ... 2 рази менше, ніж фактична.

Спираючись на результати дослідження, проведені під керівництвом професора, доктора технічних наук Віктора Антоновича Пашинського

[44 - 51], побудовано графік зниження теплового захисту зовнішніх стін з пінополістирольним утеплювачем за 16 років експлуатації будівлі, який наведено на рис. 8.2.

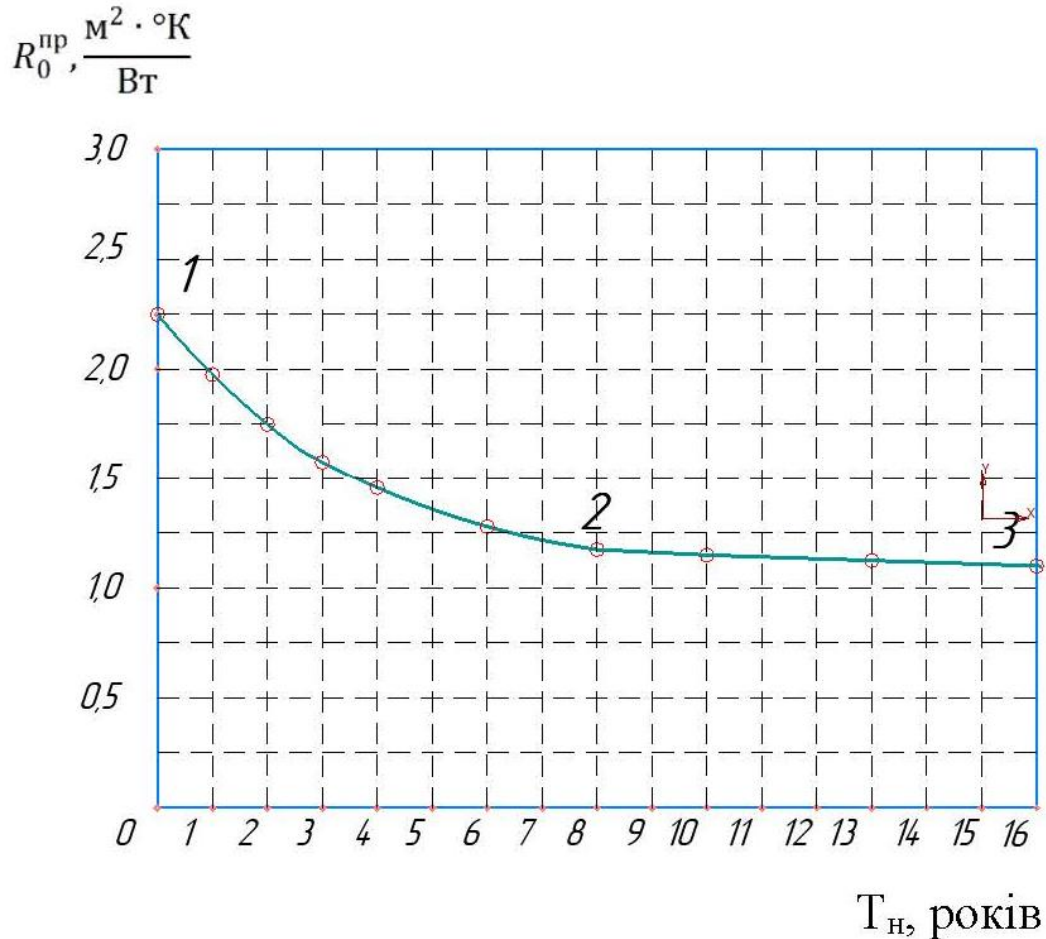


Рис. 8.2. Зниження теплового захисту зовнішніх стін з пінополістирольним утеплювачем за 16 років експлуатації

Аналізуючи графік, наведений на рис.8.2, можна встановити, що теплозахисні властивості будівлі стрімко знижуються в перші 8 років експлуатації. Цей відрізок графіку можливо апроксимувати експоненціальною залежністю:

$$R_0^{np}(T_n) = R_{0(\text{розр})}^{np} \cdot e^{P_1 \cdot T_n}, \quad 0 \leq T_n \leq 8, \quad (\text{крива 1-2}). \quad (8.1)$$

За другі 8 років (з 9 по 16 рік) теплозахисні властивості знижуються не так стрімко. Відрізок 2-3 графіку (з 9 по 16 рік) достатньо точно можливо апроксимувати лінійною залежністю:

$$R_0^{np}(T_n) = -a \cdot T_n + b, \quad T_n > 8, \quad (\text{крива 2-3}). \quad (8.2)$$

Виконаємо розрахунок сталого коефіцієнту P_1 , який входить в залежність (8.1):

$$e^{P_1 \cdot T_H} = \frac{R_0^{\text{пп}}(T_H)}{R_{0(\text{розр})}^{\text{пп}}},$$

$$\ln \left(\frac{R_0^{\text{пп}}(T_H)}{R_{0(\text{розр})}^{\text{пп}}} \right) = P_1 \cdot T_H,$$

$$P_1 = \frac{1}{T_H} \cdot \ln \left(\frac{R_0^{\text{пп}}(T_H)}{R_{0(\text{розр})}^{\text{пп}}} \right),$$

$$P_1 = \frac{1}{1} \cdot \ln \left(\frac{2}{2,25} \right) = \frac{1}{1} \cdot \ln (0,8889) = -0,1,$$

$$P_1 = -0,1.$$

Розраховуємо сталі коефіцієнти a і b залежності (8.2). Для цього розв'язуємо систему:

$$\text{для } T_H = 13 \text{ рік } R_0^{\text{пп}}(T_H) = 1,16,$$

$$\text{для } T_H = 16 \text{ рік } R_0^{\text{пп}}(T_H) = 1,1,$$

$$\begin{cases} 1,16 = -a \cdot 13 + b \\ 1,10 = -a \cdot 16 + b' \end{cases}$$

$$-0,06 = -a \cdot 3$$

$$a = 0,06 \cdot 3 = 0,02$$

$$b = 1,16 = a \cdot 13 = 1,16 + 0,02 \cdot 13 = 1,42$$

Похибка апроксимації розрахованих функціональних залежностей не перевищує $\mp 10\%$.

Отже с достатньою точністю для зовнішніх стін зменшення теплового захисту можливо представити у вигляді функції:

$$R_0^{\text{пп}}(T_H) = \begin{cases} R_{0(\text{розр})}^{\text{пп}} \cdot e^{-0,1 \cdot T_H} & 0 \leq T_H \leq 8; \\ -0,02 \cdot T_H + 1,42, & T_H > 8. \end{cases}$$

8.7. Висновки

Дослідження, виконані в даній роботі, дозволили вирішити наступні наукові задачі:

- зробити аналіз особливостей сучасних огорожувальних конструкцій, що забезпечують енергоефективність зовнішніх стін;- обґрунтувати необхідність оцінки теплової надійності та довговічності енергоефективних огорожувальних конструкцій;

- теоретично визначити терміни заміни огорожувальних конструкцій і на основі цього обґрунтувати планування їх капітального ремонту.

В результаті досліджень:

1.Встановлено, що енергоефективні огорожувальні конструкції сприяють зниженню втрат теплової енергії до 40-50%.

2.Показано, що поряд з теплоефективністю, теплова надійність стін також є одним з ключових аспектів, який потрібно враховувати під час проектування та будівництва будівлі

3.Доведено, що теплова надійність огорожувальних конструкцій є обов'язковою характеристикою енергоефективності будівлі – будівля не може бути ефективною в експлуатації при ненадійній теплоізоляції огорожувальних конструкцій. В основу методів оцінювання показників теплової надійності огорожувальних конструкцій треба закладати принцип визначення розрахункових граничних станів з встановленням критеріїв теплової відмови.

4.Обґрунтовано типи відмов за тепловими режимами огорожувальних конструкцій будівель та причинами и їх виникнення, а саме:

- проектні (конструкційні);
- технологічні (виробничі)
- експлуатаційні (відмови через неправильне поводження)
- концептуальні (системні)

5.Проведені визначення чисельних значень фактичних параметрів теплозахисту обстежених торцевих зовнішніх стін методом теплової діагностики.

6. Аналіз отриманих результатів тепловізійної діагностики показав, що невідповідність проектних (розрахункових) і фактичних величин приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін, побудованих з урахуванням існуючих нормативних вимог до теплозахисту, швидше за все, пов'язано з помилковим нормуванням значень коефіцієнтів теплопровідності утеплювачів. Як правило, при проектуванні зовнішніх стін приймається величина коефіцієнта теплопровідності утеплювача в 1,5 ... 2 рази менше, ніж фактична.

