

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Проект цеху по утилізації бурового шламу в Хоролі**

Виконав: студент 2 курсу, групи МБд-2

напряму підготовки (спеціальності) 192«Будівництво

та цивільна інженерія»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Стецюра Л.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

к.т.н., доц. Пиндус Ю.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

ст. викл. Данильченко С.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Чубик В.Ф.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра будівельної механіки

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва)

Спеціальність

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівельної механіки

к.т.н., доц. Ковальчук Я.О.

«_____»

2019 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Стецюра Любов Вікторівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту

Проект цеху по утилізації бурового шламу в Хоролі

Керівник проекту

к.т.н., доц. Пиндус Ю.І.

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

Затверджені наказом по університету від

«_____»

2019 року

№ _____

2. Термін подання студентом проекту

3. Вихідні дані до проекту

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

Архітектурний розділ, Розрахунково-конструктивний, Основи і фундаменти, Організаційно-технологічна частина, Спеціальна частина, Охорона праці, Екологія

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Фасади, розрізи, плани, вузли, схеми організації робіт, технологічні карти.

Зміст

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 6 |
| 1 Архітектурний розділ..... | 7 |
| 1.1 Вихідні дані для проектування | 7 |
| 1.2 Генеральний план..... | 8 |
| 1.3 Технологічний процес | 10 |
| 1.4 Об'ємно-планувальні рішення | 11 |
| 1.5 Конструктивні рішення | 12 |
| 1.6 Теплотехнічний розрахунок..... | 13 |
| 1.7 Розрахунок природного освітлення..... | 15 |
| 2 Розрахунково конструктивний розділ..... | 19 |
| 2.1 Розрахунок ферми і каркаса будівлі..... | 19 |
| 2.1.1 Розрахунок снігового навантаження..... | 19 |
| 2.1.2 Розрахунок вітрового навантаження..... | 20 |
| 2.1.3 Трикутна ферма. Підбір матеріалів..... | 23 |
| 2.1.4 Трикутна ферма. Розрахунок зусиль в елементах | 23 |
| 2.1.5 Розрахунок і конструювання вузлів ферми..... | 28 |
| 2.1.6 Визначення прогинів ферми | 39 |
| 2.1.7 Компонування поперечної рами будівлі..... | 40 |
| 2.1.8 Статичний розрахунок рами каркаса | 41 |
| 2.2 Розрахунок фундаментів | 47 |
| 2.2.1 Аналіз ґрунтових умов | 47 |
| 2.2.2 Розрахунок глибини промерзання ґрунту | 50 |
| 2.2.3 Розрахунок основи фундаменту рами..... | 50 |
| 2.2.4 Розрахунок осідання основи фундаменту рами..... | 52 |
| 2.2.5 Розрахунок підстави фундаменту фахверка..... | 54 |
| 2.2.6 Розрахунок осідання основи фундаменту фахверка..... | 55 |
| 3 Організаційно-технологічна частина | 58 |
| 3.1 Технологічна карта на влаштування монолітних фундаментів | 58 |
| 3.1.1 Область застосування | 58 |
| 3.1.2 Організація і технологія виконання робіт | 59 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.1.3 | Матеріально-технічні ресурси | 63 |
| 3.1.4 | Техніко-економічні показники | 64 |
| 3.2 | Специфікація збірних конструкцій | 64 |
| 3.3 | Відомість обсягів робіт, трудомісткості, тривалості будівництва часу виконання робіт | 65 |
| 3.4 | Вибір крана і комплектів машин і механізмів..... | 67 |
| 3.5 | Розрахунок площ відкритих і закритих складів, навісів..... | 70 |
| 3.6 | Розрахунок потреби в тимчасових адміністративно-побутових приміщеннях | 71 |
| 3.7 | Розрахунок потреби в електроенергії | 72 |
| 3.8 | Розрахунок потреби у водопостачанні..... | 74 |
| 4 | Спеціальна частина | 76 |
| 4.1 | Розрахунок порівняльної ефективності застосування..... | 76 |
| 4.2 | Визначення капітальних вкладень в основні виробничі фонди..... | 76 |
| 4.3 | Повні капітальні вкладення за варіантами | 77 |
| 4.4 | Визначення експлуатаційних витрат..... | 78 |
| 4.5 | Визначення наведених витрат..... | 78 |
| 5 | Організаційно-економічна частина | 80 |
| 6 | Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | 82 |
| 6.1 | Аналіз майданчика будівництва | 82 |
| 6.2 | Основні заходи з охорони праці та техніки безпеки при будівництві об'єкта, що проектується..... | 86 |
| 6.3 | Санітарно-гігієнічні заходи..... | 87 |
| 6.4 | Розрахунок вантажозахоплювального пристрою для монтажу сталеві ферми | 88 |
| 6.5 | Оцінка стійкості об'єкта до впливу ударної хвилі ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості..... | 91 |
| 6.6 | Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків мржливої НС на промисловому об'єкті | 94 |
| 7 | Екологія | 99 |
| 7.1 | Оцінка впливу об'єкта капітального будівництва на навколишнє середовище | 99 |
| 7.2 | Заходи з охорони і раціонального використання земельних ресурсів та ґрунтового покриву..... | 100 |

| | |
|---|-----|
| 7.3 Заходи з охорони поверхневих і підземних вод від забруднення..... | 102 |
| 7.4 Заходи з охорони атмосферного повітря від забруднень на період експлуатації..... | 102 |
| 7.5 Заходи з охорони атмосферного повітря від забруднень на період будівництва..... | 104 |
| 7.6 Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу від будівельно-дорожньої техніки..... | 105 |
| 7.7 Висновок по розділу..... | 107 |
| Висновок..... | 108 |
| Список використаних джерел..... | 109 |

Вступ

Проект охоплює будівництво нової будівлі для розміщення установки термомеханічної переробки відходів із супутніми спорудами. Під будівництво відводиться майданчик, розташований в західній стороні екологічного центру, який обмежується з півночі, півдня і заходу існуючими внутрішньомайданчиковими дорогами, а зі сходу примикає до заводу з виробництва рідких бурових розчинів.

Установка термомеханічної переробки відходів є однією із складових частин технологічної схеми по переробці відходів, що утворюються в процесі буріння свердловин і є доповненням до вже існуючої установки обертової печі.

Виробничий екологічний центр, на майданчику якого буде побудований новий об'єкт, є очисним об'єктом світового класу, який включає кілька установок, призначених для очищення виробничих відходів після буріння і видобутку нафти і газу:

- установку для бурового розчину – переробна установка для змішування і очищення бурового розчину на нафтовій основі;

- обертову сміттєспалювальну піч, яка використовується для переробки забрудненої нафтопродуктами ґрунті і матеріалів, за виключенням бурового шламу;

- введений в експлуатацію в 2011 році полігон для захоронення відходів із загальною кількістю полігонних осередків - 12, що забезпечує безпечне усунення твердих відходів;

- установку очистки рідких відходів, яка дозволяє проводити очищення вуглеводневої забрудненої води, переробку соляного розчину, який використовується для робіт по капітальному ремонту свердловин, і відновлення бурового розчину на водній основі, який використовується при проходці верхнього інтервалу свердловин;

- нову піч загального призначення, введеному в експлуатацію в 2012 році.

1 Архітектурний розділ

1.1 Вихідні дані для проектування

Кліматичний район – ША (визначений відповідно до вимог [1], таблиці 3 і А.1).

Сніговий район згідно [2] – Ш.

Розрахункова вага снігового покриву – 1,8 кПа.

Вітровий район згідно [2] – IV.

Нормативна глибина промерзання суглинків і глин 1,55 м.

Зона вологості прийнята по [3], додаток 1* – 3, суха.

Температурно-вологісний режим приміщень - нормальний.

Умови експлуатації по захищеним конструкціям – А.

Температура холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92 згідно [2]: мінус 31°C.

Нормативний тиск вітру - 0,48 кПа.

Рельєф місцевості - спокійний.

Клас будівлі по вогнестійкості згідно [4] додаток 2 - Ша.

Дані по середніх швидкостях вітру і по повторюваності за січень і липень місяці зведені в таблиці 2.1 і 2.2, а також відображені на розі вітрів на рисунку 1.1.

Таблиця 1.1- Дані повторюваності вітру, %

| Місяць | Пн | Пн-Сх | Сх | Пд-Сх | Пд | Пд-Зх | Зх | Пн-Зх |
|--------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
| Січень | 5 | 8 | 18 | 20 | 23 | 13 | 8 | 5 |
| Липень | 13 | 11 | 10 | 11 | 10 | 12 | 15 | 18 |

Таблиця 1.2 - Середня швидкість вітру

| Місяць | Пн | Пн-Сх | Сх | Пд-Сх | Пд | Пд-Зх | Зх | Пн-Зх |
|--------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| Січень | 3,38 | 3,18 | 4,0 | 5,2 | 5,9 | 7,2 | 7,0 | 3,4 |
| Липень | 3,48 | 3,96 | 3,99 | 3,96 | 3,86 | 4,23 | 4,33 | 3,7 |

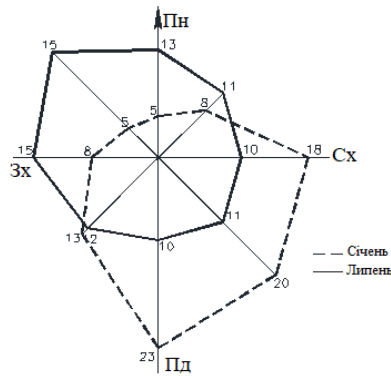


Рисунок 1.1- Схема повторюваності вітру

1.2 Генеральний план

Генеральним планом будівельного майданчика є вільна від забудови територія екологічного центру родовища.

Будівля буде розташована в західній частині екологічного центру, загальна виділена територія має розміри 230х90 м., площа дорівнює 20700 м². Довга сторона орієнтована з півдня на північ з відхиленням на північний захід в 12 градусів. З півдня, заходу і півночі територія обмежена внутрішньо-майданчиковими під'їзними дорогами з твердим асфальтобетонним покриттям, шириною проїзної частини 6 метрів. Зі східного боку до території примикає існуюча будівля заводу з приготування бурових розчинів. В'їзди на майданчик організовані з південної, західної та східної сторін.

Рельєф місцевості спокійний, з рівномірним зниженням місцевості з півдня на північ, загальний перепад висот не перевищує 1,5 метра. Дана майданчик була вирівняна і спланована при закладці екологічного центру.

На території заводу по переробці бурових відходів заплановано облаштувати такі будівлі і споруди:

- осередки прийому і тимчасового зберігання твердих бурових відходів, розміри в плані 51х11 метри, загальна кількість – 4 штуки, 2 комірки розділені перегородкою для організації додаткового обсягу усереднення складу бурових відходів перед переробкою. Кожен осередок обладнаний майданчиком розвантаження автотранспорту і під'їзними пандусами. Максимальний проектний обсяг

зберігання, без врахування обсягу технологічних відсіків усереднення складу відходів – 3600 м³.

– осередки прийому і зберігання перероблених відходів, розміри в плані 21x11 метри, загальна кількість - 2 штуки. Максимальний проектний обсяг – 800 м³.

Майданчик резервного генератора, розміри в плані 15x21,5 метра, призначена для установки резервних генеруючих потужностей з супутнім обладнанням.

Будівля заводу з переробки твердих бурових розчинів. Розміри в осях 36x24 метри, каркас - сталевий, перекриття - ферма трикутна з парних куточків. Дана будівля є предметом проектування даного дипломного проекту.

Блок підготовки повітря, являє собою блок-контейнерну будівлю, що містить обладнання для підготовки повітряної суміші перед подачею в основну будівлю.

Автодороги і проїзди на території заводу запроектовані з твердим асфальтобетонним покриттям на жорсткій щебеневій подушці з розклинюванням. Мінімальна ширина проїздів і доріг прийнята 6 м; радіуси заокруглення 12 м. Покриття автодоріг і розворотів майданчиків асфальтоване. Максимальні ухили пандусів - не більше 0,07. По периметру територія заводу обрамлена газонами з озелененням.

Економічні показники забудови складу готової продукції:

Площа території: 21565 м².

Площа забудови: 5010 м².

Площа озеленення: 3295 м².

Площа вимощення: 89 м².

Площа покриттів: 13295 м².

Коефіцієнт використання території визначаємо за формулою

$$\frac{P_{збуд.} + P_{доріг} + P_{вимощ.} \text{ м}^2}{\text{Площа території} \text{ м}^2} = \frac{5010 + 13295 + 89}{21565} = 85\% . \quad (1.1)$$

Коефіцієнт озеленення території визначаємо за формулою

$$\text{Озеленення} = \frac{\text{озеленена територія м}^2}{\text{площа території м}^2} = \frac{3295}{21565} = 15 \% \quad (1.2)$$

1.3 Технологічний процес

Термомеханічне очищення (переробка) бурових відходів - це спеціалізована технологія, розроблена компанією «Thermtech» призначена для поділу різних компонентів бурового шламу, що утворюються при бурінні з використанням розчинів на нафтовій основі. В установці відходи буріння поділяються на три основних компоненти: мінеральний твердий матеріал, нафтова основа і вода.

Відокремлена нафтова основа направляється на завод рідких бурових розчинів для подальшого використання при приготуванні розчинів. Мінеральний твердий матеріал, схожий за складом з природним ґрунтом, направляється для допалу на установку обертової печі з наступним захороненням на спеціалізованому полігоні. Вода, в залежності від класу небезпеки, вирушає або на завод рідких бурових розчинів для використання при приготуванні нових розчинів, або зливається в карту зберігання рідких відходів, а потім вирушає на установку з переробки рідких бурових відходів.

Принцип роботи установки по термомеханічній переробки відходів складається в нагріванні потоку відходів до температури, що перевищує температуру випаровування нафтової основи (250-300°C). Нафта і вода випаровуються і конденсуються в окремих конденсаторах, а потім відводяться спеціалізованими трубопроводами. Ключовим компонентом технології є барабанна камера, так звана дробарка, через яку проходить вал, оснащений рядом молоткових ударників і обертається електромотором. Частки переміщуються до внутрішньої стінки камери, де через тертя генерується надмірна теплота.

При досягненні досить високої температури, відходи подаються гвинтовим конвеєром в наступну камеру. Рідина переганяється і відбирається у вигляді пари. Потім пари нафти і води конденсуються в спеціалізованих конденсаторах. У

міру зростання температури відбувається безперервне збільшення подачі нових відходів до досягнення технологічного максимуму, процес повністю контролюється автоматизованою системою з ПЛК (Програмований Логічний Контролер). Принципова схема роботи установки представлена на рисунку 2.2.

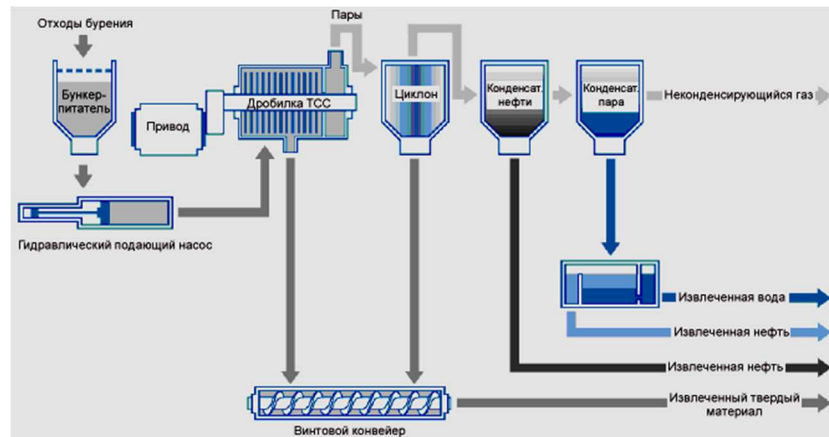


Рисунок 1.2 - Принципова схема роботи установки з переробки твердих бурових відходів

Склад вихідного матеріалу, що переробляється:

- вміст сухої твердої фази: 40-80 вага.%;
- вміст сирої нафти: 10-30 вага. %;
- вміст води: 10-30 вага.%.