7. Встановлено, що зниження теплозахисних властивостей в перші 8 років експлуатації будівлі відбувається досить швидко за експериментально визначеною експоненціальною функціональною залежністю:

$$R_0^{\text{pp}}(T_{\text{H}}) = R_{0(\text{розр})}^{\text{pp}} \cdot e^{P_1 \cdot T_{\text{H}}}, \quad 0 \leq T_{\text{H}} \leq 8,$$

Після 8 років експлуатації зовнішніх стін зниження теплозахисних властивостей з достатньою достовірністю описується лінійною функціональною залежністю:

$$R_0^{\text{pp}}(T_{\text{H}}) = -a \cdot T_{\text{H}} + b, \quad T_{\text{H}} > 8,$$

Похибка отриманих експериментальних функцій не перевищує $\mp 10\%$.

8. Розрахункове настання строку капітальних ремонтів утеплювачів зовнішніх стін будівель лежать в межах 20-30 років. Даний термін необхідно розраховувати при проектуванні будівлі і потім обов'язково уточнювати по натурним тепловізійним дослідженням. В подальшому для оцінка і забезпечення теплової надійності та енергоефективності зовнішніх стін треба уточнювати параметри теплоізоляційних матеріалів та вдосконалювати методи тепловізійних досліджень.

Перелік використаної літератури

1. Закон України від 22.06.2017 року №2118-VIII «Про енергетичну ефективність будівель».
2. Шість кроків до енергоефективності будівель в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotown.com.ua/news/SHist-kroktiv-do-enerhoefektyvnosti-budivel-v-Ukrayini/>.
3. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – К.: Мінрегіонбуд України, 2015. – 140с.
4. Кошлак Г.В. Методи аналізу енергоефективності будівель: методичні вказівки до практичних занять.- Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2020.-32 с.
5. ДСТУ-НБВ.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі БУДІВЕЛЬНА КЛІМАТОЛОГІЯ», Київ, Мінрегіонбуд України, 2011.-122 с.
6. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель», Київ, Мінрегіонбуд України, 2017.- 30с.
7. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування», Київ, Мінбуд України, 2006. – 75с.
8. ДБН.2.1-1-2008 «Інженерні вишикування для будівництва», Київ, Мінрегіонбуд України, 2008. – 72 с.
9. ДСТУ Б В.2.6-145.2010 «Захист бетонних та залізобетонних конструкцій від корозії», Київ, Мінрегіонбуд України, 2010. – 51 с.
10. ДСТУ Б В.2.6 – 193:2013 «Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування», Київ, Мінрегіонбуд України, 2013. – 45с.
11. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27: 2010. – Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).

12.ДБН В.1.1-24-2009 «Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення», Київ, Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 55 с.

13. ДБН В.1.1-12-2014 «Будівництво у сейсмічних районах України», Київ, Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. – 110 с.

14.НАПБ Б03.002-2007 «Норми визначення категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», Київ, Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки (УкрНДІПБ) МНС України, 2007. – 27 с. Затверджено наказом МНС України від 03.12.2007 № 833.

15. Нове будівництво вакуум-насосної станції для потреб виробництва на земельній ділянці з місцем розташування: Дніпропетровська область, м.Кривий Ріг, Інгулецький район. Проект. Том1. Книга 1. ТОВ „НВП ПРАЙД”, 2022.

16. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій», Київ, Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 177 с.

17. ДБН Б.2.2-5:2011 «Благоустрій територій», Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 60 с.

18. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», Київ, Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 23 с.

19.Стальные подкрановые балки. Серия 1.426-1, ЦНИИпроектсталь-конструкция. Дата актуализации: 01.01.2021.

20.ДБН В.2.6-198.2014. Сталеві конструкції. Норми проектування, Київ, Мінрегіон України, 2014. – 198 с.

21. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Київ, Мінрегіонбуд України, 2009. -161 с.

22.Валовой О.І., Валовой М.О. Організація будівництва (Навч. посібн. з грифом МОН-МСУ Лист №1/11-12124 від 22.12.11), 2012. - 600с. ISBN 978-966-78309-60-1.

23. Валовой О.І., Валовой М.О. “Проектування та інженерні вишукування в будівництві” (видання друге доповнене та перероблене), 2018. – 365с.

24. Валовой О.І., Валовой М.О. “Технологія будівельного виробництва” (видання друге доповнене та перероблене), 2018. – 612с.

25. ДБН А.3.2-2.-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення». Київ, Мінрегіонбуд України, 2012. – 115 с.

26. ДСТУ-Н Б В. 2.1-28:2013 «Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів». Мінрегіонбуд України, 2013. – 128 с.

27. Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.modbs.co.uk/news/fullstory.php/aid/12062/Tracihg_the_continuing_development_of_Part_L.html

28. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. / К.Ф. Фокин – 1933 г. 1-издание. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1973. – 287 с.

29. Коефіцієнт теплопередачі «Еволюція вимог: виправлення» <https://slideplayer.com/slide/14002147/>

30. Директива 2002/91/ЄС Європейського парламенту та Ради від 16 грудня 2002 року про енергетичні показники будівлі Режим доступу: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0071:EN:PDF>

31. Директива (ЄС) 2018/2002 Європейського парламенту та Ради від 11 грудня 2018 р., що вносить поправки до Директиви 2012/27 / ЄС з енергоефективності. Режим доступу: https://eur-lexlex.europa.eu/lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.328.01.0210.01.ENG

32. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://j18blog.wordpress.com/>

33. Тухтамишева А.З., Адилова Д.А., Raimondas Bliudzius. Основы комплексного подхода к строительству энергоэффективных жилых домов // Сборник трудов XIV Miedzynarodowej naukowii-praktycznej konferencji, «Wykształcenie i nauka bez granic - 2018», Przemysł: Nauka i studia -132 s. - Польша, г. Варшава, 2018. - Vol. 13.-P. 9-24.

34. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція зданий. Метод вибору теплоізоляційного матеріала для утеплення зданий.

35. Карюк А.М. Теплова надійність стін житлових будівель у регіонах країни / А.М. Карюк // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: збірник наукових праць. Луцьк. - 2023. №19. С.140-144.

36. Температурні впливи на огорожувальні конструкції будівель (монографія) / В.А. Пашинский, Н.В. Пушкар, А.М. Карюк / Одеська державна академія будівництва та архітектури. – Одеса, 2012. – 180 с.

37. Чернишев Д.О. Науково-методологічний інструментарій організації будівництва на засадах біосферосумісності: дис. ... доктора техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / Д.О. Чернишев. – Дніпро, 2018. – 430 с.

38. Пичугин С.Ф. Надежность стальных конструкций производственных зданий: монография / С.Ф. Пичугин. – Полтава: ООО «АСМИ», 2009. – 452 с.

39. Реверчук Н.Й. Управління економічною безпекою підприємницьких структур: монографія / Н.Й. Реверчук. – Львів: ЛБІ НБУ, 2004. – 195 с.

40. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій. –К.: Гама-Принт, 2009. -216 с.

41. Фаренюк Г.Г. Теплова надійність огорожувальних конструкцій та енергоефективність будинків при новому будівництві та реконструкції./ Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня докт. техн. наук, 2009 р. – 39 с.

42. Фаренюк Г.Г. Методологічні аспекти забезпечення енергоефективності та теплової надійності будинків / Г.Г. Фаренюк // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. – Вып. 50, – Днепропетровск : ГВУЗ ПГАСА, 2009. – С. 593–597.

43. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні.

44. Пашинський В.А. Методика експериментальних досліджень теплової надійності стінових конструкцій / Пашинський В.А., Плотніков О.А. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : Збірник наукових праць – Рівне, 2012. – Вип. 24. – С. 371-376.

45. Температурні впливи на огорожувальні конструкції будівель (монографія). /В.А. Пашинський, Н.В. Пушкар, А.М. Карюк / – Одеса, 2012. –180 с.

46. Пашинський В.А., Фаренюк Г.Г. Оцінка імовірності виникнення теплових відмов конструкцій. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сборник научных трудов. Выпуск 56. – Днепропетровск: ДГАСА, 2010. – С. 305 – 310.

47. Пашинський В.А. Експериментальні дослідження теплового режиму стін житлових будинків / Пашинський В.А., Плотніков О.А. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : Збірник наукових праць.– Рівне, 2013. – Вип. 27. – С. 360-366.

48. Пашинський В.А. Методика експериментальних досліджень теплової надійності стінових конструкцій / Пашинський В.А., Плотніков О.А. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : Збірник наукових праць – Рівне, 2012. – Випуск 24. – С. 371-376.

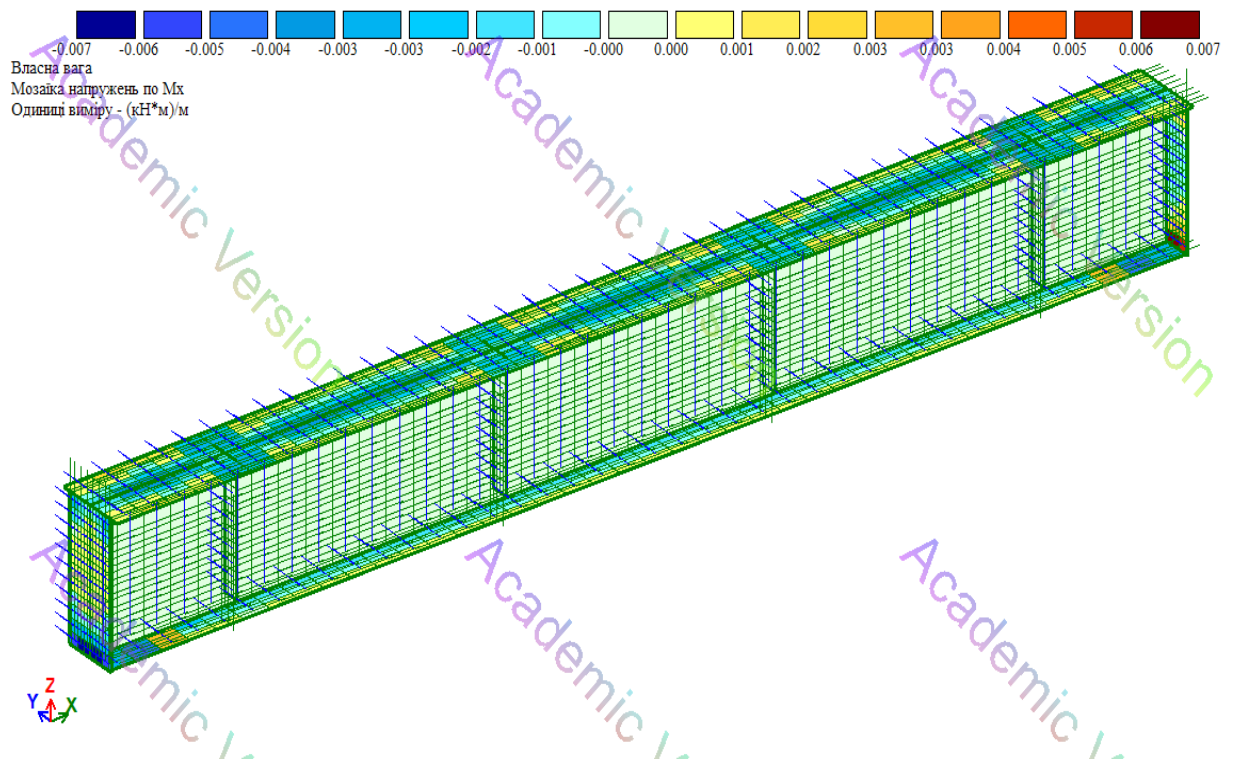
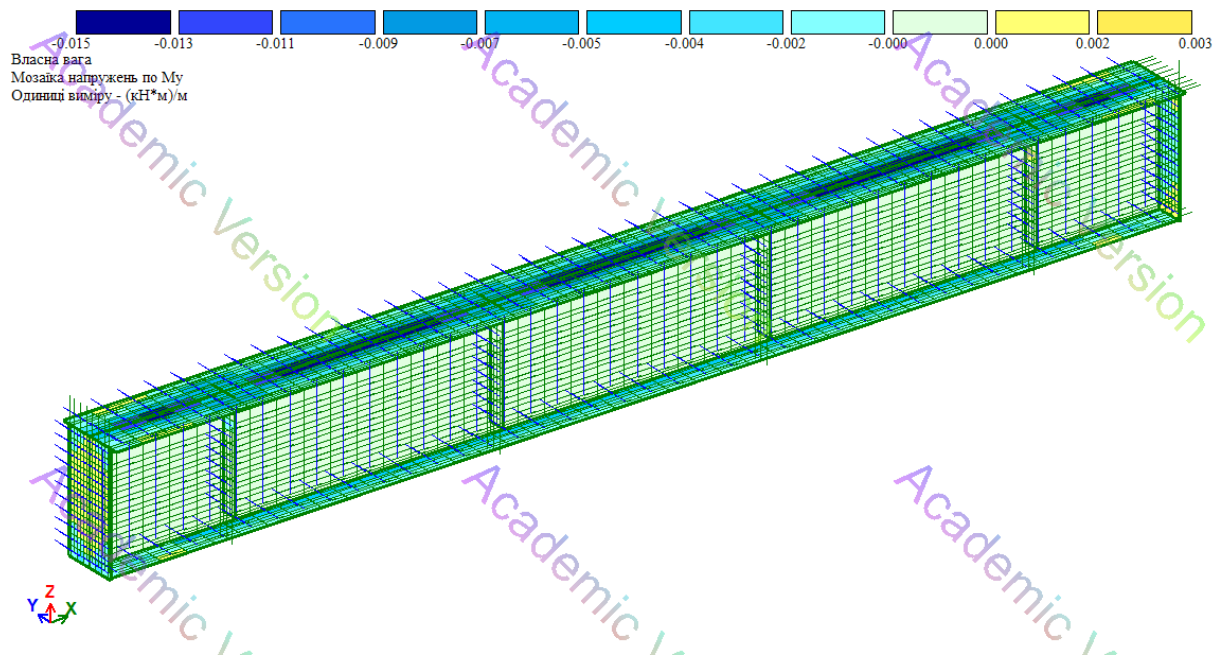
49. Методологія наукових досліджень. Основи теорії надійності будівель і споруд : Методичні вказівки до самостійної роботи студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" / уклад. В. А. Пашинський. - Кропивницький : ЦНТУ, 2018. - 50 с.

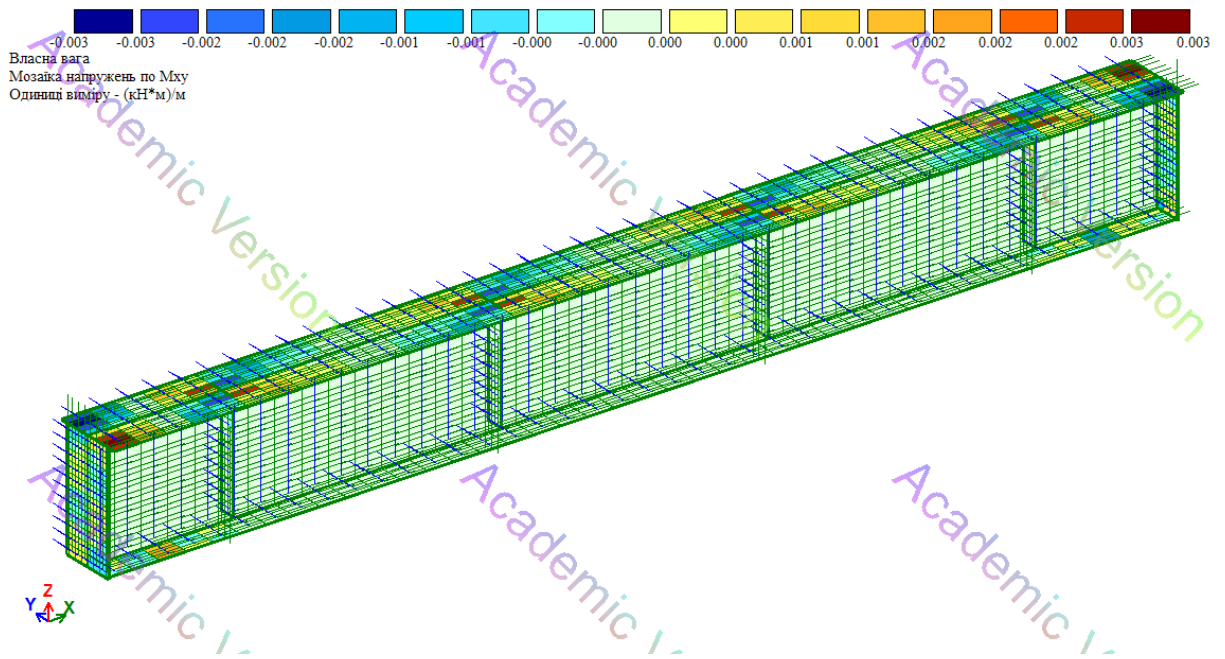
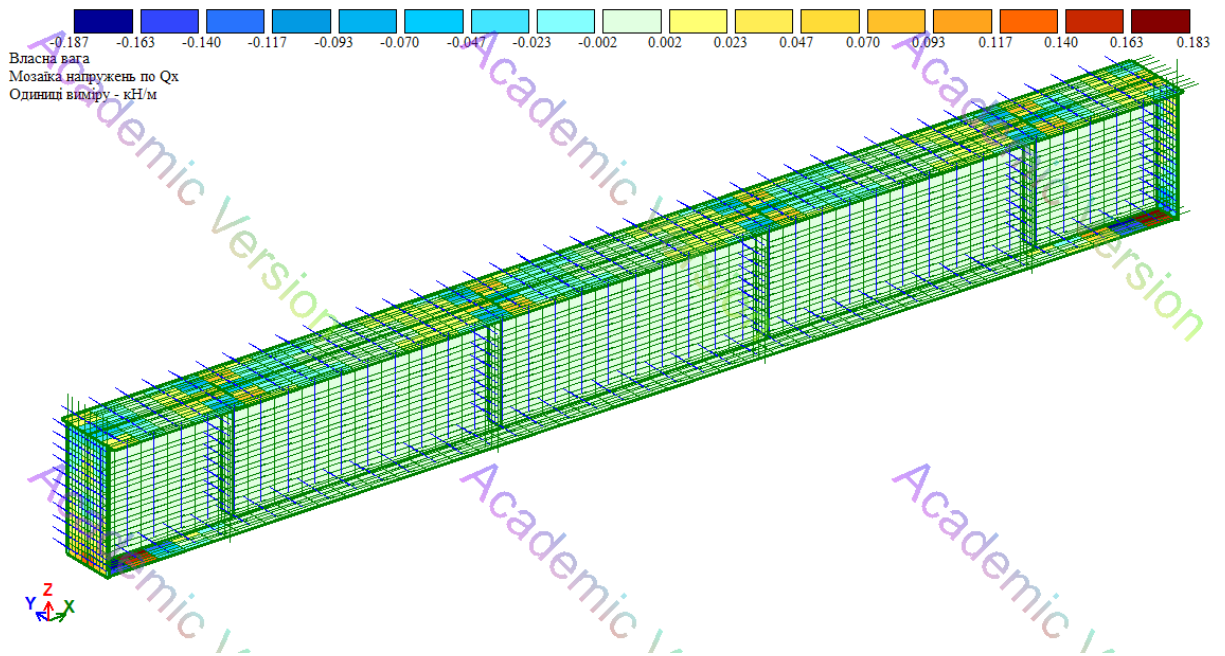
50. Основи теорії надійності будівель і споруд : метод. вказ. до самост. роб. студ. спец. 192 "Будівництво та цивільна інженерія" / уклад. В. А. Пашинський. - Кропивницький : ЦНТУ, 2018. - 50 с.