1.4 Об'ємно-планувальні рішення

Будівля заводу з переробки твердих бурових відходів одноповерхова, однопролітна, зі сталевим каркасом, безкранова. Корпус будівлі прямокутний з розмірами в осях в плані 36х24 м, крок колон 6 м.

Висота будівлі до нижнього пояса кроквяної ферми 8,4 м., По конику 12,78 м. Для доступу в будівлю персоналу встановлені чотири одно-ствулчатих дверей розмірами 2,1х1,0 м., для монтажу обладнання та доступу техніки в будівлю передбачена установка двох ролетних воріт з розмірами отвору 4,5х4,5 м. Евакуаційні виходи розташовані з кожного боку будівлі.

Водопостачання передбачається від мережі виробничого водопроводу екологічного центру, точка врізки розташована з південної сторони ділянки. Проек-

том передбачено водопостачання будівлі для задоволення виробничих потреб у воді.

Для протипожежних цілей використовується існуюча система протипожежних гідрантів, розташованих по периметру проектованої ділянки з кроком 50 метрів.

Каналізація виробнича в зовнішню мережу.

Опалення - повітряне, електричне.

Вентиляція - припливна і витяжна з механічним спонуканням.

Гаряче водопостачання - не передбачено.

Електропостачання - основне від центральної трансформаторної підстанції, резервне - від генераторів.

Площа будівлі – 880 м².

1.5 Конструктивні рішення

Проектована будівля з повним сталевим каркасом. Каркас включає в себе сталеві колони, встановлені з кроком 6 м, прив'язка колон - «0» мм. Колони прийняті суцільностінчатими, постійного перетину по висоті [5]. Перетини колон виконані з двотаврів з паралельними гранями полиць. Відмітка верху фундаменту для установки колон прийнята мінус 0,175 м.

Ширина прольоту будівлі 24 м, конструкції покриття - сталеві трикутні кроквяні ферми, тип обпирання - шарнірний, тип елементів - парні кутники. Висота ферми в припорній частині 450 мм, в коньковій - 3860 мм. Передача на колони або зв'язку по колонах вітрових навантажень зі стійок торцевого фахверка, прийнятого по [6] передбачена через горизонтальні зв'язкові ферми, розташовані по нижніх поясах трикутних ферм. Верхні пояси ферм також розкріплені зв'язками по периметру будівлі в доповнення до прогонів з гарячекатаних швелерів, передає навантаження від покрівельних панелей. Тип застосовуваної покрівлі - покрівельні панелі типу «Сендвіч» марки ПТК П2С ТОО «ПолімерМетал-Т», що

складаються з шару теплоізоляції товщиною 100 мм облицьованої сталевими профільованими Арк.ами. Водовідвід неорганізований.

Зв'язки в площині колон в осях 4-5 прийняті хрестоподібні з парних гарячекатаних кутників.

Фундаменти під колони основного каркасу будівлі ФМ-1 монолітні залізобетонні, стовпчастого типу. Підшва висотою 400 мм. Основа підшви 1,2x1,8 м, підколонник 0,6x0,9м. Під фундаменти виконана бетонна підготовка висотою 100 мм. Низ підшви фундаментів на позначці мінус 1,45 м., обріз фундаментів на позначці мінус 0,175 м.

Фундаменти під фахверкові колони ФМ-2 монолітні залізобетонні, стовпчастого типу. Основа підшви 1,2x1,8 м., підколонник 0,4x0,7м., бетонна підготовка висотою 100 мм. Низ підшви фундаментів на позначці мінус 1,45 м., обріз фундаментів на позначці мінус 0,175 м.

Огороджувальні конструкції покриття будівлі виконані зі збірних панелей типу «Сендвіч» марки ПТС СС з конструкцією аналогічною покрівельним панелям. Панелі прийняті шириною 1 м., з різною довжиною, товщиною 100 мм. Панелі кріпляться до стінових прогонів, виконаними з гарячекатаного швелера.

Віконні отвори заповнені сталевими подвійними віконними палітурками ОГД 20.12-І по серії [7]. Ворота прийняті роллетного типу.

Підлоги в будинку залізобетонні монолітні, товщина 200 мм. Підстильний шар піщано-гравійної суміші з ущільнення ґрунту. Для зменшення запилення підлог застосована забарвлення стійкими епоксидними складами світло-сірого відтінку.

Антикорозійний захист сталевих конструкцій - 2 шари емалі ХСЕ-23 і лаком ХСЛ.

1.6 Теплотехнічний розрахунок

Необхідно визначити товщину зовнішньої стінової панелі для будинку зі сталевим каркасом. Панель типу «сендвіч», виконана із сталевих облицювальних

тонкоАрк.ових панелей ($\gamma_0 = 7850 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$) із середнім шаром з мінераловатних плит ($\gamma_0 = 105 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$). Категорія робіт по [8] прийнята 1а - на персонал покладені тільки функції контролю і управління обладнанням.

Дані з теплотехнічного розрахунку зведені в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 - Основні параметри теплотехнічного розрахунку

| Найменування | Позначення | Значення |
|--|----------------------------|---------------------|
| Розрахункова температура внутрішнього повітря, t, °С, [1], таблиця 1. | $t_{\text{в}}$ | 23 |
| Температура повітря найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92 згідно [2], t, °С | $t_{\text{н}}$ | -31 |
| Нормований температурний перепад, t°С | $\Delta t^{\text{н}}$ | 7,0 |
| Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ² °С) | $\alpha_{\text{в}}$ | 8,7 |
| Коефіцієнт тепловіддачі для зимових умов, Вт/(м ² °С) | $\alpha_{\text{н}}$ | 23 |
| Товщина шару панелі, м. | $\delta_1 \delta_3$ | $0,5 \cdot 10^{-3}$ |
| Товщина шару панелі, м. | δ_2 | 0,1 |
| Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності для мінеральної вати (за умов експлуатації А), Вт/(м ² °С), відомості виробника | λ_1 | 0,037 |
| Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності для сталі (за умов експлуатації А), Вт/(м ² °С) | λ_2 | 47 |
| Середня температура опалювального сезону, t°С | $t_{\text{о-п}}$ | -6,5 |
| Тривалість опалювального сезону, сут. | $Z_{\text{о-п}}$ | 199 |
| Градуси доби опалюв. періоду, Г.Д.О.П.= (t _в - t _{о-п}) Z _{о-п} | Г.Д.О.П. | 5870 |
| Приведений опір теплопередачі, м ² °С/Вт. | $R_{\text{о}}^{\text{тп}}$ | 2,17 |

Зробимо обчислення необхідного приведенного опору теплопередачі $R_{\text{о}}^{\text{тп}}$ панелі по таблиці 1б [3] методом лінійної інтерполяції. Отримуємо $R_{\text{о}}^{\text{тп}} = 2,17$.

Необхідний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій, що відповідають санітарно-гігієнічним і комфортним умовам, визначаємо за формулою

$$R_{\text{о}}^{\text{тп}} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н5}})}{\Delta t_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}} = 1 \frac{(23 - (-31))}{7 \cdot 8,7} = 0,89 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}, \quad (1.3)$$

де n - коефіцієнт, що приймається в залежності від положення зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря, $n=1$.

Визначаємо опір теплопередачі зовнішньої стіни у вигляді багатошарової панелі з керамзитобетону і пінопластових плит по формулі

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta_1 + \delta_3}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_e} = \frac{1}{23} + \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{47} + \frac{0,10}{0,037} + \frac{1}{8,7} = 2,86 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} \quad (1.4)$$

Так як $R_0 > R_0^{\text{тп}}$, що відповідає санітарно-гігієнічним і комфортним умовам, приймаємо товщину «сендвіч» панелі рівній 100 мм.

1.7 Розрахунок природного освітлення

Розрахунок освітленості при бічному освітленні проводився по [9].

Нормоване значення освітленості визначаємо за формулою

$$e_N = e_H m C \quad (1.5)$$

Площу вікон визначаємо за формулою

$$100 \cdot \frac{S_B}{S_{\text{п}}} = \frac{e_H \cdot K_3 \cdot \eta_B}{\tau_B \cdot r_1} \cdot K_{\text{БВД}}, \quad (1.6)$$

де S_B - площа світлових прорізів (в світлі) при бічному освітленні; $S_0 = 1,2 \cdot 34 = 40,8 \text{ м}^2$;

$S_{\text{п}}$ - площа підлоги приміщення, дорівнює $36 \cdot 24 = 864 \text{ м}^2$;

e_H - нормоване значення КПО, дорівнює 0,2 % по [10] таблиця 1, прийнято для III поясу світлового клімату, розряд зорової роботи VII (періодичне спостереження за ходом проведення робіт при постійному перебуванні людей в приміщенні), $e_H = 0,2 \cdot 1 \cdot 1 = 0,2$;

m - коефіцієнт світлового клімату, для заданого району даний коефіцієнт приймається рівним 1.

C - коефіцієнт сонячності клімату, для III поясу світлового клімату, приймається рівним 1.

η_B - світлова характеристика вікон, визначається за таблицями залежно від відношення довжини приміщення до її глибини $\frac{l_n}{B}$ і відношення глибини приміщення B до її висоти від рівня умовної робочої поверхні до верху вікна, прийнято по [9], таблиця 4.16:

$$\eta_B = 20,2 \left(\frac{l_n}{B} = \frac{36}{24} = 1,5, \quad \frac{B}{h_1} = \frac{24}{4} = 6 \right) \quad (1.7)$$

K_3 - коефіцієнт запасу, приймаємо 1,3;

$K_{3Д}$ - коефіцієнт, що враховує затемнення вікон сусідніми будинками, залежить від відношення відстані від сусіднього будинку до розглянутого, тому що будівель немає, то значення $K_{3Д} = 1$, прийнято по [9], таблиця 4.17;

τ_B - загальний коефіцієнт світлопропускання, що визначається за формулою

$$\tau_B = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (1.8)$$

де τ_1 - коефіцієнт світлопропускання матеріалу, приймаємо по [9], табл. 4.18 для скла віконного, подвійних рівному 0,8;

τ_2 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в межах світлопройому, приймаємо по [4], табл. 4.18 для сталевих подвійних глухих вікон рівним 0,8;

τ_3 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях, для бокового = 1;

τ_4 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях, не враховуємо;

τ_5 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в захисній сітці, встановленої під ліхтарями, не враховуємо.

$$\tau_B = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,64 \quad (1.9)$$

η_1 - коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при бічному освітленні завдяки світлу, відбитому від поверхонь приміщення і підстилаючого шару, який

прилягає до будівлі. Для його знаходження необхідно знайти середнь-озважений коефіцієнт відбиття за формулою

$$\rho_{cp} = \frac{\rho_{cm}S_{ст} + \rho_{nm}S_{ст} + \rho_n S_{п}}{S_{ст} + S_{ст} + S_{п}}, \quad (1.10)$$

де $S_{ст}$ - площа стін приміщення, за винятком площі вікон, в нашому випадку

$$S_{ст} = 36 \cdot 8,42 + 8,4 \cdot 242 - 4082 - 1,2 \cdot 222 = 1486 \text{ м}^2;$$

$S_{ст}$ - площа стелі, приймаємо рівним $s_{ст} = 24 \cdot 36 = 864 \text{ м}^2$;

$S_{п}$ - площа підлоги, приймаємо рівним $S_{ст}$.

Коефіцієнт відображення ρ приймаємо як для світлого клейового забарвлення $\rho = 0,5$, тоді

$$\rho_{cp} = \frac{0,5(1486 + 864 + 864)}{1486 + 864 + 864} = 0,5 \quad (1.10)$$

Виходячи з отриманих даних, знаходимо табличне значення [9], табл. 4.20 $\eta_1 = 2,7$.

Отримуємо $e_N = 0,2$, тоді потрібна площа вікон визначається по формулі

$$100 \cdot \frac{S_B}{S_{п}} = \frac{e_N \cdot K_3 \cdot \eta_B}{\tau_B \cdot r_1} \cdot K_{БВД} \quad (1.11)$$

$$100 \cdot \frac{S_B}{864} = \frac{0,2 \cdot 1,3 \cdot 20,2}{0,64 \cdot 2,7} \cdot 1 \quad (1.12)$$

$s_B = 26,3 \text{ м}^2$ – загальна потрібна площа вікон.

Прийнята площа вікон дорівнює $134,4 \text{ м}^2$

Отримуємо, що площі вікон вистачає для забезпечення прийняттого рівня освітленості. Всі обчислення зведені в таблицю 2.4.

Таблиця 1.4 - Розрахунок освітленості

| Пояснення | Значення | |
|--|------------|----------|
| | Позначення | Значення |
| Площа підлоги будівлі | $S_{п}$ | 864 |
| Нормоване значення К.П.О. VII – розряд зорової роботи, III світлокліматичний район | e_N | 0,2 |

| | | |
|---|-----------|------|
| $e_H = 0,2$ - К.П.О. при бічному освітленні $m_N = 1$ - коефіцієнт світлового клімату $e_N = e_H M n = 0,2 \cdot 1 = 0,2$ | | |
| Коефіцієнт запасу | K_3 | 1,3 |
| Світлова характеристика залежності від віднош. $\frac{l_n}{B} = \frac{36}{24} = 1,5$ $\frac{B}{h_1} = \frac{24}{6} = 4$ | η_0 | 20,2 |
| Загальний коефіцієнт світлопропускання $\tau_B = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5$ $\tau_1 = 0,8$, $\tau_2 = 0,8$, $\tau_3 = 1$ | τ_0 | 0,64 |
| Коефіцієнт, що враховує світло, відбите від поверхні стін, стелі, підлоги: $B=24$, $P_{cp}=0,5$, $\frac{l_n}{B} = 1,5$ $\frac{B}{h_1} = 4$ | r_1 | 2,7 |
| Геометричний К.П.О. в розрахунковій точці при бічному освітленні за графіками Данилюка $\sum H = n_1 n_2 0,01 = 6 \cdot 90 \cdot 0,01 = 5,4$ | $\sum H$ | 5,4 |
| Коефіцієнт, що враховує нерівномірну яскравість хмарного неба, при $\alpha_1 = 26^0$ | β_a | 0,9 |
| Площа світлових прорізів $S_B = \frac{e_H \cdot K_3 \cdot \eta_B}{\tau_B \cdot r_1 \cdot 100} \cdot K_{бвд} \cdot S_{\Pi}$ | S_0 | 26,3 |
| К.П.О. в розрахунковій точці при бічному освітленні $e_p = (\sum H \beta_a r_1 \tau_0) / K_3 = \frac{5,4 \cdot 0,9 \cdot 2,7 \cdot 0,64}{1,3} = 6,5$ | e_p | 6,5 |
| Висновок: Площі вікон вистачає для забезпечення прийняттого рівня освітленості ($e_H = 0,2 < 6,5$) | | |

2 Розрахунково конструктивний розділ

2.1 Розрахунок ферми і каркаса будівлі

2.1.1 Розрахунок снігового навантаження

Розрахунок ведемо по [2]. Розрахункова схема наведена на рисунку 2.1 (прийнята згідно рекомендацій додатка 3* [2]).