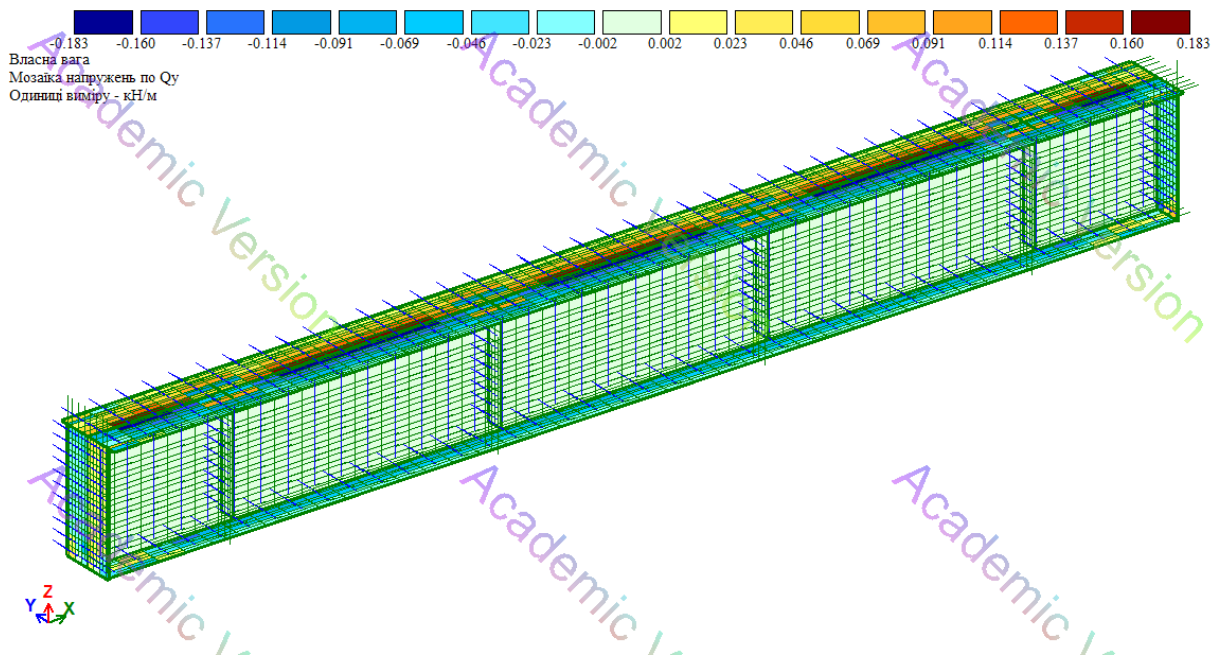
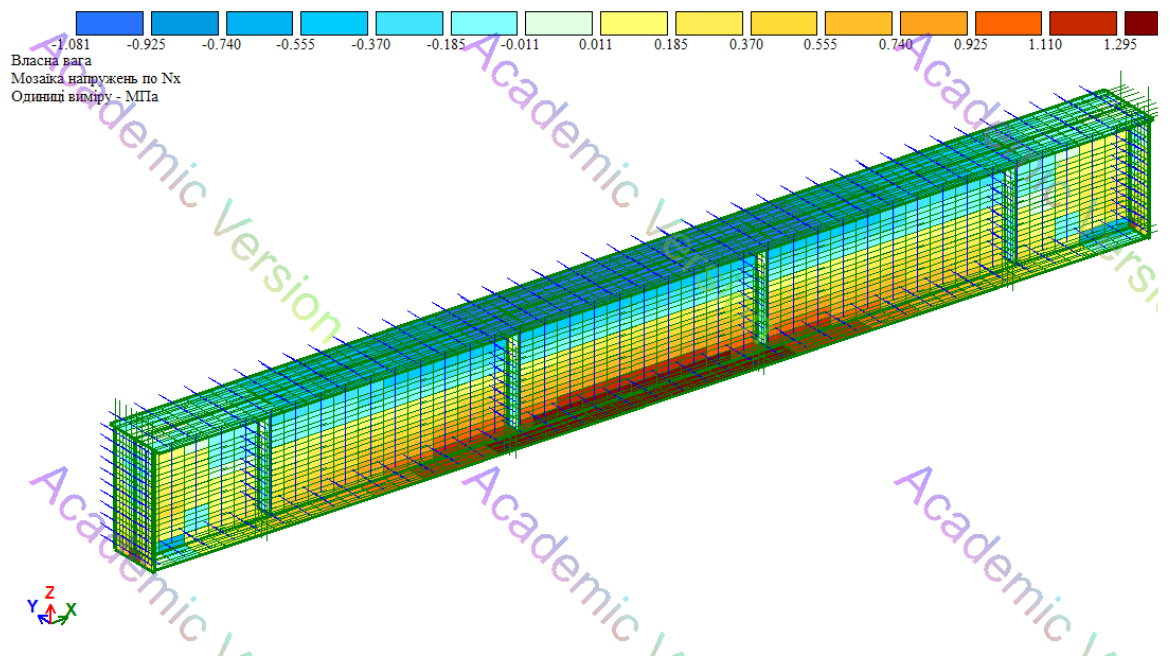
51. Пашинський В.А. Основи теорії надійності будівель і споруд. Навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей усіх форм навчання. – Кропивницький: ЦНТУ, 2016. – 155 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А Мозаїки напружень в балці рис.2.3-2.11