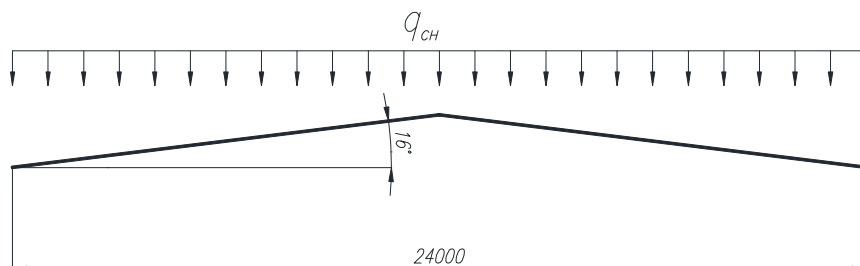


Рисунок 2.1 – До розрахунку снігового навантаження

Повне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію, згідно [2], визначається за формулою

$$S_0^r = \mu \cdot S_g, \quad (2.1)$$

де $S_g = 1,8$ кПа, величину приймаємо по сніговому району. Район приймаємо III згідно [2], карта 1*;

$\mu = 1$, приймаємо по [2], додаток 3*, так як кут нахилу покрівлі дорівнює 160.

Разом повне розрахункове значення снігового навантаження визначимо за формулою

$$S_0^r = \mu \cdot S_g = 1 \cdot 1800 = 1800 \text{ Па}. \quad (2.2)$$

Нормативне снігове навантаження визначимо за формулою

$$S_0^n = S_0^r \cdot 0,7 = 1800 \cdot 0,7 = 1260 \text{ Па}. \quad (2.3)$$

Розрахункове снігове навантаження на довжину ферми визначається за формулою

$$P_s = S_0^n \cdot B \cdot \gamma_n = 1260 \cdot 6 \cdot 0,95 = 7254 \text{ кН/м}. \quad (2.4)$$

Розрахункова схема рами будівлі наведена на рисунку 2.2.

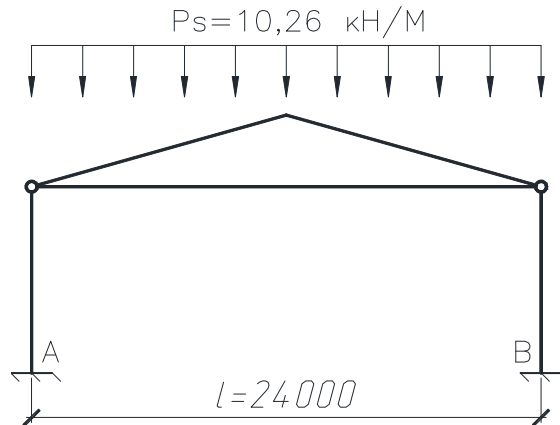


Рисунок 2.2 - Розрахункова схема і зусилля від снігового навантаження

2.1.2 Розрахунок вітрового навантаження

Схема розподілу зусиль на будівлю приведена на рисунку 2.3.

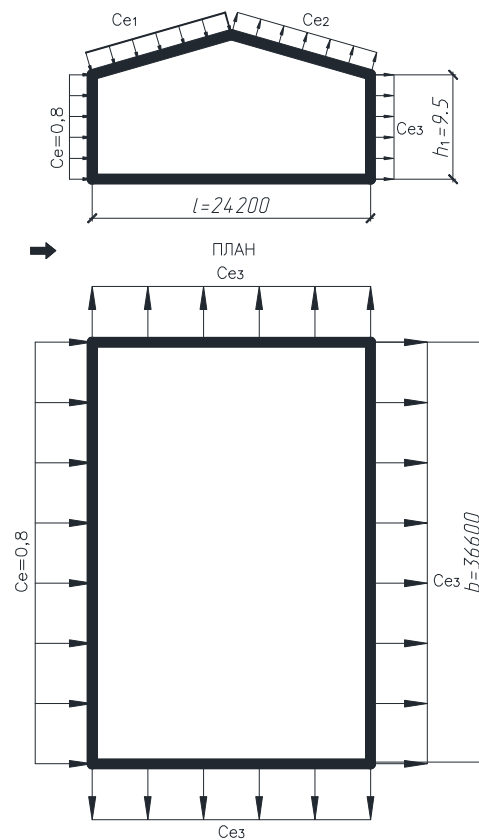


Рисунок 2.3 - До розрахунку вітрового навантаження

Нормативне вітрове навантаження дорівнює сумі середнього та пульсаційного навантаження і визначається за формулою

$$w = w_m + w_p \quad (2.5)$$

Нормативне значення вітрового тиску визначимо за формулою

$$w_m = w_0 k(z_e) c, \quad (2.6)$$

де w_0 – приймаємо по таблиці 5 [2] як для вітрового району IV, $w_0 = 480$

Па;

$k(z_e)$ – визначаємо по таблиці 6 [2], прийнято для місцевості типу А;

$z_e = 12,6$ м., при $k(12,6) = 1,07$;

$z_e = 9,5$ м., при $k(9,5) = 0,98$;

c - коефіцієнт має різні значення, приймаємо по додатку 4 [2].

Коефіцієнт Ce_1 знаходимо методом інтерполяції (додаток 4, [2]), $Ce_1 = -0,414$.

Коефіцієнт Ce_2 приймаємо по додатку 4 [2] рівним $-0,4$.

Коефіцієнт Ce_3 знаходимо методом інтерполяції (додаток 4, [2]), $Ce_3 = -0,432$.

Визначаємо нормативний вітровий тиск, отримуємо за формулами

$$w_m(Ce) = w_0 k(z_e) c = 480 \cdot 0,98 \cdot 0,8 = 376,3 \text{ Па}; \quad (2.7)$$

$$w_m(Ce_1) = 480 \cdot 0,98 \cdot (-0,414) = -194,7 \text{ Па}; \quad (2.8)$$

$$w_m(Ce_2) = 480 \cdot 1,07 \cdot (-0,4) = -205,4 \text{ Па}; \quad (2.9)$$

$$w_m(Ce_3) = 480 \cdot 0,98 \cdot (-0,432) = -203,2 \text{ Па}. \quad (2.10)$$

Пульсаційну складову не враховуємо згідно п. 6.2 [2].

Розрахунковий вітровий тиск визначаємо за формулами

$$w_m(Ce)^r = 376,3 \cdot 1,4 = 526,8 \text{ Па}; \quad (2.11)$$

$$w_m(Ce_1)^r = -194,7 \cdot 1,4 = -272,6 \text{ Па}; \quad (2.12)$$

$$w_m(Ce_2)^r = -205,4 \cdot 1,4 = -287,6 \text{ Па}; \quad (2.13)$$

$$w_m(Ce_3)^r = -203,2 \cdot 1,4 = -284,5 \text{ Па}. \quad (2.14)$$

Розрахункове вітрове навантаження на одну поперечну раму визначаємо за формулами

$$q(Se)^r = 526,8 \cdot 6 = 3,16 \text{ кН/м}; \quad (2.15)$$

$$q(Se_1)^r = -272,6 \cdot 6 = -1,64 \text{ кН/м}; \quad (2.16)$$

$$q(Se_2)^r = -287,6 \cdot 6 = -1,73 \text{ кН/м}; \quad (2.17)$$

$$q(Se_3)^r = -284,5 \cdot 6 = -1,71 \text{ кН/м}. \quad (2.18)$$

Розрахунок постійного навантаження на верхній пояс ферми. Всі розрахунки зведені в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 Врахування постійного навантаження.

| Найменування | Нормативне навантаження, Н/м ² | Коеф. надійності за навантаженням | Розрахункове навантаження, Н/м ² |
|------------------------|---|-----------------------------------|---|
| Сендвіч-панель ПТК П2С | 224 | 1,2 | 269 |
| Прогони | 122,3 | 1,05 | 128,1 |
| Власна вага ферми | 150 | 1,05 | 157,5 |
| Всього | 496,3 | | 555,6 |

Власна вага ферми зі зв'язками приймаємо за формулою Н.С. Стрілецького [11]

$$q_{\Phi}^n = \frac{\chi l \sum g}{\frac{R_y}{\gamma} - \chi l} = \frac{6,4 \cdot 24 \cdot 1606,3}{\frac{250 \cdot 10^6}{78500} - 6,4 \cdot 24} = 81,4 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}, \quad (2.19)$$

де $\sum g$ – розрахункове навантаження від покриття і снігу, Н/м², приймаємо $\sum g = 1260 + 224 + 122,3 = 1606,3 \text{ Н/м}^2$;

R_y – розрахунковий опір сталі поясів, приймаємо $R_y = 250 \text{ Мпа}$;

γ – питома вага сталі, $\gamma = 78500 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$;

χ – характеристика ферми, ($\chi = 6,4$ при $q = 15 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$, $\chi = 4,2$ при $q = 80 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$), при кроці ферм 6 м, приймаємо $q = 6 \cdot 1606,3 = 9638 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$, $\chi = 6,4$.

З урахуванням маси зв'язків, а також з урахуванням того, що в фермі багато елементів що працюють в малонавантаженому стані, то приймаємо остаточно

$q_{\Phi}^n \sim 100 \cdot 1,5 = 150 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$. Врахування постійного навантаження зведені в таблицю 2.1.

Розрахункове постійне навантаження ферми визначаємо за формулою

$$q_{\Pi} = q_p V \gamma_n = 555,6 \cdot 6 \cdot 0,95 = 3167 \text{ Н/м.} \quad (2.20)$$

де V – вантажна площа, дорівнює кроку колон, 6 м.;

γ_n - коефіцієнт надійності будівлі за призначенням, прийнятий для II класу, $\gamma_n = 0,95$.

2.1.3 Трикутна ферма. Підбір матеріалів

Відповідно до [2] температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92 дорівнює мінус 31⁰С. По [12] кресл.1 знаходимо, що потрібний район розташований в І4 кліматичному районі. Відповідно до отриманих даних і з умовою, що конструкція знаходиться в опалювальній зоні, по [13] табл. 50* для поясів, решіток, стикових накладок, Арк.ових деталей, вузлових фасонки і опорних плит ферми вибираємо сталь по [14] С255.

По табл. 51 [13] визначаємо, що для даної сталі, при товщині полиці елемента від 4 до 20 мм для Арк.ового, широкосмугового та універсального прокату $R_y = 240$ МПа. Для фасонного прокату при товщині елемента від 4 до 10 мм $R_y = 250$ Мпа, при товщині елементів від 10 до 20 мм $R_y = 240$ Мпа.

2.1.4 Трикутна ферма. Розрахунок зусиль в елементах

Розіб'ємо ферму на вузли і елементи, результат відображений на рисунку 2.4.

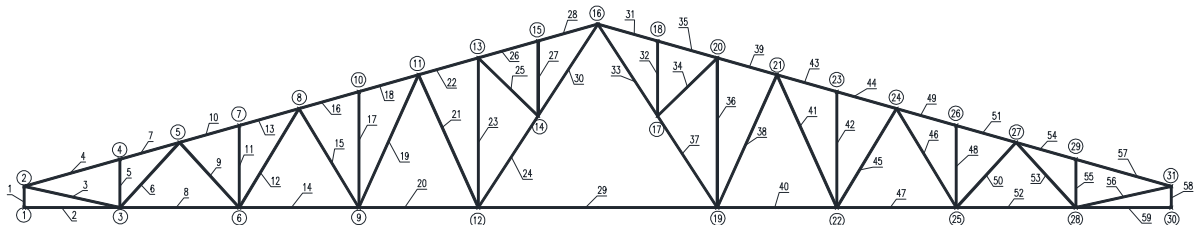


Рисунок 2.4 - Конструкція ферми

Геометричні характеристики ферми наведені в таблицях 2.2 і 2.3.

Навантаження визначимо згідно рекомендацій [15]:

1. Комбінація навантажень: постійне навантаження і снігове навантаження на весь проліт ферми.

2. Комбінація навантажень: постійне навантаження на весь проліт ферми і снігове навантаження на половину прольоту ферми.

Вітрові навантаження мають негативний знак по відношенню основних навантажень, тому в комбінації їх включати не будемо.

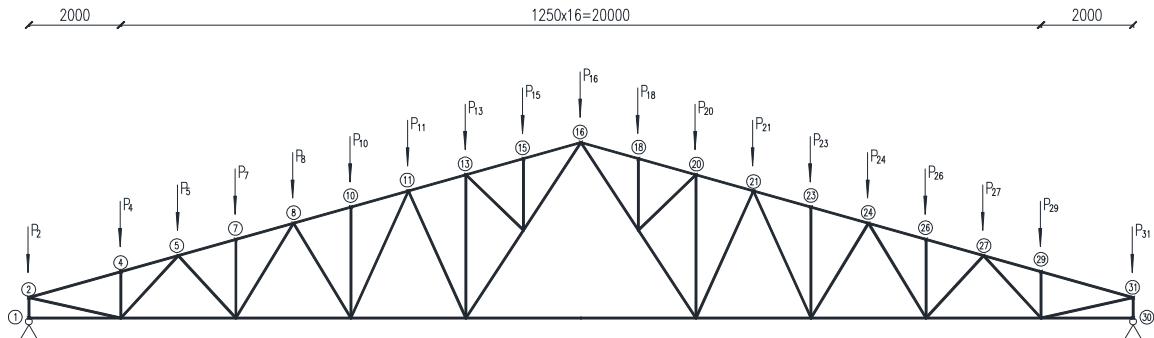


Рисунок 2.5 - Схема навантаження ферми

Розрахунок вузлових навантажень зведений в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Вузлові навантаження на ферму

| Номер вузла | Вантажна площа, м | Постійне навантаження, кН/м | Снігове навантаження, кН/м | Вузлове навантаження, кН |
|---|-------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Комбінація навантажень 1 | | | | |
| 2,31 | 2 | 3,2 | 10,26 | 26,92 |
| 4,29 | 1,625 | 3,2 | 10,26 | 21,87 |
| 5,7,8,10,11, 13,15, 16,18,20,21, 23,24, 26,27 | 1,25 | 3,2 | 10,26 | 16,83 |
| Комбінація навантажень 2 | | | | |
| 2 | 2 | 3,2 | 10,26 | 26,92 |
| 4 | 1,625 | 3,2 | 10,26 | 21,87 |
| 5,7,8,10,11, 13,15 | 1,25 | 3,2 | 10,26 | 16,83 |
| 16 | 1,25 | 3,2 | 10,26 | 10,41 |
| 18,20,21,23, 24,26,27 | 1,25 | 3,2 | 0 | 4,00 |
| 29 | 1,625 | 3,2 | 0 | 5,20 |
| 31 | 2 | 3,2 | 0 | 6,40 |

Розрахунок проводимо методом скінченних елементів, результати розрахунку зведені в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Розрахункові зусилля в стержнях ферми

| Номер стержня | Комбін. н-нь. 1 | Комбін. н-нь. 2 | Номер стержня | Комбін. н-нь. 1 | Комбін. н-нь. 2 |
|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 175,02 | 135,63 | 31 | 313,03 | 129,82 |
| 2 | 0,00 | 0,00 | 32 | 16,83 | 0,00 |
| 3 | -298,13 | -218,84 | 33 | -91,92 | 7,02 |
| 4 | 302,37 | 221,96 | 34 | -9,33 | 0,00 |
| 5 | 21,87 | 21,87 | 35 | 313,03 | 129,82 |
| 6 | 58,91 | 35,38 | 36 | 25,25 | 0,01 |
| 7 | 302,37 | 221,96 | 37 | -79,63 | 7,02 |
| 8 | -330,51 | -237,32 | 38 | 45,56 | -6,47 |
| 9 | -16,62 | -2,76 | 39 | 306,08 | 129,82 |
| 10 | 355,23 | 248,65 | 40 | -313,03 | -122,24 |
| 11 | 16,83 | 16,83 | 41 | -37,71 | 8,35 |
| 12 | -5,29 | -17,24 | 42 | 16,83 | 0,00 |
| 13 | 355,23 | 248,65 | 43 | 341,43 | 123,53 |
| 14 | -338,98 | -230,31 | 44 | 341,43 | 123,53 |
| 15 | 20,52 | 28,99 | 45 | 20,52 | -8,90 |
| 16 | 341,43 | 223,93 | 46 | -5,29 | 12,56 |
| 17 | 16,83 | 16,83 | 47 | -338,98 | -114,25 |
| 18 | 341,43 | 223,93 | 48 | 16,83 | 0,00 |
| 19 | -37,71 | -45,67 | 49 | 355,23 | 112,06 |
| 20 | -313,03 | -196,75 | 50 | -16,62 | -14,57 |
| 21 | 45,56 | 51,73 | 51 | 355,23 | 112,06 |
| 22 | 306,08 | 182,58 | 52 | -330,51 | -97,99 |
| 23 | 25,25 | 25,25 | 53 | 58,92 | 24,74 |
| 24 | -79,63 | -86,33 | 54 | 302,37 | 84,56 |
| 25 | -9,33 | -9,33 | 55 | 21,87 | 0,01 |
| 26 | 313,03 | 189,53 | 56 | -298,13 | -83,37 |
| 27 | 16,83 | 16,83 | 57 | 302,37 | 84,56 |
| 28 | 313,03 | 189,53 | 58 | 175,01 | 41,42 |
| 29 | -251,14 | -128,70 | 59 | 0,00 | 0,00 |
| 30 | -91,92 | -98,62 | | | |

Примітка: «+» - стислий стержень, «-» розтягнутий

Приймаємо товщину фасонки ферми рівній 10 мм відповідно до [11], таб-лиця 4 з урахуванням максимального зусилля в стержні ферми рівним 338,98 кН (елемент номер 14).

Підбір стержнів верхнього поясу.

Верхній пояс приймаємо без зміни перетину по всій довжині і розраховуємо на його максимальне зусилля $N = 355,23$ кН (стержні 13 і 49). Задаємося гнучкістю $\lambda = 90$ при $R_y = 250$ МПа по [13], таблиця 72 $\varphi = 599,8 \cdot 10^{-3}$.

Необхідна площа перерізу визначається за формулою

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{355,23 \cdot 10^3}{0,5998 \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 2,494 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 24,94 \text{ см}^2 \quad (2.21)$$

Приймаємо 2L90x6 по [16] $A = 10,61 \cdot 2 = 21,22 \text{ см}^2$, $i_x = 2,78 \text{ см}$, $i_y = 4,04 \text{ см}$. Гнучкості стержня визначаємо за формулами

$$\lambda_x = \frac{l}{i_x} = \frac{1,299}{2,78 \cdot 10^{-2}} = 46,73, \text{ тоді } \varphi_x = 0,863; \quad (2.22)$$

$$\lambda_y = \frac{l}{i_y} = \frac{1,299}{4,04 \cdot 10^{-2}} = 32,15, \text{ тоді } \varphi_y = 0,922. \quad (2.23)$$

Граничні гнучкості визначаємо за формулами

$$\alpha_x = \frac{N}{\varphi_x A \cdot R_y \gamma_c} = \frac{355,23 \cdot 10^3}{0,863 \cdot 21,22 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,817. \quad (2.24)$$

$$[\lambda_x] = 180 - 60 \cdot \alpha_x = 180 - 60 \cdot 0,817 = 131 > \lambda_x. \quad (2.25)$$

$$\alpha_y = \frac{N}{\varphi_y A R_y \gamma_c} = \frac{355,23 \cdot 10^3}{0,922 \cdot 21,22 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,764. \quad (2.26)$$

$$[\lambda_y] = 180 - 60 \cdot \alpha_y = 180 - 60 \cdot 0,764 = 134 > \lambda_y. \quad (2.27)$$

Перевірку стійкості стержня проведемо за формулою

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} A} = \frac{355,23 \cdot 10^3}{0,863 \cdot 21,22 \cdot 10^{-4}} = 194 \text{ МПа} < R_y \gamma_c = 250 \cdot 0,95 = 237,5 \text{ МПа}. \quad (2.28)$$

Стійкість забезпечена.

Підбір перерізу нижнього поясу.

Максимальне зусилля в нижньому поясі рівно $N = 338,98$ кН. Необхідну площу перерізу визначимо за формулою

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{338,98 \cdot 10^3}{250 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 14,27 \text{ см}^2. \quad (2.29)$$

Необхідні радіуси інерції визначимо за формулами

$$i_{x\text{тр}} = \frac{l}{[\lambda]} = \frac{5}{400} = 1,25 \text{ см.} \quad (2.30)$$

$$i_{y\text{тр}} = \frac{l}{[\lambda]} = \frac{15}{400} = 3,75 \text{ см.} \quad (2.31)$$

Приймаємо 2L75x6 по [16] $A = 8,78 \cdot 2 = 17,56 \text{ см}^2$, $i_x=2,3 \text{ см}$, $i_y=3,44 \text{ см}$.

Гнучкості стержня отримаємо за формулами

$$\lambda = \frac{l}{i_x} = \frac{5000}{23} = 217,4 < [\lambda] = 400. \quad (2.32)$$

$$\lambda = \frac{l}{i_y} = \frac{5000}{34,4} = 145,4 < [\lambda] = 400. \quad (2.33)$$

Перевірка виконання умови на міцність проведемо за формулою

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{338,98 \cdot 10^3}{17,56 \cdot 10^{-4}} = 193,3 \text{ МПа} < R_y \gamma_c = 250 \cdot 0,95 = 237,5 \text{ МПа.} \quad (3.34)$$

Умова виконується.

Розрахунок зварних швів кріплення решітки ферми до верхнього і нижнього поясу.

Для зварних з'єднань застосуємо напівавтоматичне зварювання під флюсом дротом СВ-08А $d=2\text{мм}$ [17]. Коефіцієнти та розрахункові опори, що приймаються при розрахунку по металу шва: $\beta_f = 0,9$; $\gamma_{\omega f} = 1$; $R_{\omega f} = 180 \text{ МПа}$ [13], табл.56*.

$$\beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} = 0,9 \cdot 1 \cdot 180 = 162 \text{ МПа.} \quad (2.35)$$

При розрахунку по металу границя плавлення $\beta_z = 1,05$, $\gamma_{\omega z} = 1$.

$$R_{\omega z} = 0,45 R_{un} = 0,45 \cdot 380 = 171 \text{ МПа,} \quad (2.36)$$

де $R_{un} = 380 \text{ МПа}$, [10] табл. 51.

$$\beta_z \gamma_{\omega z} R_{\omega z} = 1,05 \cdot 1 \cdot 171 = 179,6 \text{ МПа;} \quad (2.37)$$

$$B_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} = 162 \text{ МПа} < \beta_z \gamma_{\omega z} R_{\omega z} = 179,6 \text{ МПа.} \quad (2.38)$$

Несуча здатність зварних швів визначається міцністю металу зварного шва і обчислюється за формулою

$$l_{\omega} = \frac{N_{об}}{n K_f \beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + a, \quad (2.39)$$

де $N_{об}$ – зусилля, що діє на обушок (перо) кутників;

n - кількість швів ($n=2$);

a - довжина шва на не провар ($a=1-2$ см);

K_f - катет шва.

Величина зварного шва повинна бути в межах нерівності

$$K_{f,min} \leq K_f \leq K_{f,max}, \quad (3.40)$$

де $K_{f,min}$ - мінімальний катет згідно [13], табл. 38, приймаєм $K_{f,min} = 5$ мм;

$K_{f,max}$ - максимальний катет шва дорівнює: для шва по обушка $1,2t_{yr}$; для шва по перу $K_{f,max} = t_{yr} - 1$, при $t_{yr} \leq 6$ мм;

$$K_{f,max} = t_{yr} - 2, \text{ при } t_{yr} = 7 - 16 \text{ мм}, \quad (3.41)$$

де t_{yr} - товщина прикріплювального кутника.

Число різних по товщині швів на всю ферму не повинно бути більше 4. Величини довжин швів повинні бути кратними 10 мм, мінімальна довжина швів приймається рівною 60 мм.

Величину зусилля по обушку приймаємо з множником 0,7 від загального зусилля, по перу - з множником 0,3 [11].

2.1.5 Розрахунок і конструювання вузлів ферми

Розбивка ферми на вузли показана на рис. 2.6.

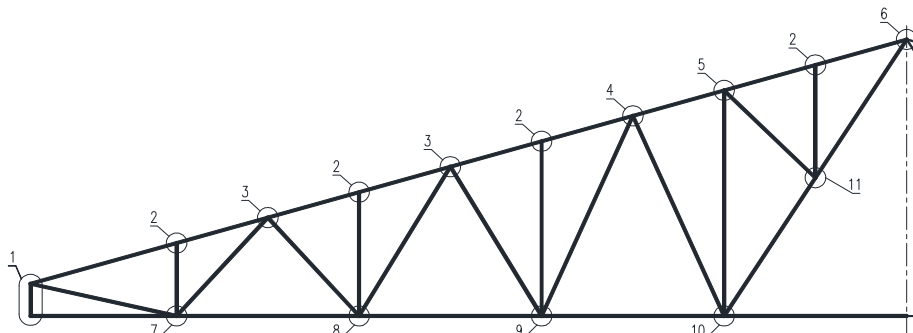


Рисунок 2.6 - Позначення вузлів ферми з парних кутників

Вузол 1

Максимальне зусилля в елементах решітки - $N = 298,8$ кН. Відповідно максимальна розрахункова довжина зварного шва, катетом 5 мм по обушку, визначається нерівністю

$$l = 14,56 \text{ см.} > l_{min} = 6 \text{ см.} \quad (2.42)$$

Приймаєм довжину шва 15 см.

Максимальне поясне зусилля $N = 302,4$ кН. Вертикальне зусилля на пояс $P = 16,83$ кН. Відповідно максимальне розрахункове зусилля визначається по формулі $N = \sqrt{302,4^2 + 16,8^2} = 302,9$ кН. (2.43)

Довжина зварного шва, катетом 5 мм по обушку, визначається за формулою

$$l_{\omega} = \frac{N}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{302900}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = 0,207 \text{ м} > l_{min} = 6 \text{ см} \quad (2.44)$$

Приймаємо довжину шва конструктивно не менше 21 см.

Конструкція вузла 1 представлена на рисунку 2.7.

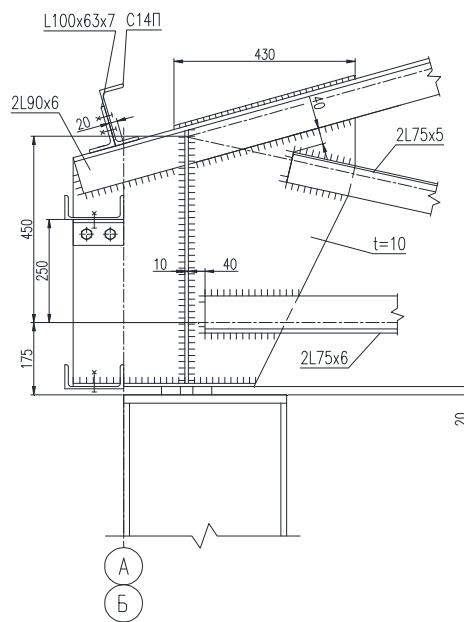


Рисунок 2.7 - Вузол 1

Вузол 2

Максимальне зусилля в вертикальному елементі (стержні 5 і 55) - $N = 21,87$ кН. Відповідно максимальна розрахункова довжина зварного шва, катетом 5 мм по обушку, визначається нерівністю

$$l = 1,99 \text{ см.} < l_{min} = 6 \text{ см.} \quad (2.46)$$

Приймаємо довжину шва 6 см.

Різницю зусиль між поясними зусиллями визначаємо за формулою

$$\Delta N = N_{\text{лев.стерж}} - N_{\text{прав.стерж}} = 0. \quad (2.47)$$

Вертикальне зусилля на пояс $P = 21,97$ кН. Відповідно по [18] максимальне розрахункове зусилля визначаємо за формулою

$$N = \sqrt{(\Delta N)^2 + P^2} = 21,97 \text{ кН}. \quad (2.48)$$

Довжина зварного шва, катетом 5 мм по обушку, визначається за формулою

$$l_{\omega} = \frac{N}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{21970}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = 0,02 \text{ м} < l_{\min} = 6 \text{ см} \quad (2.49)$$

Приймаємо довжину шва конструктивно не менше 6 см.

Мінімальна відстань між зварними швами кутників поясів і решітки [11], стор. 24 визначимо за формулою

$$\alpha = 6t_{\phi} - 20 = 6 \cdot 10 - 20 = 40 \text{ мм}, \quad (2.50)$$

де $t_{\phi} = 10$ мм – товщина фасонки.

Конструкція вузла 2 представлена на рисунку 2.8.

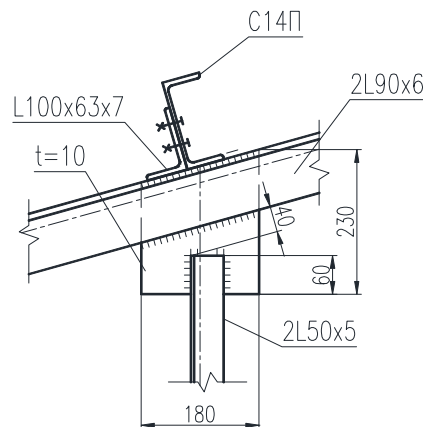


Рисунок 3.8 - Вузол 2

Вузол 3

Максимальне зусилля в елементах решітки (стержні 6 і 53) - $N = 58,92$ кН. Відповідно максимальна розрахункова довжина зварного шва, катетом 5 мм по обушку, визначається нерівністю

$$l = 3,68 \text{ см} < l_{\min} = 6 \text{ см}. \quad (2.51)$$

Приймаємо довжину шва 6 см.

Різницю зусиль між поясними зусиллями визначимо за формулою

$$\Delta N = N_{\text{лев.стерж}} - N_{\text{прав.стерж}} = N_{10} - N_7 = 355,2 - 302,4 = 52,8 \text{ кН.} \quad (2.52)$$

Вертикальне зусилля на пояс $P = 16,83$ кН. Відповідно максимальне розрахункове зусилля розрахуємо за формулою

$$N = \sqrt{52,8^2 + 16,8^2} = 55,41 \text{ кН.} \quad (2.53)$$

Довжина зварного шва, катетом 5 мм, по обушку визначається за формулою

$$l_{\omega} = \frac{N}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{55410}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = 0,035 \text{ м.} < l_{\min} = 6 \text{ см} \quad (2.54)$$

Приймаємо довжину шва конструктивно не менше 6 см.

Конструкція вузла 3 представлена на рисунку 2.9.