Рис. 2.3 Мозаїка напружень по M_x Рис. 2.4 Мозаїка напружень по M_y

Рис. 2.5 Мозаїка напружень по M_x Рис. 2.6 Мозаїка напружень по Q_x

Рис. 2.7 Мозаїка напружень по Q_y Рис. 2.8 Мозаїка напружень по N_x

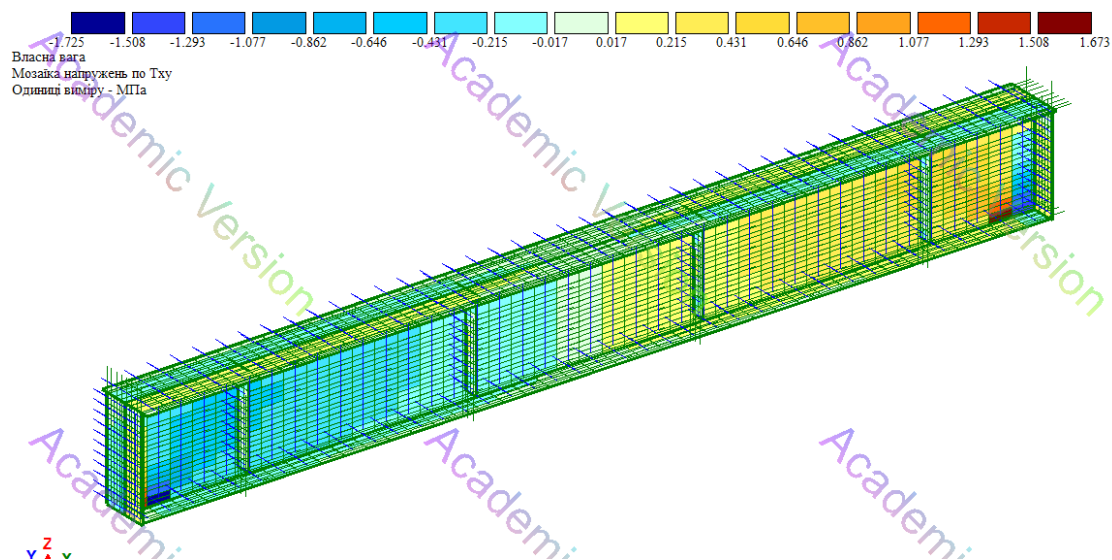


Рис. 2.9 Мозаїка напружень по тху

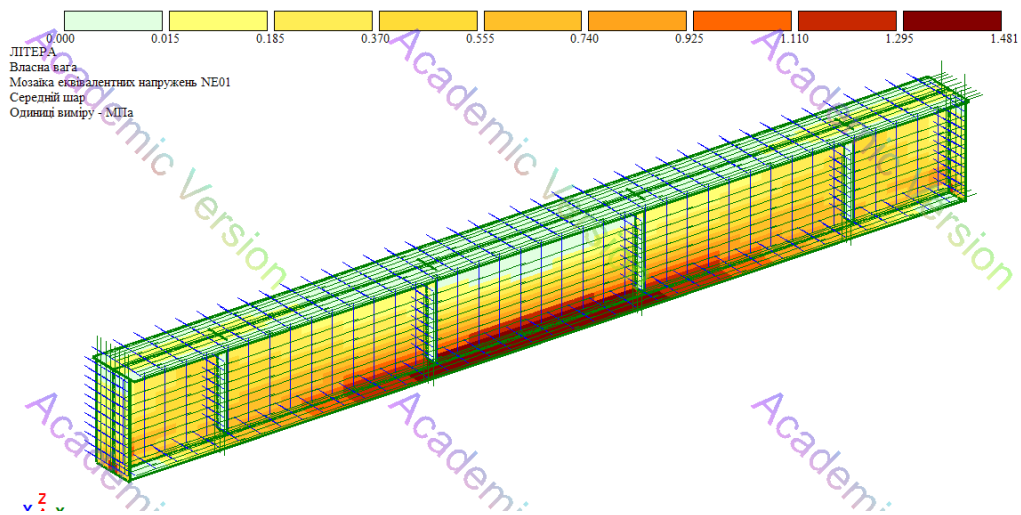


Рис. 2.10 Мозаїка еквівалентних напружень NE01

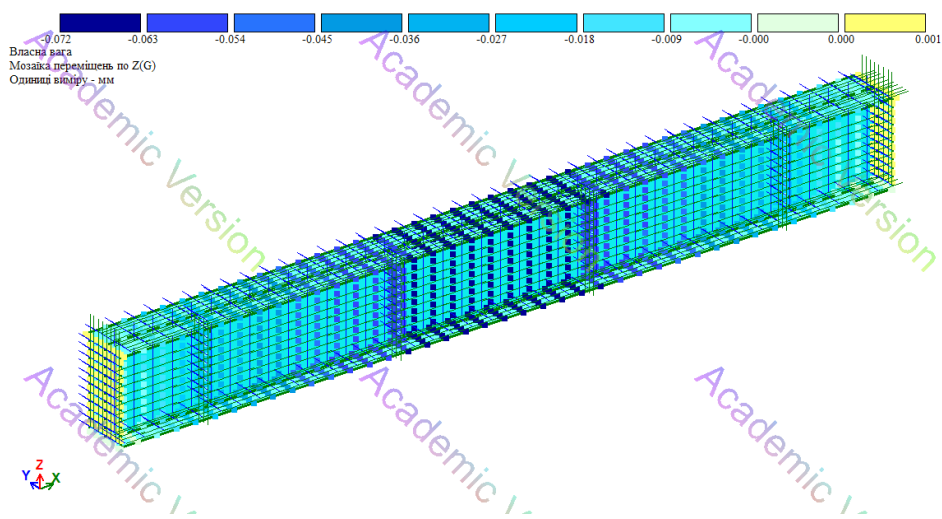


Рис. 2.11 Мозаїка переміщень по Z(G)

ДОДАТОК В Значення снігових навантажень табл. 2.5

Табл. 2.5

Значення снігових навантажень

Параметр	Значення	Одиниці виміру
Місцевість		
Характеристичне значення снігового навантаження	0,113	Т/м ²
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0	км
Будівля		
Висота будівлі Н	16,8	м
Ширина будівлі В	24	м
h	7,406	м
a	10	град
L	42	м
Неутеплена конструкція з підвищеним тепловиділенням	Нет	
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням g_{fm} □	1	
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням $g_{fm} = 0,256$	0,49	

Додаток С Вихідні дані для розрахунку вітер (навітрена сторона)

табл 2.6.

Табл. 2.6.

Вихідні дані для розрахунку вітер (навітрена сторона)

Вихідні дані		
Характеристичне значення вітрового тиску	0,045 Т/м ²	
Тип місцевості	III - приміські та промислові зони і протяжні лісові масиви	
Тип споруди	Однопролітні будівлі без ліхтарів	
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0 км	
Параметри		
Поверхня	Ліва стіна	
Крок сканування	0,9 м	
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням g_{fm}	1,14	
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням g_{fe}	0,21	
H	16,8	м
B	42	м
a	10	град
L	24	м
Висота (м)	Експлуатаційне значення (Т/м ²)	Граничне значення (Т/м ²)
0	0,007	0,037
0,9	0,007	0,037
1,8	0,007	0,037
2,7	0,007	0,037
3,6	0,007	0,037
4,5	0,007	0,037
5,4	0,007	0,038
6,3	0,007	0,04
7,2	0,008	0,042
8,1	0,008	0,044
9	0,009	0,047
9,9	0,009	0,049
10,8	0,009	0,05
11,7	0,009	0,052
12,6	0,01	0,053
13,5	0,01	0,054
14,4	0,01	0,055
15,3	0,01	0,057
16,2	0,011	0,058
16,8	0,011	0,059

Додаток D Вихідні дані для розрахунку вітер (підвітрена сторона)

табл. 2.7

Табл. 2.7.

Вихідні дані для розрахунку вітер (підвітрена сторона)

Висота (м)	Експлуатаційне значення (Т/м ²)	Граничне значення (Т/м ²)
0	-0,004	-0,024
0,9	-0,004	-0,024
1,8	-0,004	-0,024
2,7	-0,004	-0,024
3,6	-0,004	-0,024
4,5	-0,004	-0,024
5,4	-0,004	-0,024
6,3	-0,005	-0,026
7,2	-0,005	-0,027
8,1	-0,005	-0,029
9	-0,006	-0,03
9,9	-0,006	-0,031
10,8	-0,006	-0,032
11,7	-0,006	-0,033
12,6	-0,006	-0,034
13,5	-0,006	-0,035
14,4	-0,007	-0,036
15,3	-0,007	-0,036
16,2	-0,007	-0,037
16,8	-0,007	-0,038

**ДОДАТОК Е Розрахункові схеми для першого варіанту
ферми рис. 2.22-2-24**

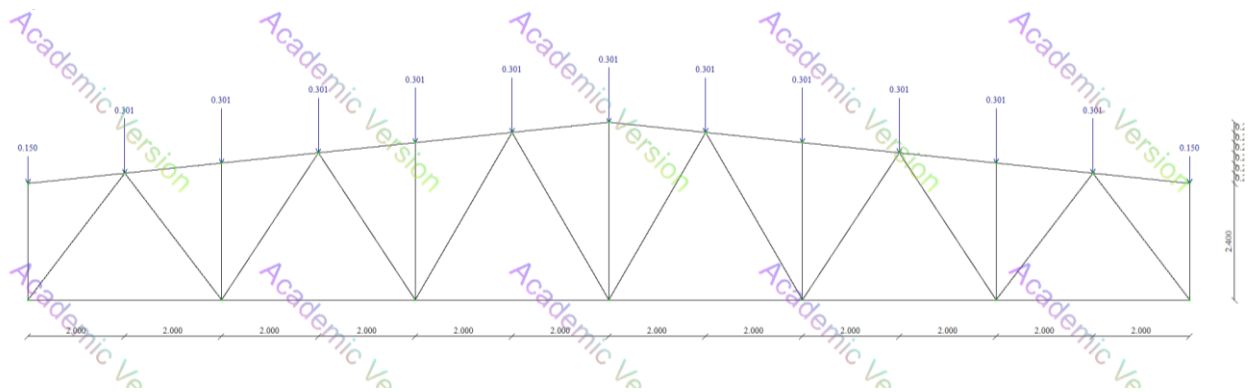


Рис. 2.22. Розрахункова схема ферми за першим навантаженням (вага покриття)