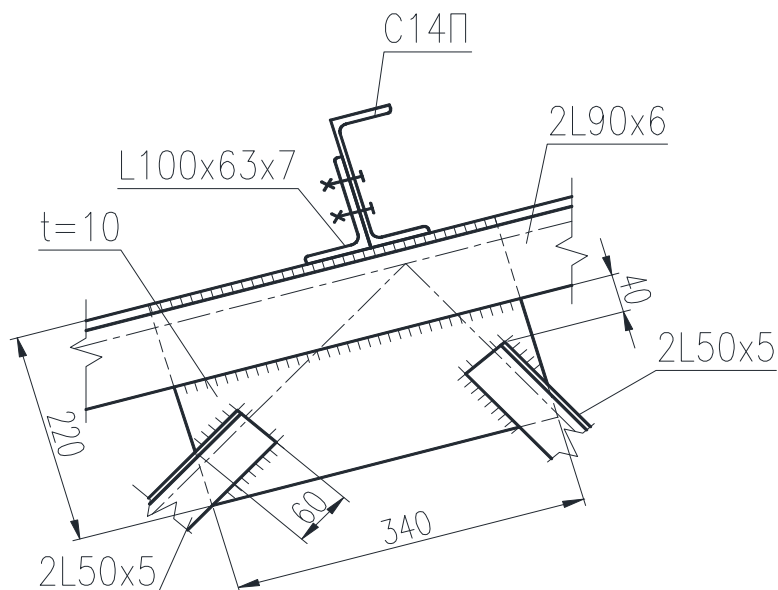


Рисунок 2.9 - Вузол 3

Вузол 4

Максимальне зусилля в елементах решітки (стержні 19 і 21) - $N = 51,7$ кН. Відповідно максимальна розрахункова довжина зварного шва, катетом 5 мм по обушку, визначається з нерівності

$$l = 3,35 \text{ см.} < l_{\min} = 6 \text{ см.} \quad (2.55)$$

Приймаємо довжину шва 6 см.

Різниця зусиль між поясними зусиллями визначимо за формулою

$$\Delta N = N_{\text{лев.стерж}} - N_{\text{прав.стерж}} = N_{18} - N_{22} = 341,4 - 306,1 = 35,3 \text{ кН.} \quad (2.56)$$

Вертикальне зусилля на пояс $P_7 = 16,83 \text{ кН}$. Відповідно максимальне розрахункове зусилля визначається по формулі

$$N = \sqrt{35,3^2 + 16,8^2} = 39,1 \text{ кН.} \quad (2.57)$$

Довжину зварного шва катетом 5 мм по обушка визначаємо за формулою

$$l_{\omega} = \frac{N}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{39100}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = 0,028 \text{ м.} < l_{\min} = 6 \text{ см} \quad (2.58)$$

Приймаємо довжину шва конструктивно не менше 6 см.

Конструкція вузла 4 представлена на рисунку 2.10.

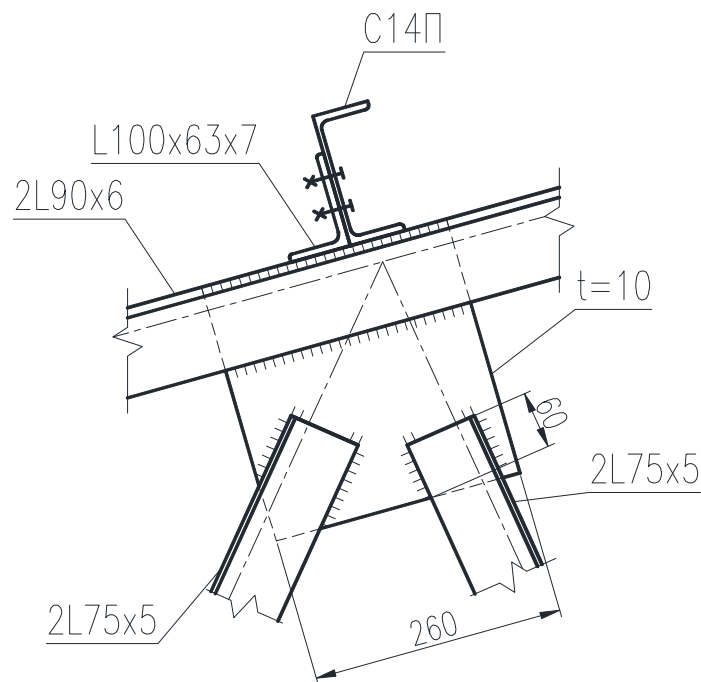


Рисунок 2.10 - Вузол 4

Вузол 5

Максимальне зусилля в елементах решітки (стержні 23 і 36) - $N = 25,2 \text{ кН}$. Відповідно максимальна розрахункова довжина зварного шва, катетом 5 мм по обушку, приймається згідно нерівності

$$l = 2,15 \text{ см.} < l_{\min} = 6 \text{ см.} \quad (2.59)$$

Приймаємо довжину шва 6 см.

Різницю зусиль між поясними зусиллями визначається за формулою

$$\Delta N = N_{\text{лев.стерж}} - N_{\text{прав.стерж}} = N_{22} - N_{26} = 313,0 - 306,1 = 6,9 \text{ кН.} \quad (2.60)$$

Вертикальне зусилля на пояс $P_7 = 16,83 \text{ кН}$. Відповідно максимальне розрахункове зусилля визначимо по формулі

$$N = \sqrt{6,9^2 + 16,8^2} = 18,2 \text{ кН.} \quad (2.60)$$

Довжина зварного шва, катетом 5 мм по обушку, визначається за формулою

$$l_{\omega} = \frac{N}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{18200}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = 0,018 \text{ м.} < l_{\min} = 6 \text{ см.} \quad (2.61)$$

Приймаємо довжину шва конструктивно не менше 6 см.

Конструкція вузла 5 представлена на рисунку 2.11.

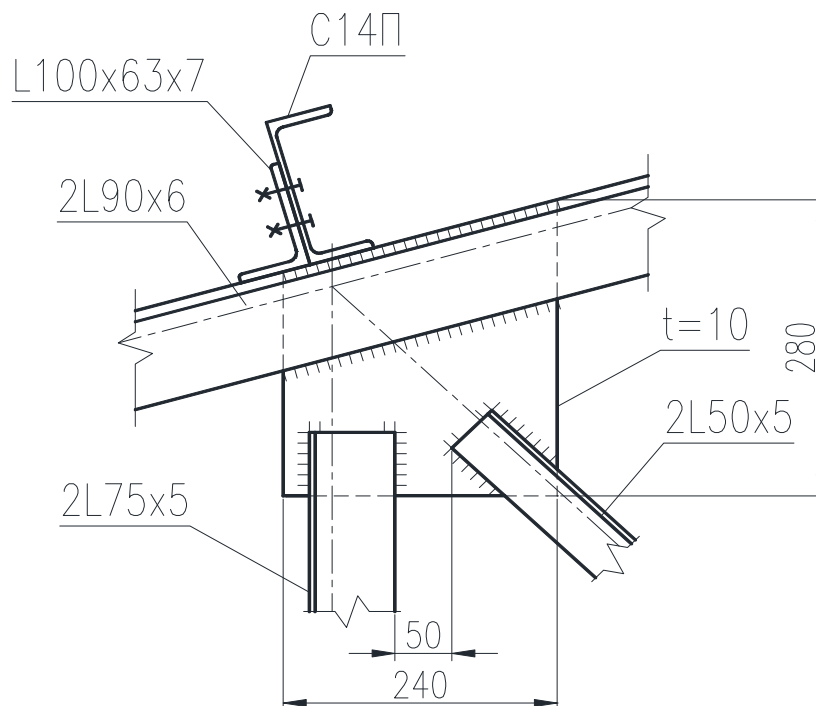


Рисунок 2.11 - Вузол 5

Вузол 6

Зусилля в стикі визначимо за формулою

$$N_c = 1,2N = 1,2 \cdot 313,03 = 375,6 \text{ кН.} \quad (2.62)$$

Ширина накладки визначається за формулою

$$l_{\text{н}} = 2l_{\text{уг}} + t_{\text{ф}} + 2c = 2 \cdot 90 + 10 + 2 \cdot 20 = 230 \text{ мм}, \quad (2.63)$$

де $l_{\text{уг}} = 90$ – ширина поясних кутників;

$t_{\text{ф}} = 10$ – товщина фасонки;

$c = 20$ – випуски.

Товщина накладки визначається за формулою

$$t_{\text{н}} = \frac{\alpha N_c}{R_y b_{\text{н}}} = \frac{0,7 \cdot 375,6 \cdot 10^3}{240 \cdot 10^6 \cdot 230 \cdot 10^{-3}} = 0,0047 \text{ м} < t_{\text{ф}} = 10 \cdot 10^{-3}. \quad (2.64)$$

Приймаємо $t_{\text{н}} = t_{\text{ф}} = 10$ мм.

Монтажний стик двох відправних марок ферм здійснюється за допомогою ручної зварки електродами Э42А.

Розрахунок зварних швів по металу шва: $\beta_f = 0,7$; $\gamma_{\omega f} = 1$; $R_{\omega f} = 180$ МПа [13], табл.56*.

$$\beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} = 0,7 \cdot 1 \cdot 180 = 126 \text{ МПа}. \quad (2.65)$$

При розрахунку по металу границя плавлення: $\beta_z = 1$, $\gamma_{\omega z} = 1$.

$$R_{\omega z} = 0,45 R_{un} = 0,45 \cdot 380 = 171 \text{ МПа}, \quad (2.66)$$

де $R_{un} = 380$ МПа, [13] табл. 51;

$$\beta_z \gamma_{\omega z} R_{\omega z} = 1 \cdot 1 \cdot 171 = 171 \text{ МПа}; \quad (2.67)$$

$$\beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} = 126 \text{ МПа} < \beta_z \gamma_{\omega z} R_{\omega z} = 171 \text{ МПа}. \quad (2.68)$$

Згідно нерівності (3.68) розрахунок ведемо по металу шва.

Необхідна довжина швів прикріплення накладки до полиць поясних кутників визначається за формулою

$$l_{\omega} = \frac{N}{K_f \beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 0,04 = \frac{313,03 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 126 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,04 = 0,56 \text{ м}. \quad (2.69)$$

Приймаємо довжину швів згідно рисунку 2.12.

Довжина зварних швів прикріплення верхнього пояса до фасонки визначається за формулою

$$l_{\omega} = \frac{(1-\alpha)N_c}{n K_f \beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} = \frac{(1-0,7)375,6 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 126 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,073 \text{ м}. \quad (2.70)$$

Перевірка міцності вузла верхнього пояса ферми. Характеристики перетину визначаємо за формулами

$$z_0 = \frac{\sum S}{\sum A} = \frac{230 \cdot 10,4 \cdot (265 + 0,5 \cdot 10,4) + 265 \cdot 10 \cdot 265 \cdot 0,5}{230 \cdot 10,4 + 265 \cdot 10} = 197,8 \text{ мм.} \quad (2.71)$$

$$I_x = 3,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4. \quad (2.72)$$

$$W_x = \frac{3,9 \cdot 10^{-5}}{197,8 \cdot 10^{-3}} = 1,97 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3. \quad (2.73)$$

Ексцентриситет прикладання сили (приймаємо, що зусилля прикладено вздовж центру ваги кутників пояса $x_0 = 25,1$ мм) визначимо за формулою

$$e = 265 - 25,1 - 197,8 = 42,1 \text{ мм.} \quad (2.74)$$

Найбільше стискуюче напруження отримаємо за формулою

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{Ne}{W_x} = \frac{313,03 \cdot 10^3}{5,04 \cdot 10^{-3}} + \frac{313,03 \cdot 10^3 \cdot 42,1 \cdot 10^{-3}}{1,97 \cdot 10^{-4}} = 129 \text{ МПа} < R_y \gamma_c = 240 \cdot 0,95 = 228 \text{ МПа.} \quad (2.75)$$

Катет кутових швів для приєднання вертикальних накладок визначимо за формулою

$$k_f = \frac{R_y t_\phi}{2\beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f}} = \frac{240 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 126 \cdot 10^6} = 9,5 \text{ мм,} \quad (2.76)$$

приймаємо $k_f = 10$ мм. Конструкція вузла б представлена на рисунку 2.12.

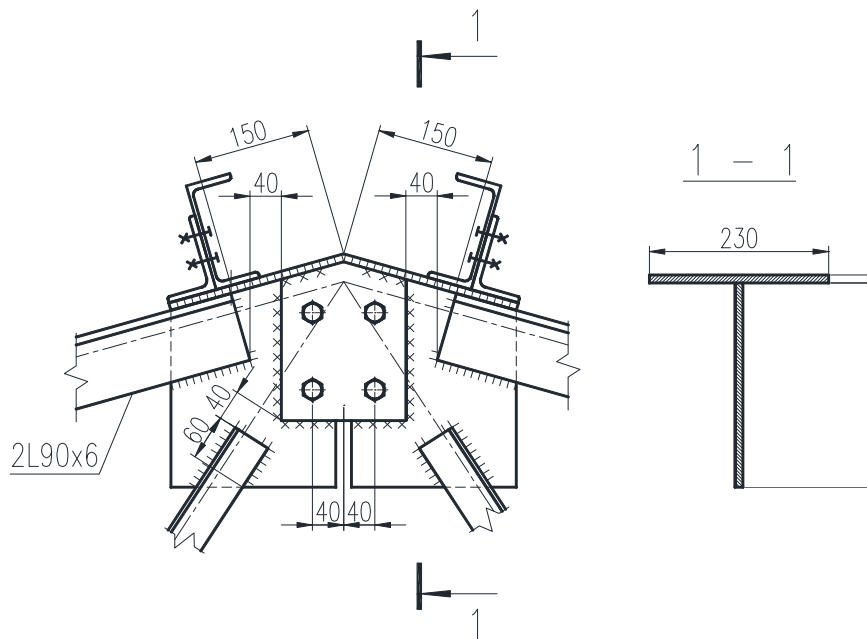


Рисунок 2.12 - Вузол б

Вузол 7

Максимальне зусилля в елементах решітки (стержні 3 і 56) - $N = 298,1$ кН. Відповідно, максимальна розрахункова довжина зварного шва, катетом 5 мм по оболу, визначається за формулою

$$l_{\omega} = \frac{N_{об}}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{0,7 \cdot 298,1 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = 0,146 \text{ м} > l_{min} = 0,06 \text{ м.} \quad (2.77)$$

Приймаємо довжину шва 15 см.

Різниця зусиль між поясними зусиллями визначається за формулою

$$\Delta N = N_{лев.стерж} - N_{прав.стерж} = N_2 - N_8 = 330,5 - 0 = 330,5 \text{ кН.} \quad (2.78)$$

Длина сварного шва, катетом 5 мм по оболу, определяется по формуле

$$l_{\omega} = \frac{N}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{330500}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = 0,225 \text{ м.} > l_{min} = 6 \text{ см.} \quad (2.79)$$

Приймаємо довжину шва конструктивно не менше 22,5 см.

В інших елементах решітки зусилля незначні і довжина необхідного шва не перевищує 60 мм (див. таблицю 3.7), таким чином, приймаємо довжину шва 60 мм. Конструкція вузла 7 представлена на рисунку 2.13.