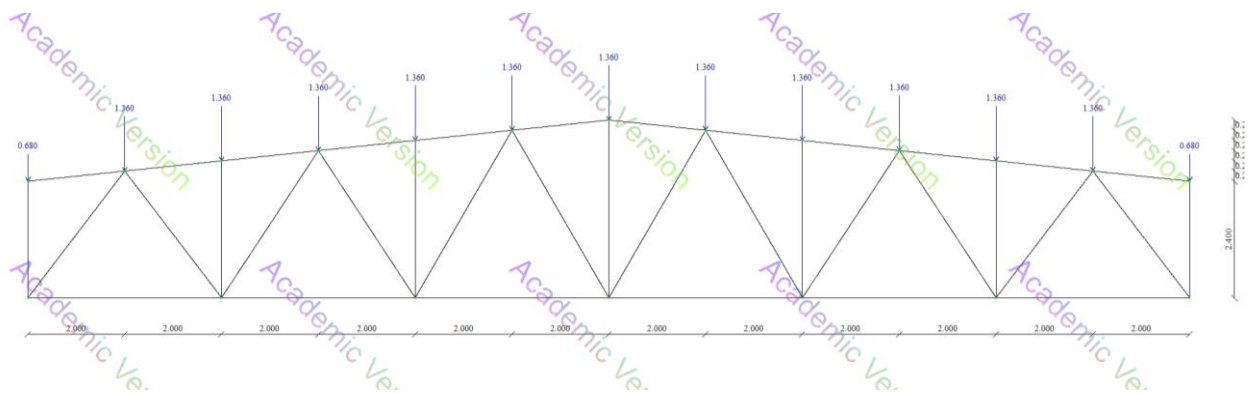


Рис. 2.23. Розрахункова схема ферми за третім завантаженням (снігове)

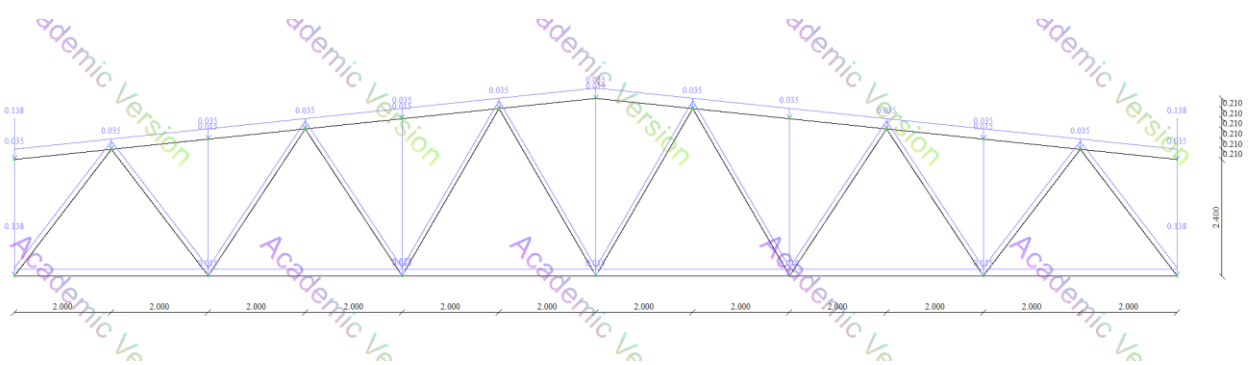


Рис. 2.24 Розрахункова схема ферми за чотирнадцятим завантаженням (власна вага)

**ДОДАТОК F Розрахункові схеми для другого варіанту
ферми рис. 2.35 – 2.37**

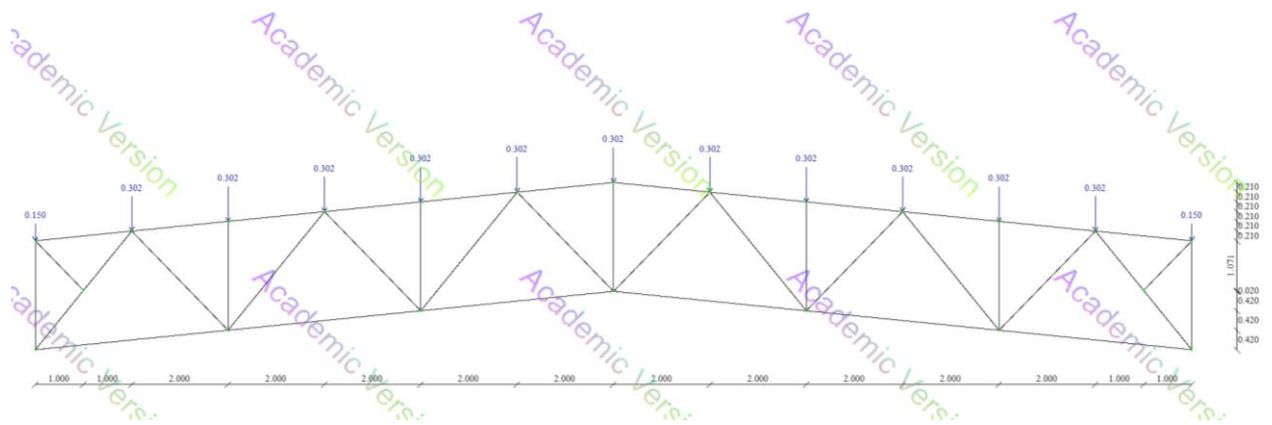


Рис. 2.35. Розрахункова схема ферми за першим навантаженням (вага покриття)

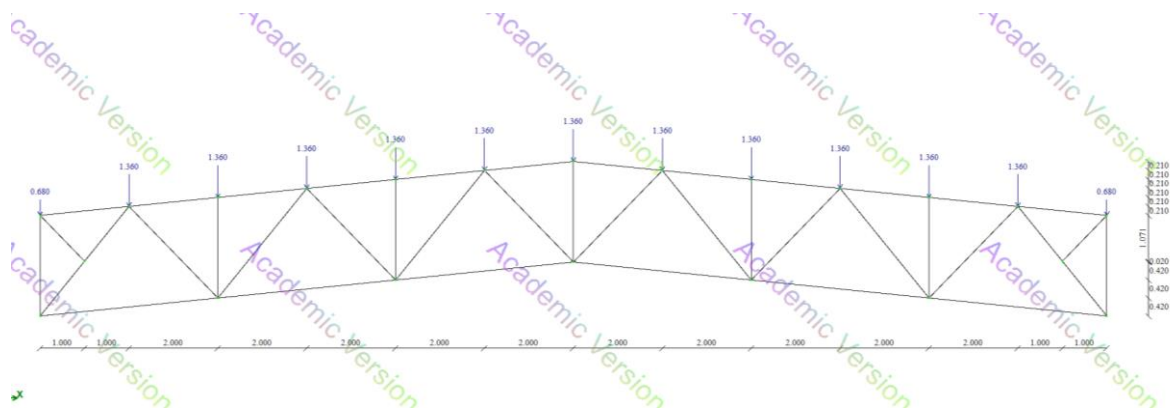


Рис. 2.36. Розрахункова схема ферми за третім завантаженням (снігове)

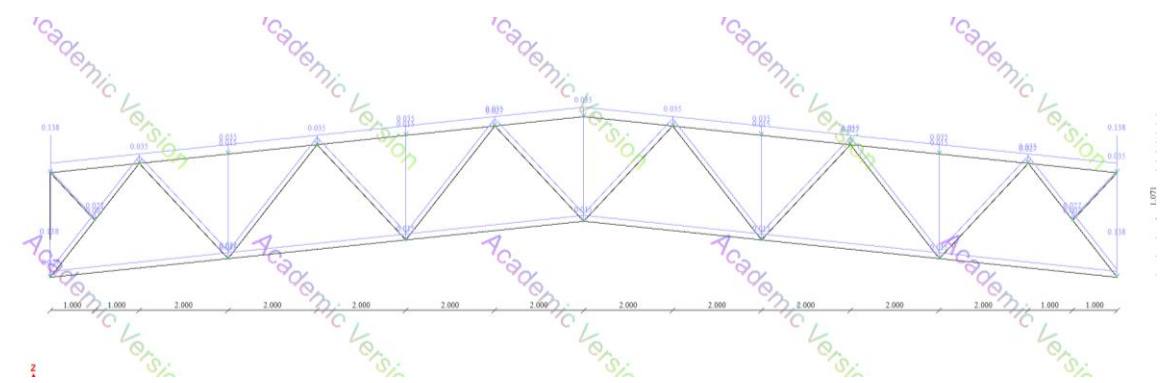


Рис. 2.37. Розрахункова схема ферми за чотирнадцятим завантаженням
(власна вага)

**ДОДАТОК G Специфікація елементів з розрахованим та підібраним
перерізом табл. 2.14**

Табл.2.14

Другий варіант. Специфікація елементів з розрахованим та підібраним перерізом

Профіль	Довжина	Маса, т	Площа	Перевірений профіль	1 ГС	2 ГС	МС	Δm, т	ΔSq	Підібраний профіль	1 ГС	2 ГС	МС	Δm, т	ΔSq
L90x7	3.25	0.031	1.147	L90x7 C245	69.9	38	87.1	0	0	L90x6 C245	80.8	83.7	78	-0.004	0
L90x90x7	1.465	0.014	0.517												
T15KT1	12.066	0.505	10.62	15KT1 C245	32.3	38	87.1	0	0	10KT* C245	97	70.4	70	-0.284	-3.616
T15KT1	12.066	0.505	10.62	15KT1 C245	23.7	38	0	0	0	10KT* C245	54.3	57.2	0	-0.284	-3.616
L90x7	2.93	0.028	1.034	L90x7 C245	38.8	35.2	0	0	0	L50x5 C245	99.3	63.9	0	-0.017	-0.459
L90x7	3.25	0.031	1.147	L90x7 C245	82.4	73	58.9	0	0	L90x6 C245	94.8	95.1	62	-0.004	0
L90x7	2.93	0.028	1.034	L90x7 C245	21.7	35.2	0	0	0	L35x4 C245	99.7	92	0	-0.022	-0.633
L90x7	3.25	0.031	1.147	L90x7 C245	35	65.2	58.9	0	0	L75x5 C245	75.7	95.1	61.2	-0.012	-0.193
L90x7	2.93	0.028	1.034	L90x7 C245	4.6	35.2	0	0	0	L35x4 C245	21	92	0	-0.022	-0.633
L90x7	2.93	0.028	1.034	L90x7 C245	4.6	35.2	0	0	0	L35x4 C245	21	92	0	-0.022	-0.633
T15KT1	12.066	0.505	10.62	15KT1 C245	32.3	38	87.1	0	0	10KT* C245	97	70.4	70	-0.284	-3.616
T15KT1	12.066	0.505	10.62	15KT1 C245	23.7	38	0	0	0	10KT* C245	54.3	57.2	0	-0.284	-3.616
2L80x80x6 C245	3.25	0.048	1.019	2L80x80x6 C245	35	65.2	58.9	0	0	2L 45x45x4 C245	75.7	95.1	61.2	-0.03	-0.446
L90x7	2.93	0.028	1.034	L90x7 C245	21.7	35.2	0	0	0	L35x4 C245	99.7	92	0	-0.022	-0.633
L90x7	3.25	0.031	1.147	2L80x80x6 C245	82.4	73	58.9	0.017	-0.128	2L 45x45x4 C245	94.8	95.1	62	-0.014	-0.574
L90x7	2.93	0.028	1.034	L90x7 C245	38.8	35.2	0	0	0	L50x5 C245	99.3	63.9	0	-0.017	-0.459
L90x7	3.25	0.031	1.147	Двотавр 40К1 C245	69.9	34.9	65.9	0.417	6.414	20К1 C245	80.8	83.7	78	0.103	2.606
L90x90x7	1.465	0.014	0.517												
Разом:	88.279	2.421	56.473					0.433	6.286					-1.219	-16.524

ДОДАТОК Н Збір навантажень на фундаменти табл. 3.2 -3.5

Табл. 3.2

Вид навантаження – постійне. Конструкції і вага 1 м² покриття для несучих стін по осям **1**.

Конструкція	γ , кН/м ³	h, м	n_0 , кН/м ²	γ_{fm}	$n_1 = n_0 \cdot \gamma_{fm}$, кН/м ²
Рулонний євроруберойд на бітумній основі (2 шари)	-	-	0,20	1,3	0,260
Цементно-піщана стяжка	22,0	0,05	1,1	1,3	1,43
Ухилоутеплюючий шар (керамзитовий гравій)	3,92	0,1	0,392	1,3	0,51
Утеплювач (мінеральна вата)	1,47	0,05	0,074	1,3	0,096
Пароізоляція (багатошарова поліетиленова плівка)	-	-	0,05	1,3	0,065
Цементно-піщана стяжка	22,0	0,01	0,22	1,3	0,286
Залізобетонна плита покриття	-	-	3,00	1,1	3,300
Разом:			5,036	1,181	5,947

Табл. 3.3

Вид навантаження – постійне. Конструкції і вага 1 м² перекриття для несучих стін по осям **1**.

Конструкція	γ , кН/м ³	h, м	n_0 , кН/м ²	γ_{fm}	$n_1 = n_0 \cdot \gamma_{fm}$, кН/м ²
Цементно-піщана стяжка	22,0	0,05	1,1	1,3	1,43
З/б плита перекриття	-	-	3,0	1,3	3,3
Разом:			4,1	1,154	4,73

Табл. 3.4

Навантаження на фундамент стіни по осі 1 ($A_1 = 11,985 \text{ м}^2$)

№ з/п	Вид наванта- ження	$N_0, \text{кН}$	Розрахункове навантаження			
			Експлуатаційне		Граничне	
			γ_{fe}	$N_e, \text{кН}$	γ_{fm}	$N_m, \text{кН}$
	А. постійні:					
1	- вага покриття	60,357	1	60,357	1,181	71,281
2	- вага перекрыття	98,262	1	98,262	1,154	113,394
3	- вага стін	255,091	1	255,091	1,1	280,6
4	- вага перегородок	35,955	1	35,955	1,1	39,551
Разом постійних навантажень				449,665		504,826
	Б. тимчасові					
1	- від снігу	4,91	1	4,91	1,4	6,874
2	- корисне	40,23	1	40,23	1,3	52,299
Разом тимчасових навантажень				45,11	-	59,173
<i>Загальне (на відрізок фундаменту стіни - 3 м):</i>				494,775	-	563,999
<i>На 1 погонний метр:</i>				164,925	-	187,999

Табл. 3.5

Вид навантаження – постійне. Конструкції і вага 1 м^2 покриття для колони машинної зали по осі 5.

Конструкція	$\gamma,$ $\text{кН}/\text{м}^3$	$h,$ м	$n_0,$ $\text{кН}/\text{м}^2$	γ_{fm}	$n_1 = n_0 \cdot \gamma_{fm},$ $\text{кН}/\text{м}^2$
Сендвіч-панель покрівельна 3 наповнювачем 3 мінеральної вати	1,47	0,1	0,147	1,3	0,191
Разом:			0,147	1,3	0,191

ДОДАТОК І НАВАНТАЖЕННЯ НА ФУНДАМЕНТ КОЛОНИ ПО ОСІ 5

Таблиця 3.6

Навантаження на фундамент колони по осі 5 ($A_2 = 73,5 \text{ м}^2$)

№ З/ п	Вид наванта- ження	N_0 , кН	Розрахункове навантаження			
			Експлуатаційне		Граничне	
			γ_{fe}	N_e , кН	γ_{fm}	N_m , кН
	А. постійні:					
1	вага покриття	10,805	1	10,805	1,3	14,046
2	вага ферми каркасу	74,5	1	74,5	1,1	81,95
3	вага з/б колони	77,06	1	77,06	1,1	84,766
4	вага підкранової балки	33,75	1	33,75	1,1	37,125
5	вага фундамент. блоку	21,0	1	21,0	1,1	23,1
6	вага стіни	42,476	1	42,476	1,1	46,724
Разом постійних навантажень				259,591		287,711
	Б. тимчасові:					
1	- від снігу	30,135	1	30,135	1,4	42,189
2	- кранове ($Q = 150$ кН)					
	за несучою здатністю				1,1	185,625
	за деформаціями	35,625		35,625		
Разом тимчасових навантажень				65,760	-	227,814
Загальне (на фундамент колони - 6 м):				325,351	-	563,999
На 1 погонний метр:				54,225	-	94,0

ДОДАТОК J Відомість обсягів робіт табл. 4.1

Табл. 4.1

Відомість обсягів робіт

№ п/п	Найменування робіт	Об'єм робіт	
		Од. виміру	Кіль- кість
1	2	3	4
Земляні роботи			
1	Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 79кВт(108к.с.) з переміщенням ґрунту до 10 м, група ґрунта 2. Зрізка рослинного шару з переміщенням до 50 м	м3	2070
2	Планування площ бульдозером потужністю 79 кВт (108 к.с.) за 1 прохід	м2	4140
3	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами «драглайн» або «зворотня лопата» з ковшом місткістю 0,65(0,5-1) м ³ група ґрунта 2	м3	3700
4	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на пневмоколісному ході з ковшом місткістю 0,65 (0,5-1) м ³ , група ґрунтів 2	м3	4554
5	Розробка ґрунту вручну в траншеях шириною понад 2 м і котлованах площею перерізу до 5 м ² з кріпленнями при глибині траншеї і котлованів до 3 м , група ґрунта 2	м3	1035
6	Ущільнення ґрунту причіпними катками на пневмоколісному ході масою 25 т за перший прохід по одному сліду при товщині шару 25 см	м3	3700