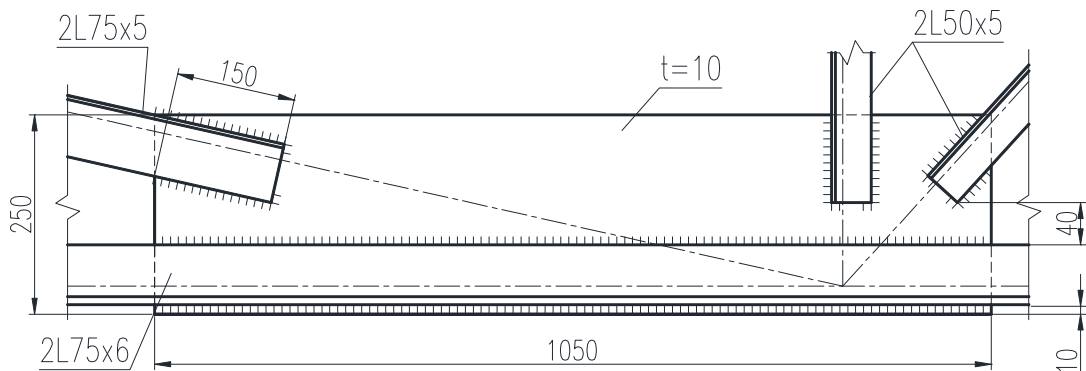


Рисунок 2.13 - Вузол 7

Вузол 8

Різницю зусиль між поясними зусиллями визначимо за формулою

$$\Delta N = N_{лев.стерж} - N_{прав.стерж} = N_8 - N_{14} \leq 8,5 \text{ кН.} \quad (2.80)$$

Зусилля незначне (див. розрахунок вузла 4), приймаємо довжину шва конструктивно не менше 6 см.

В елементах решітки зусилля незначні і довжина необхідного шва не перевищує 60 мм (див. таблицю 3.7), таким чином, приймаємо довжину шва 60 мм.

Конструкція вузла 8 представлена на рисунку 2.14.

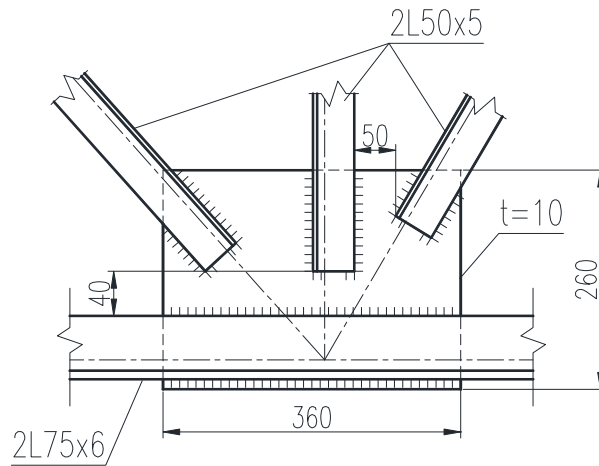


Рисунок 2.14 - Вузол 8

Вузол 9

Різницю зусиль між поясними зусиллями визначимо за формулою

$$\Delta N = N_{\text{лев.стерж}} - N_{\text{прав.стерж}} = N_{14} - N_{20} = 26 \text{ кН.} \quad (2.81)$$

Зусилля незначне (див. розрахунок вузла 4), приймаємо довжину шва конструктивно не менше 6 см.

В елементах решітки зусилля незначні і довжина необхідного шва не перевищує 60 мм (див. таблицю 2.7), таким чином, приймаємо довжину шва 60 мм.

Конструкція вузла 9 представлена на рисунку 2.15.

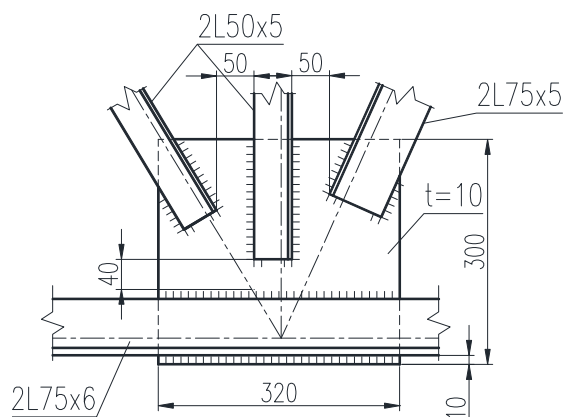


Рисунок 2.15 - Вузол 9

Вузол 10

Зусилля в лівому стержні номер 20 (40) дорівнює 313 кН, відповідно довжина зварного шва катетом 5 мм по оболушку визначається за формулою

$$l_{\omega} = \frac{N}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{0,7 \cdot 313 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = 0,152 \text{ м.} \quad (2.82)$$

Приймаємо довжину шва 155 мм.

Розрахункове зусилля в правому стержні номер 29 дорівнює 215,1 кН. Кріпимо пояс монтажними болтами, потім обварюються зварюванням. Монтажний стик здійснюється за допомогою ручної зварки електродами Э42А.

Розрахунок зварних швів по металу шва: $\beta_f = 0,7$; $\gamma_{\omega f} = 1$; $R_{\omega f} = 180$ МПа [13], табл.56*.

$$\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f} = 0,7 \cdot 1 \cdot 180 = 126 \text{ МПа.} \quad (2.83)$$

При розрахунку по металу границя плавлення: $\beta_z = 1$, $\gamma_{\omega z} = 1$,

$$R_{\omega z} = 0,45R_{un} = 0,45 \cdot 380 = 171 \text{ МПа,} \quad (2.84)$$

де $R_{un} = 380$ МПа, [13] табл. 51;

$$\beta_z\gamma_{\omega z}R_{\omega z} = 1 \cdot 1 \cdot 171 = 171 \text{ МПа;} \quad (2.85)$$

$$\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f} = 126 \text{ МПа} < \beta_z\gamma_{\omega z}R_{\omega z} = 171 \text{ МПа.} \quad (2.86)$$

Розрахунок ведемо по металу шва.

Необхідна довжина швів визначається за формулою

$$l_{\omega} = \frac{N}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{0,7 \cdot 215,1 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 126 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = 0,135 \text{ м} \quad (2.87)$$

В елементах решітки зусилля незначні і довжина необхідного шва не перевищує 60 мм (див. таблицю 3.7), таким чином, приймаємо довжину шва 60 мм. Конструкція вузла 10 представлена на рисунку 2.16.

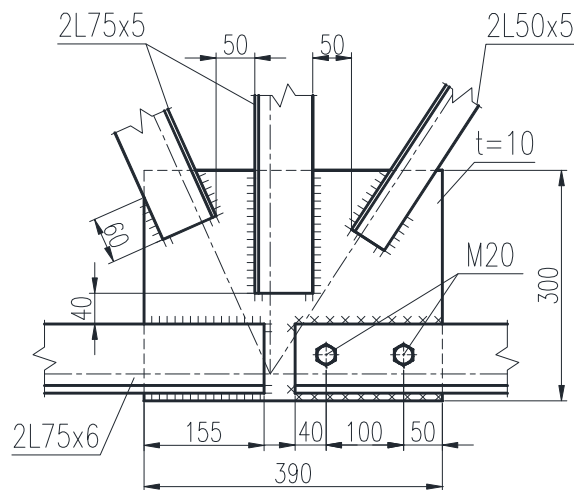


Рисунок 2.16 - Вузол 10

Вузол 11

Зусилля в елементах незначні і довжина необхідного шову не перевищує 60 мм (див. таблицю 3.7), таким чином, приймаємо довжину швів не менше 60 мм. Конструкція вузла 11 представлена на рисунку 2.17.

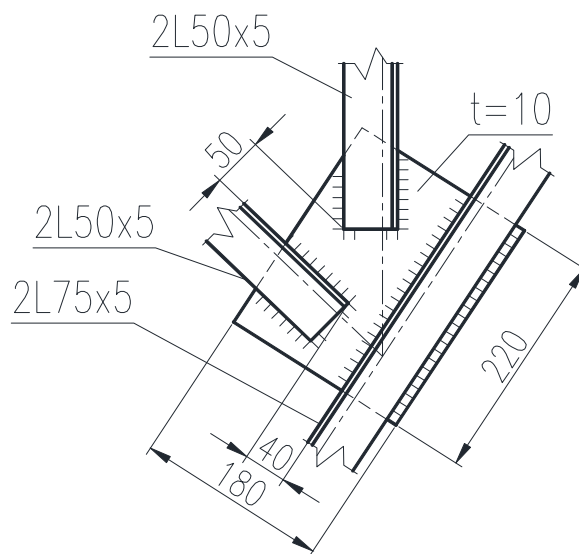


Рисунок 2.17 - Вузол 11

2.1.6 Визначення прогинів ферми

Визначення прогинів ферми ведемо по [11].

Прогин визначаємо від нормативного навантаження за формулою Мора

$$f = \sum \frac{N_i N_{pi}}{EA_i}, \quad (2.88)$$

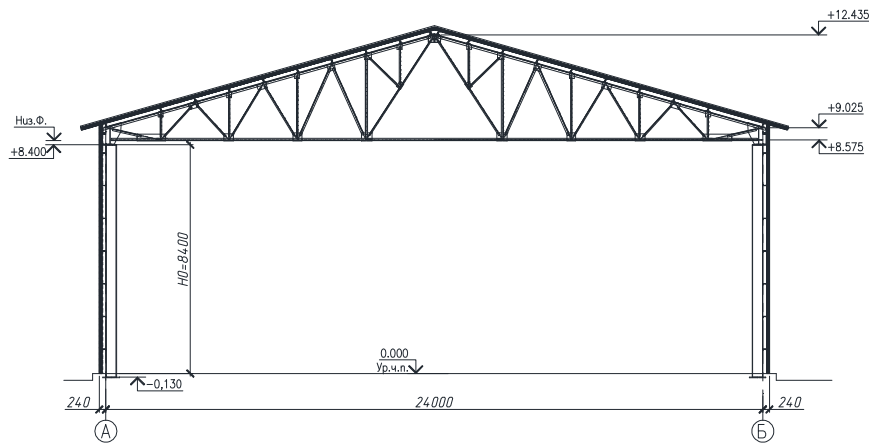


Рисунок 3.19 - Схема поперечної рами каркаса будівлі.

2.1.8 Статичний розрахунок рами каркаса

Відповідно до рекомендацій [19], [20] приймаємо розрахункову схему наведену на рисунку 2.20.

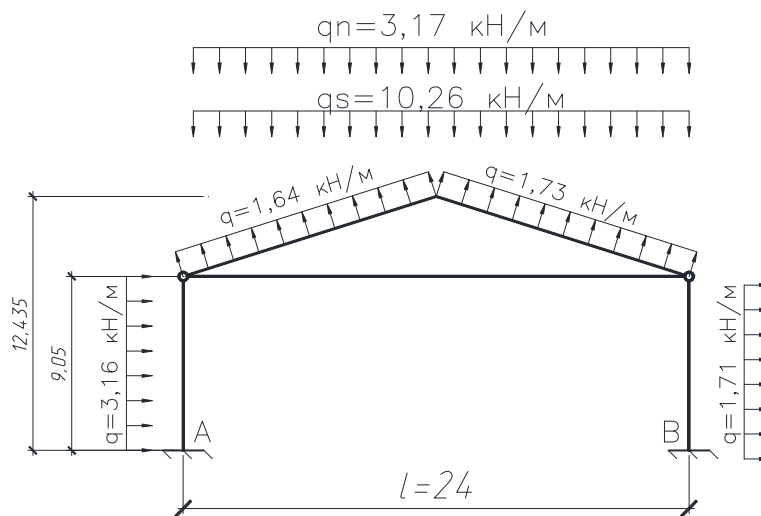


Рисунок 2.20 - Розрахункова схема поперечної рами каркаса будівлі

Епюри моментів від різних навантажень наведені нижче на рисунках 2.21, 2.22 і 2.23.

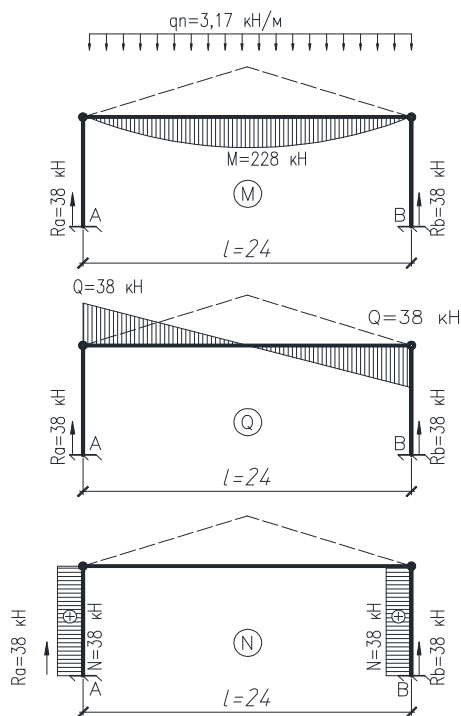


Рисунок 2.21 – Епюри моментів від постійного навантаження

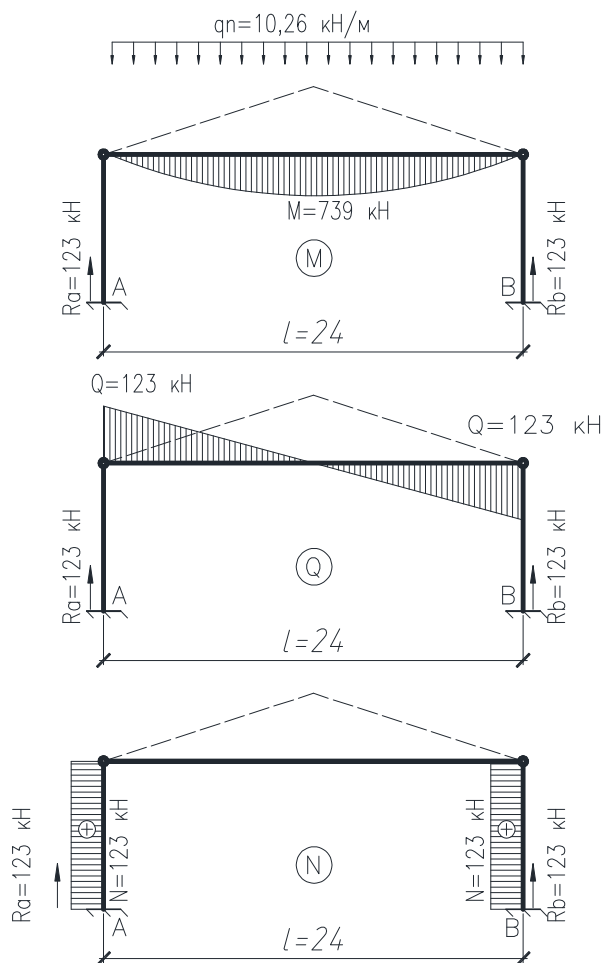


Рисунок 2.22 – Епюри моментів від снігового навантаження

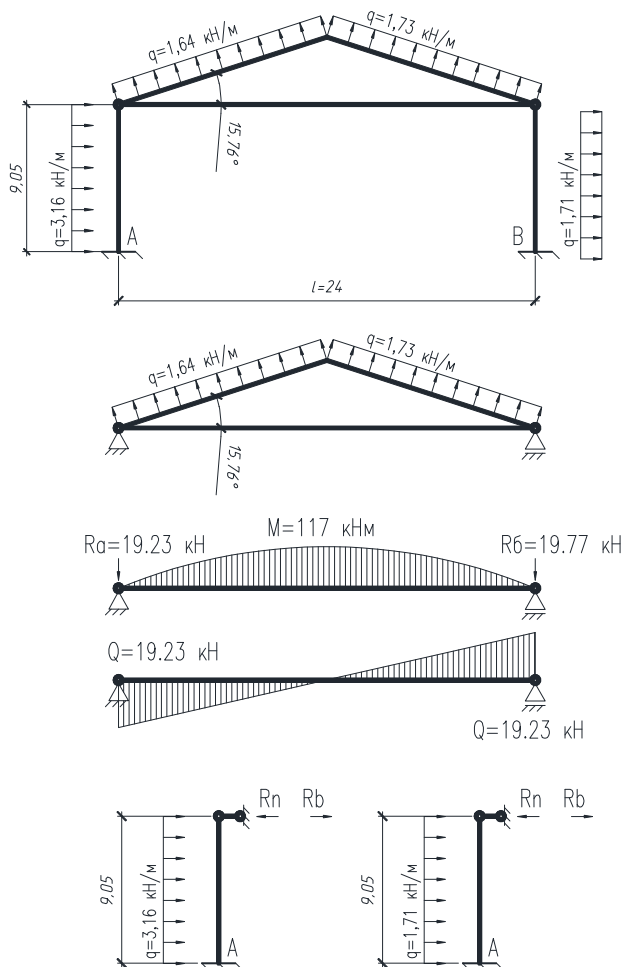


Рисунок 2.23 – Епюри моментів від вітрового навантаження

Знайдемо згинальні моменти в стійках рами згідно [20] (2.4) за формулами

$$R_n = R_b - r_b \frac{\sum R_b}{\sum r_b}, \quad (2.91)$$

$$\text{Де } R_{b1} = -\frac{3}{8}qH = -\frac{3}{8}qH = -\frac{3}{8} \cdot 3,16 \cdot 9,05 = -10,72 \text{ кН.} \quad (2.92)$$

$$R_{b2} = -\frac{3}{8}qH = -\frac{3}{8}qH = -\frac{3}{8} \cdot 1,71 \cdot 9,05 = -5,8 \text{ кН.} \quad (2.93)$$

$$r_{b1} = r_{b2} = \frac{3EI}{H^3} = \frac{3 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 34360 \cdot 10^{-8}}{9,05^3} = 292044. \quad (2.94)$$

I_x прийнято як для двотавра 35Ш1.

$$R_{n1} = R_{b1} - r_{b1} \frac{\sum R_b}{\sum r_b} = 10720 - 292044 \frac{10720+5800}{292044 \cdot 2} = 2460 \text{ Н.} \quad (2.95)$$

$$R_{n2} = R_{b2} - r_{b2} \frac{\sum R_b}{\sum r_b} = 5800 - 292044 \frac{10720+5800}{292044 \cdot 2} = -2460 \text{ Н.} \quad (2.96)$$

Підсумкова епюра моментів показана на рисунку 2.24.

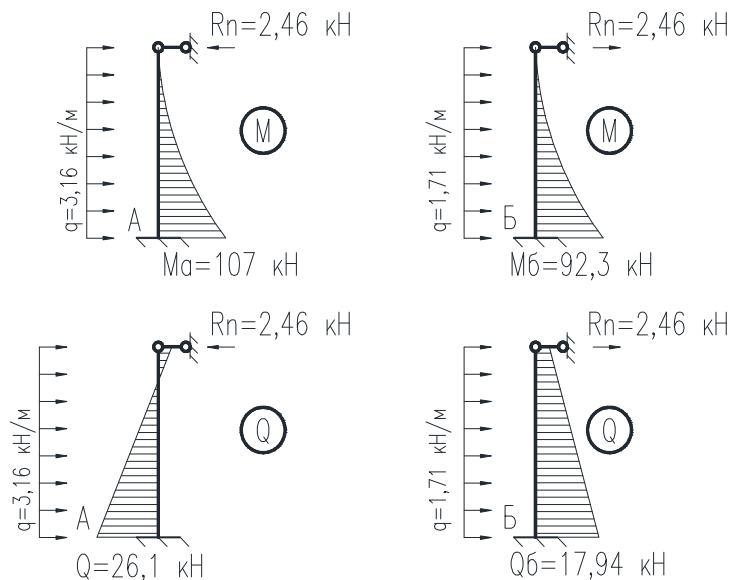


Рисунок 2.24 - Епюри моментів колон

Колона прийнята по серії [5] марки КБ 84.6-1-К (С) з двотавра 35Ш1.

Розрахункову вага колон визначимо за формулою

$$G_k = 0,951,058,496,19,8 = 7,9 \text{ кН.} \quad (2.97)$$

Поверхнева маса стін:

– Вага стінових панелей ($21,9 \text{ кг/м}^2$), шириною 6 метрів, висотою h визначимо за формулами

$$h = 8,4 - 1,2 = 7,2 \text{ м,} \quad (2.98)$$

$$G_{пан} = 21,9 \cdot 6 \cdot 7,2 \cdot 0,951,2 = 10,6 \text{ кН.} \quad (2.99)$$

– Вага скління (35 кг/м^2), шириною 6 метрив, висотою $h = 1,2$ метра визначимо за формулою

$$G_{ост} = 35 \cdot 6 \cdot 1,2 \cdot 0,951,1 = 2,6 \text{ кН.} \quad (2.100)$$

Результати розрахунків зведені в таблицю 2.9. На підставі таблиці 2.9 складена таблиця 3.10 з розрахунковими зусиллями в характерних перетинах лівої колони з урахуванням поєднання навантажень. При заповненні таблиці 2.10 враховуються такі правила:

1) Постійні навантаження, плюс тимчасові довготривалі навантаження, плюс одна короткочасна з коефіцієнтом сполучень дорівнює 1;

2) Постійна і тимчасові довготривалі навантаження, плюс не менше двох короточасних навантажень, помножених кожна на коефіцієнт сполучень 0,9;

Навантаження від снігу та вітру віднесені до короточасних.

Розрахунок навантаження на верхній обріз фундаменту фахверка. Колона прийнята по серії [6] з профілю ГН □ 160x160x4, вагою 276 кг. Навантаження визначимо за формулами

$$N_{\phi} = G_{\text{кол}} + G_{\text{пан}} + G_{\text{ост}} = 276 \cdot 9,8 + 10600 + 2600 = 15900\text{Н}. \quad (2.101)$$

$$M_{\phi} = \frac{R_a l}{2} - \frac{q l^2}{8} = 13,27 \cdot \frac{8,4}{2} - \frac{3,16 \cdot 8,4^2}{8} = 27,6 \text{ кНм}. \quad (2.102)$$

$$Q_{\phi} = 13,27 \text{ кН}. \quad (2.103)$$

Епюри внутрішніх зусиль фахверкової колони наведені на рисунку 2.25.

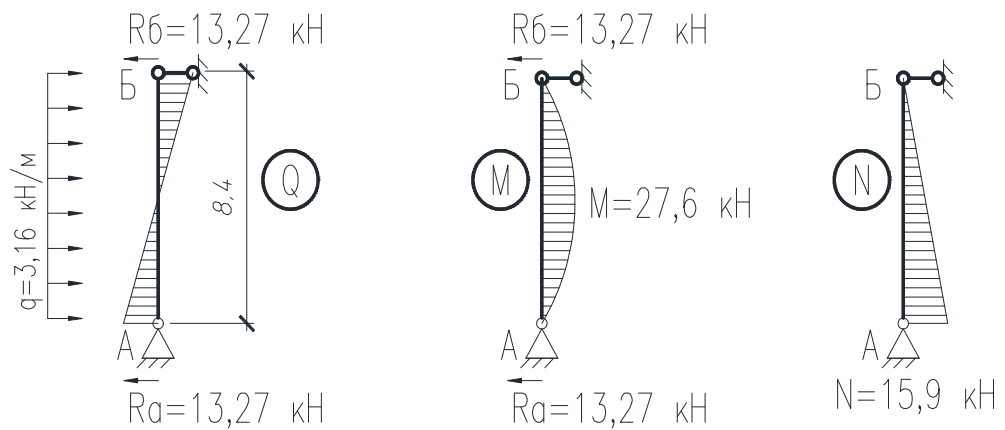


Рисунок 2.25 - Епюри фахверкової колони

Таблиця 2.9 - Внутрішні зусилля в перетинах лівої стійки рами, при різних завантаженнях

| № навантаження | Вид навантаження | ψ | Характерні перетини стійки | | | | | |
|----------------|------------------|--------|----------------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | | | Нижня частина | | | Верхня частина | | |
| | | | М, кН·м. | N, кН. | Q, кН. | М, кН·м. | N, кН. | Q, кН. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Постійне | 1,0 | 0 | 59,1 | 0 | 0 | 38 | 0 |
| 2 | Снігове | 1,0 | 0 | 123 | 0 | 0 | 123 | 0 |
| | | 0,9 | 0 | 116,1 | 0 | 0 | 116,1 | 0 |
| 3 | Зліва | 1,0 | 107 | -19,2 | 26,1 | 0 | -19,2 | 2,46 |
| | | 0,9 | 96,3 | -17,3 | 23,5 | 0 | -17,3 | 2,21 |
| 4 | Справа | 1,0 | 92,3 | -19,8 | 17,9 | 0 | -19,8 | 2,46 |
| | | 0,9 | 83,1 | -17,3 | 16,1 | 0 | -17,3 | 2,21 |

Таблиця 2.10- Розрахункові зусилля в перетинах лівої колони при різних поєднаннях навантажень

| Комбінація зусиль | Коефіцієнт сполучень | Номери навантажень і зусиль | Характерні перетини стійки | | | |
|---------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|-------|-------------------|-------|
| | | | в нижній частині | | в верхній частині | |
| | | | 1-1 | | 2-2 | |
| | | | М, кН·м | N, кН | М, кН·м | N, кН |
| +M max N відпов. | $\psi = 1$ | № навантажень | 1,3 | | - | |
| | | зусилля | 107 | 39,9 | - | - |
| | $\psi = 0,9$ | № навантажень | 1,2,3 | | - | |
| | | зусилля | 83,1 | 157,9 | - | - |
| -M max N відпов. | $\psi = 1$ | № навантажень | 1,4 | | - | |
| | | зусилля | 92,3 | 39,3 | - | - |
| | $\psi = 0,9$ | № навантажень | 1,2,4 | | - | |
| | | зусилля | 83,1 | 157,9 | - | - |
| N max +M відпов. | $\psi = 1$ | № навантажень | 1,2 | | 1,2 | |
| | | зусилля | 0 | 182,1 | 0 | 161 |
| | $\psi = 0,9$ | № навантажень | 1,2,3 | | 1,2,3 | |
| | | зусилля | 83,1 | 157,9 | 0 | 141,8 |
| N max -M відпов. | $\psi = 1$ | № навантажень | 1,4 | | 1,2 | |
| | | зусилля | 92,3 | 39,3 | 0 | 161 |
| | $\psi = 0,9$ | № навантажень | 1,2,4 | | 1,2,3 | |
| | | зусилля | 83,1 | 157,9 | 0 | 141,8 |
| N min +M відпов. | $\psi = 1$ | № навантажень | 1,3 | | 1,4 | |
| | | зусилля | 107 | 39,3 | 0 | 18,2 |
| N min -M відпов. | $\psi = 1$ | № навантажень | 1,4 | | 1,4 | |
| | | зусилля | 92,3 | 39,3 | 0 | 18,2 |
| Qmax | $\psi = 0,9$ | № навантажень | 1,2,3 | | 1,2,3 | |
| | | зусилля | 26,1 | | 2,46 | |

2.2 Розрахунок фундаментів

2.2.1 Аналіз ґрунтових умов

Основні показники фізико-механічних властивостей ґрунтів наведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 - Основні характеристики ґрунтів

| Номер ґрунту | | ІГЕ-1 | ІГЕ-2 | ІГЕ-3 |
|--|------------|-------|-------|-------|
| Характеристика | | | | |
| Вміст часток, % за вагою діаметром, мм | >2 | 6 | - | 13 |
| | 2-0,5 | 16 | - | 53 |
| | 0,5-0,25 | 18 | 4 | 7 |
| | 0,25-0,1 | 18 | - | 19 |
| | 0,1-0,05 | 15 | - | 6 |
| | 0,05-0,005 | 20 | 26 | 2 |
| | <0,005 | 7 | 70 | - |
| $\rho_s, \text{т/м}^3$ | | 2,65 | 2,74 | 2,64 |
| $\rho, \text{т/м}^3$ | | 1,92 | 2,1 | 2,02 |
| w | | 0,2 | 0,13 | 0,18 |
| w_L | | 0,25 | 0,31 | - |
| w_p | | 0,18 | 0,13 | - |
| $K, \text{м/с}$ | | 1,81 | 4,11 | 60,12 |
| ϕ^H | | 2 | 22 | 42 |
| $C^H, \text{кПа}$ | | 6,84 | 91,07 | - |
| Наявність компресійних випробувань | | - | + | - |

Коротка характеристика ґрунтів

Ґрунт ІГЕ-1

Основні параметри ґрунту по [21]. Ґрунт за кількістю глинистих частинок 7% по масі - супісок. Щільність скелета ґрунту визначимо за формулою

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+w} = \frac{1,92}{1+0,2} = 1,6 \text{ т/м}^3. \quad (2.104)$$

Коефіцієнт пористості визначимо за формулою

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + w) - 1 = \frac{2,65}{1,92} (1 + 0,2) - 1 = 0,656. \quad (2.105)$$

Ступінь вологості визначимо за формулою

$$S_R = \frac{w\rho_s}{e\rho_w} = \frac{0,2 \cdot 2,65}{0,656 \cdot 1} = 0,81 > 0,8. \quad (2.106)$$

Згідно нерівності (3.106) ґрунт насичений водою. Число пластичності визначимо за формулою

$$J_p = w_L - w_p = 0,25 - 0,18 = 0,07. \quad (2.107)$$

Згідно нерівності (2.107) за кількістю пластичності ґрунт за класифікацією межує з суглинком. Показник плинності визначимо за формулою

$$J_L = \frac{w-w_p}{w_L-w_p} = \frac{0,2-0,18}{0,25-0,18} = 0,286. \quad (2.108)$$

Згідно нерівності (3.108) супісок класифікується як пластичний. За змістом частинок: більші 2мм частинок зустрічаються - супісок з великими включеннями мінеральних часток. За ступенем водопроникності $0,30 < K < 3$ - водопроникна

Ґрунт ПЕ-2

Ґрунт за кількістю глинистих частинок 70% по масі - глина. Щільність скелета ґрунту визначимо по формулі

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+w} = \frac{2,1}{1+0,13} = 1,86 \text{ т/м}^3. \quad (2.109)$$

Коефіцієнт пористості визначимо за формулою

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + w) - 1 = \frac{2,74}{2,1} (1 + 0,13) - 1 = 0,474. \quad (2.110)$$

Ступінь вологості визначимо за формулою

$$S_R = \frac{w\rho_s}{e\rho_w} = \frac{0,13 \cdot 2,74}{0,474 \cdot 1} = 0,75 < 0,8. \quad (2.111)$$

Згідно нерівності (3.111) ґрунт середнього ступеня водонасичення. Число пластичності визначимо за формулою

$$J_p = w_L - w_p = 0,31 - 0,13 = 0,18 > 0,17. \quad (2.112)$$

За кількістю пластичності ґрунт класифікується як глина. Показник плинності визначимо за формулою

$$J_L = \frac{w-w_p}{w_L-w_p} = \frac{0,13-0,13}{0,31-0,13} = 0. \quad (2.113)$$

За кількістю плинності глина класифікується як глина напівтверда.
 За змістом частинок: більші 2мм частинок немає - глина без великих включень мінеральних часток.