7	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт (108 к.с.) з переміщенням ґрунту до 5 м , група ґрунта 2	м ³	3700
8	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт (108 к.с.) з переміщенням ґрунту до 5 м , група ґрунта 2. Зворотня засипка фундаментів	м ³	3700
	Фундаменти та залізобетонні конструкції		
9	Улаштування бетоної підготовки	м ³	110
10	Улаштування залізобетонних фундаментів загального призначення об'ємом до 5 м ³	м ³	440
11	Улаштування залізобетонних фундаментів загального призначення під колони об'ємом до 3 м ³	м ³	102
	Підлоги		
12	Улаштування ущільнених трамбівками підстилаючих щебневих шарів підлоги	м ³	22
13	Улаштування фундаментних плит плит бетонних плоских	м ³	27,5
	Конструкції металеві		
14	Монтаж опорних плит з обробленою поверхнею до 0,1 т	т	0,96
15	Монтаж колон одноповерхових будівель до 25 м , складеного перерізу масою до 3 т	т	76,8
16	Монтаж одиночних підкранових балок на відмітці до 25 м , масою до 1 т	т	28,7
17	Монтаж підкранових рейок по металевим підкрановим балкам для рейок типу КР	м	100
18	Монтаж крокв'яних ферм на висоті до 25 м , масою до 3 т	т	22

19	Монтаж зв'язів і розпірок з одиночних і парних кутиків, гнutoзварних профілів для прогонів до 24 м , при висоті будівлі до 25 м	Т	16,8
20	Монтаж прогонів із кроком ферм до 12 м	Т	12,3
21	Монтаж сходів прямолінійних і криволінійних, пожежних з огорожею	Т	5,895
22	Монтаж площадок із настилом і огорожею з листової, рифленої, просічної і круглої сталі	Т	9,525
23	Монтаж захисної огорожі устаткування	Т	0,1
24	Монтаж каркасів воріт великопрогонових будівель	Т	1,5
Покрівлі			
25	Монтаж сендвіч панелей покрівлі при висоті будівлі до 50 м	м2	110
26	Герметизація горизонтальних стиків між панелями	М	114
27	Монтаж нащільників	м2	110
Стіни			
28	Монтаж стінових сендвіч-панелей	м2	220
29	Герметизація горизонтальних і вертикальних стиків між панелями	М	2079
Вікна			
30	Монтаж віконних блоків з нащільниками	м2	72

**ДОДАТОК К Потреба в матеріалах, полуфабрикатах, та збірних
конструкціях табл. 4.4.**

Табл. 4.4.

Потреба в матеріалах, полуфабрикатах та збірних конструкціях

Найменування основних видів матеріалів, полуфабрикатів та збірних конструкцій	Од.вими ру	Кіль- кість,
Руберойд наплавлюваний Техноеласт ЕПП	м ²	396,75
Бітуми нафтові дорожні БНД-60/90, БНД-90/130	т	16,4798
Руберойд покрівельний з дрібною посипкою, марка РИ-350	м ²	340,2
Руберойд морозостійкий, марка РПМ-300	м ²	76,129
Сталь листова оцинкована, товщина 0,8 мм	кг	2642,5
Сталь листова	т	5,0
Профлист сталевий стіновий С10-1000-0,7	м ²	494,0
Швелери №10-14 із сталі марки І8сп	т	1,304
Лісоматеріали, дошки, бруси	м ³	14,79
Труби сталеві зварні водогазопровідні	м	1307,62
Утеплювач плити ТЕХНОФАС ЕФЕКТ, $\rho = 135 \text{ кг/м}^3$	м ³	52,25
Мінеральна вата ТЕХНОРУС ПРОФ, $\rho = 160 \text{ кг/м}^3$, $h = 50 \text{ мм}$	м ³	8,884
Екструдований пінополістирол, плита 1180x580, $h = 100 \text{ мм}$	м ³	20,658
Екструдований пінополістирол, плита 1180x580, $h = 50 \text{ мм}$	м ³	9,055
Екструдований пінополістирол, $h = 20 \text{ мм}$, $h = 50 \text{ мм}$, $h = 100 \text{ мм}$	м ³	49,088
Плити стельові 600x600, Armstrong	шт	164
Сендвіч-панелі покрів. з заповн. мінеральною ватою, $h = 100 \text{ мм}$	м ²	1258,8
Сендвіч-панелі стінові з заповн. мінеральною ватою, $h = 100 \text{ мм}$	м ²	1866,5
Гарячекатана арматурна сталь	т	142,16
Основні несучі конструкції каркасів одноповерхових промислових будівель: колони, опорні плити, підкранові балки з гальмівними конструкціями, деталями кріплення рейок та тупиками, колії підвісного транспорту, кроквяні або підкроквяні ферми або балки, надколонники, зв'язки, фахверкові стояки, стінові ригелі, вітрові ферми, безкранові	т	132,680

або з підвісним транспортом, або з мостовими кранами вантажопідйомністю до 50 т, прогонами до 36 м, при кроці колон до 12 м, цільнометалеві із застосуванням профільованого настилу в покритті, витрата сталі на 1 м ² до 70 кг		
Майданчики вбудовані одноярусні та багатоярусні із сталевим настилом для обслуговування та встановлення устаткування (колони, балки, зв'язки, щити настилу), витрата сталі на 1 м ² майданчика до 50 кг	т	21,0
Сталеві настили та щити міжповерхових перекриттів будівель виробничого призначення	т	2,601
Огорожа сходових прорізів, сходові марші, пожежні сходи	т	10,403
Галереї для прокладання трубопроводів та кабельні прогонові споруди, опори, кронштейни, сідла	т	5,722
Бункери, вбудовані в промислові будівлі (бункерні балки, стінки бункерів, футерування, конструкції під встановлення завантажувальних пристроїв)	т	3,0
Блоки віконні для промислових будівель, металопластикові	м ²	82,4
Двері металеві протиударні з утепленням та пофарбовані	м ²	17,64
Ворота розпашні металеві з утепленням готовим фарбуванням	м ²	58,5
Кабель силовий 3-х жильний з алюмінієвими жилами до 10 кВ з ізоляцією з зшитого поліетилену, загальним екраном та оболонкою з ПВХ пластику, що не підтримує горіння АПвЕоБВнг-10 3х150/70	1000 м	2,6
Кабелі контрольні	1000 м	12,858
Шебінь із природного каменю для будівельних робіт	м ³	917,57
Готова піщано-щебенева суміш №3, розмір зерен понад 0 до 40 мм, марка М800	м ³	5331,653
Суміші асфальтобетонні гарячі і теплі (асфальтобетон щільний), дорожні, аеродромні, що застосовуються у верхніх шарах покриттів, дрібнозернисті, тип Б, марка 3	т	232,865
Суміші асфальтобетонні гарячі і теплі (асфальтобетон щільний), дорожні, аеродромні, що застосовуються у верхніх шарах покриттів, піщані, тип Д, марка 3	т	2,407

Суміші асфальтобетонні гарячі і теплі (асфальтобетон щільний), дорожні, аеродромні, що застосовуються у нижніх шарах покриттів, крупнозернисті, тип Б, марка 1	т	360,224
Пісок природний, рядовий	м ³	17,473
Цегла керамічна одинарна повнотіла, 250x120x65 мм, марка М100	1000 шт	137,95
Суміші бетонні готові важкі	м ³	1491,69
Розчин готовий кладковий, опоряджувальний	м ³	125,76
Розчинова суміш Ceresit СТ 180 для приклеювання мінераловатн. плит	кг	2850,0
Розчинова суміш Ceresit СТ 190 для приклеювання плит із мін. вати	кг	2850,0
Двокомпонентна еластична гідроізоляційна мастика Ceresit СР 43	кг	3030,538
Саморізи для кріплення сендвіч-панелей до металевих конструкцій	шт	15630,0
Бордюр бетонний БР300.30.15	шт	366,0
Бордюр бетонний БР100.30.15	шт	163,0

ДОДАТОК L Потреба в основних будівельних машинах, обладнанні та транспортних засобах табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Потреба в основних будівельних машинах, обладнанні та транспортних засобах

Найменування	Кількість, шт	Технічна характеристика
Кран автомобільний КС-55713-6К	1	Вантажопідйомність 25 т
Кран автомобільний КС-7471	1	Вантажопідйомність 60 т
Лебідки ручні і важільні	2	Тягове зусилля до 14,72 кН [1,5 т]
Лебідки електричні	1	Тягове зусилля до 5,79 кН [0,59 т]
Лебідки електричні	1	Тягове зусилля до 49,05 кН [5 т]
Автомобіль бортовий	4	
Вишки телескопічні [на автомобілі]	1	Вантажопідйомність 0,35 т
Автосамоскид	2	
Бульдозер	1	Потужність 80 к.с. [≈ 79 кВт]
Каток дорожній	1	Маса 5 т
Молоток відбійний	4	
Компресор пересувний	1	Продуктивність 5 м ³ /хв
Екскаватор «зворотна лопата»	2	Місткість ковша 0,8 м ³
Зварювальний трансформатор	4	
Апарат для газозварювання та різання	2	
Бетонозмішувач	2	
Пневмотрамбовка	2	
Фарбувальний апарат	4	Продуктивність 250 м ² /год
Насос відцентровий	1	
Верстат трубонарізний	1	
Риштування будівельні	м ²	80
Гідромолот	1	