Грунт ІГЕ-3

Грунт має переважання фракції 2-0.5, тобто грунт можна віднести до піщаним. Щільність скелета ґрунту визначимо за формулою

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+w} = \frac{2,02}{1+0,18} = 1,71 \text{ т/м}^3 \quad (2.114)$$

Коефіцієнт пористості визначимо за формулою

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + w) - 1 = \frac{2,64}{2,02} (1 + 0,18) - 1 = 0,54. \quad (2.115)$$

Ступінь вологості визначимо за формулою

$$S_R = \frac{w\rho_s}{e\rho_w} = \frac{0,18 \cdot 2,64}{0,54 \cdot 1} = 0,88 > 0,8. \quad (2.116)$$

За ступенем вологості грунт насичений водою. За змістом частинок: більші 2мм частинок зустрічаються - пісок з великими включеннями мінеральних часток. За ступенем водопроникності $K = 60,12$ пісок дуже сильно водопроникний.

Геологічний розріз із зазначенням глибин розташування ґрунтів вказано на рисунку 2.26.

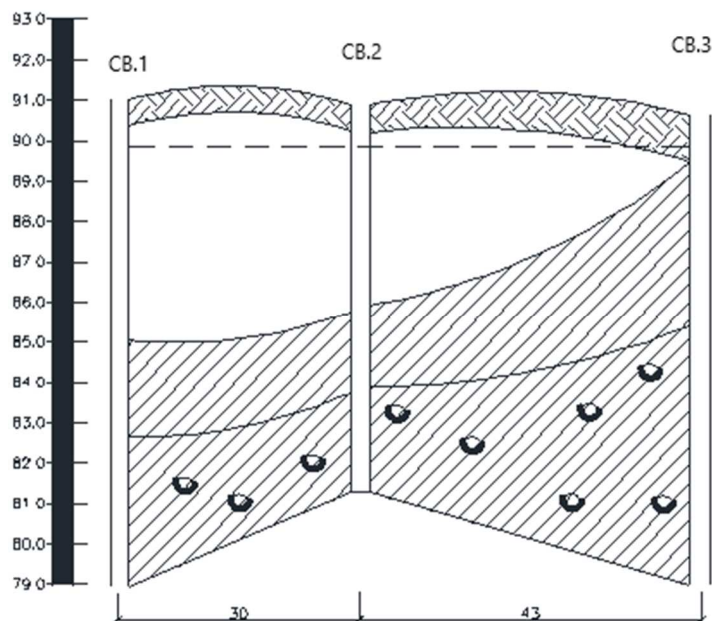


Рисунок 2.26 - Геологічний розріз

2.2.2 Розрахунок глибини промерзання ґрунту

Розрахунок глибини промерзання проведемо згідно п. 2.27 [22] за формулою $d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}$, (2.117)

де M_t - безрозмірний коефіцієнт, чисельно рівний сумі абсолютних значень середньомісячних негативних температур за зиму в Уральську, прийнятих по [1], визначається за формулою

$$M_t = -(-14,2 + 13,8 - 7,3 - 3,6 - 10,6) = 49,5. \quad (2.118)$$

де d_0 - величина, згідно п.2.27[2] для супісків, рівна $d_0 = 0,28$.

Нормативну глибину промерзання визначимо за формулою

$$d_{fn} = 0,28 \sqrt{49,5} = 1,97 \text{ м}. \quad (2.119)$$

Розрахункова глибина сезонного промерзання ґрунту для будівель з підлогами по ґрунту і розрахункової температурою повітря $+23^\circ\text{C}$ розраховується за формулою

$$d_f = k_h d_0 = 0,6 \cdot 1,97 = 1,18 \text{ м}, \quad (2.120)$$

де $k_h = 0,5 + 0,1 = 0,6$ - коефіцієнт, що враховує вплив теплового режиму споруди, приймаємо як для фундаментів опалювальної будівлі.

Остаточню приймаємо глибину закладення фундаменту, з урахуванням відсутності ґрунтових вод і рекомендацій п.2.30 [22] приймаємо $d_f = 1,5$ м.

Розраховуємо два фундаменти - фундамент рами і фундамент фахверка.

2.2.3 Розрахунок основи фундаменту рами

Діючі навантаження на фундамент: $N = 157,9$ кН, $M = 83,1$ кН, $Q = 26,1$ кН.

Розрахункове навантаження від фундаментної балки отримаємо за формулою $G_3 = 0,3 \cdot 0,5 \cdot 5,3 \cdot 2500 \cdot 9,8 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 20,4$ кН, (2.121)

Для розрахунку основ розрахункове навантаження приймається за формулою $G_3^n = \frac{20,4}{1,1} = 18,5$ кН. (2.122)

Ексцентриситет прикладання даного навантаження отримуємо за формулою $e_3 = \frac{700}{2} + 0,15 = 500$ мм. (2.123)

Вага фундаменту і покриттів на його уступах при першому наближенні приймаємо $N_y = 52,6$ кН, тоді повне зусилля у підшви фундаменту приймемо за формулою $N_f^n = 52,6 + 157,9 + 18,5 = 229$ кН. (2.124)

Визначимо моменти на рівні підшви по формулі

$$M_{f1}^n = M - Qh_f - G_3^n e_3 = 83,1 - 26,1 \cdot 1,5 - 18,5 \cdot 0,5 = 42,5 \text{ кНм.} \quad (2.125)$$

$$e_0 = \frac{M_{f2}^n}{N_{f2}^n} = \frac{42,5}{229} = 0,186 \text{ м.} \quad (2.126)$$

Розрахунковий опір пилувато-глинистого ґрунту спочатку приймемо по табл. 3 [22] $R_0 = 230$ КПа.

Попередні розміри фундаменту приймаємо за формулою

$$b = \frac{N}{2 \cdot R_0 \cdot a} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{24 R_0 e_0 a}{N}} \right) = 1,8 \text{ м,} \quad (2.127)$$

де a – довжина фундаменту, приймаємо при першому наближенні, $a=1,2$ метра.

Ширину фундаменту приймаємо $b=1,2$ м.

Розрахунок основи ведемо згідно вимог п. 2.41 [22]. Розрахунковий опір основи фундаменту отримуємо за формулою

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} \left(M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c C_{II} \right), \quad (2.128)$$

де γ_{c1} - визначаємо по [22], таблиці 3, приймаємо $\gamma_{c1} = 1,2$, т.к. $I_L=0,286$;

γ_{c2} - визначаємо по [22], відповідно до прим. 2 до табл. 3, $\gamma_{c2} = 1$;

k - приймаємо рівним 1,1, тому що компресійні випробування відсутні;

k_z - приймаємо рівним 1;

M_γ, M_q, M_c - визначаємо по табл. 4 [22], для кута внутрішнього тертя рівного 26, відповідно отримуємо $M_\gamma = 0,84$, $M_q = 4,37$, $M_c = 6,9$;

$\gamma_{II}, \gamma'_{II}$ - усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів вище і нижче підшви фундаментів, $\gamma'_{II} = 18,86 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^3$; $\gamma_{II} = 20,58 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^3$;

d_1 - глибина закладення фундаменту, $d_1 = 1,5 \text{ м}$;

d_b - глибина підвалу, тому що підвалу немає, то $d_b = 0$;

C_{II} - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, $C_{II} = 6,84 \cdot 10^3 \text{ Па}$.

Розрахунковий опір ґрунту при ширині фундаменту 1,2 метра дорівнює $R = 181,8 \text{ кПа}$.

Геометричні характеристики підшви фундаменту розрахуємо за формулою

$$W_f = \frac{ba^2}{6} = \frac{1,2 \cdot 1,8^2}{6} = 0,648 \text{ м}^3. \quad (2.129)$$

$$A_f = ab = 1,2 \cdot 1,8 = 2,16 \text{ м}^2. \quad (2.130)$$

Тиск на основу отримаємо за формулою

$$p = \frac{N_f^n}{A_f} = \frac{229}{2,16} = 106 \text{ кПа} < R = 181,8 \text{ кПа}. \quad (2.131)$$

Максимальні бічні тиски підшви фундаменту визначимо за формулою

$$p_{max} = p + \frac{M_{f1}^n}{W_f} = 106 + \frac{42,5}{0,648} = 171,7 \text{ кПа} < 1,2R = 218,2 \text{ кПа}. \quad (2.132)$$

Мінімальні бічні тиски підшви фундаменту визначимо за формулою

$$p_{min} = p - \frac{M_{f1}^n}{W_f} = 106 - \frac{42,5}{0,648} = 4,0 \text{ кПа} > 0 \text{ кПа}. \quad (2.133)$$

2.2.4 Розрахунок осідання основи фундаменту рами

Осідання основи S визначається методом пошарового підсумовування за формулою

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_i} < S_u, \quad (2.134)$$

де β - безрозмірний коефіцієнт, що дорівнює 0,8;

$\sigma_{zp,i}$ - середнє значення додаткового вертикального нормального напруження в i -му шарі ґрунту, рівне напівсумі зазначених напружень на верхній z_{i-1} і нижній z_i межах шару по вертикалі, що проходить через центр підшви фундаменту (див. пп. 2-4 [22]);

h_i і E_i - відповідно товщина і модуль деформації i -го шару ґрунту;

n - число шарів, на які розбита стискаюча товща основи.

Розрахунок осідання ведемо для другого розрахункового випадку з максимальним тиском на підставу $p = 106$ кПа.

Вертикальний тиск на основу визначимо за формулою

$$P_0 = p - \gamma_{II} d = 106 - 18,86 \cdot 1,5 = 83,4 \text{ кПа}. \quad (2.135)$$

Ширина основи фундаменту дорівнює 1200 мм, тоді висоту шару ґрунту приймаємо рівною $h_i = (0,2..0,4)1,2 = 0,24..0,48$ м. Приймаєм $h_i = 0,4$ м. Модуль деформації ґрунту приймаємо згідно [22] таблиця 3 $E=16$ МПа. Зважувальна дія води враховується з глибини $z_i=0,4$ метра по формулі

$$\gamma_i = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1+e} \quad (2.136)$$

Розрахунок надано у вигляді таблиці 2.12. Стискаючу товщу враховуємо тільки в діапазоні до $0,2\sigma_{zgi} > \sigma_{zpi}$ (z_i від 0 до 3,6). Осадка в даній товщі дорівнює 5,4 мм при допустимій осадці в 12 см, відповідно фундамент може бути застосований. Також в стискаючій товщі згідно геологічного розрізу не відбувається зміни ґрунту, тобто фундамент встановлений тільки на ґрунт номер ПЕ-1. Ескіз до розрахунку осідання фундаменту рами наведено на рисунку 2.27.

Таблиця 2.12 - Розрахунок осідання фундаменту рами

| $Z_i, \text{ м}$ | $\frac{2z_i}{b}$ | α_i | $\sigma_{zpi} = \alpha_i P_0$ КПа | $\sigma_{zpi}^m = \frac{\sigma_{zpi-1} + \sigma_{zpi}}{2}$ КПа | $\sigma_{zgi} = \gamma_i d_1 + \sum \gamma_i h_i$ КПа | $0,2\sigma_{zgi}$ КПа | Е, МПа | $S_i = 0,8 \frac{\sigma_{zpi}^m h_i}{E_i}$, м |
|------------------|------------------|------------|--------------------------------------|---|--|--------------------------|--------|---|
| 0 | 0 | 1 | 83368 | | 24696 | 4939 | 16 | |
| 0,4 | 0,667 | 0,853 | 71140,693 | 77254,347 | 32928 | 6586 | | 0,001545 |
| 0,8 | 1,333 | 0,554 | 46158,083 | 61706,215 | 35531,865 | 7106 | | 0,001234 |
| 1,2 | 2 | 0,336 | 28011,648 | 44858,931 | 38135,729 | 7627 | | 0,000897 |
| 1,6 | 2,667 | 0,22 | 18313,171 | 31586,051 | 40739,594 | 8148 | | 0,000632 |
| 2,0 | 3,333 | 0,15 | 12505,2 | 22045,625 | 43343,459 | 8668 | | 0,000441 |
| 2,4 | 4 | 0,108 | 9003,744 | 15524,685 | 45947,324 | 9189 | | 0,00031 |
| 2,8 | 4,667 | 0,082 | 6808,387 | 11166,536 | 48551,188 | 9710 | | 0,000223 |
| 3,2 | 5,333 | 0,063 | 5279,973 | 8223,3 | 51155,053 | 10231 | | 0,000164 |
| Σ | | | | | | | | 5,4 мм |

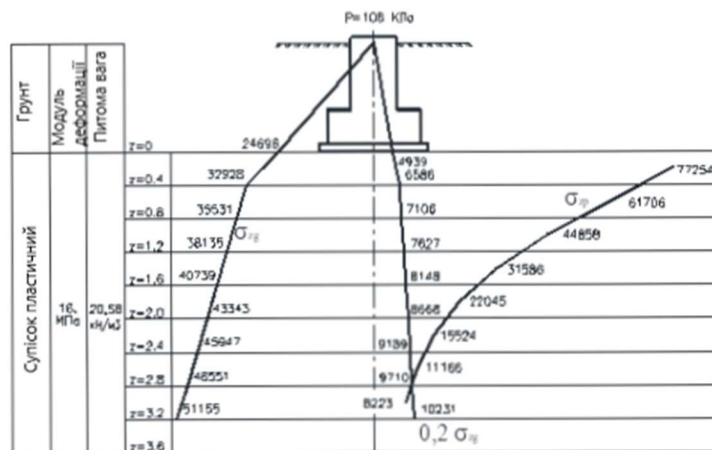


Рисунок 2.27 - Розрахункова схема за визначенням осідання основи фундаменту рами методом пошарового підсумовування

2.2.5 Розрахунок підстави фундаменту фахверка

Діючі навантаження на фундамент: $N_\phi = 15,9 \text{ кН}$, $M_\phi = 0 \text{ кНм}$, $Q_\phi = 13,27 \text{ кН}$.

Розрахункове навантаження від фундаментної балки $G_\phi^n = 18,5 \text{ кН}$, ексцентриситет прикладання даного навантаження дорівнює $e_\phi = 500 \text{ мм}$.

Вага фундаменту і покриттів на його уступах при першому наблизенні приймаємо $N_{уст} = 55,8 \text{ кН}$, тоді повне зусилля у підшви фундаменту приймемо за формулою

$$N_f^n = 15,9 + 55,8 + 18,5 = 89,3 \text{ кН}. \quad (2.137)$$

Визначимо моменти на рівні підшви по формулі

$$M_{f1}^n = Qh_f + G_3^n e_3 = 13,27 \cdot 1,5 + 18,5 \cdot 0,5 = 25,2 \text{ кНм.} \quad (2.138)$$

$$e_0 = \frac{M_{f1}^n}{N_{f1}^n} = \frac{25,2}{89,3} = 0,282 \text{ м.} \quad (2.139)$$

Розрахунковий опір пилувато-глинистого ґрунту спочатку прийmemo по табл. 3 [22] $R_0 = 230$ кПа.

Попередні розміри фундаменту приймаємо за формулою

$$b = \frac{N}{2 \cdot R_0 \cdot a} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{24 R_0 e_0 a}{N}} \right) = 1,2 \text{ м,} \quad (2.139)$$

Де a – довжина фундаменту, приймаємо при першому наближенні $a=1,2$ метра.

Ширину фундаменту приймаємо $b=1,8$ м.

Розрахунковий опір ґрунту при ширині фундаменту 1,2 метра дорівнює $R = 181,8$ кПа (див. розрахунок фундаменту рами).

Геометричні характеристики підшви фундаменту визначимо за формулою

$$W_f = \frac{ba^2}{6} = \frac{1,2 \cdot 1,8^2}{6} = 0,648 \text{ м}^3. \quad (2.140)$$

$$A_f = ab = 1,2 \cdot 1,8 = 2,16 \text{ м}^2. \quad (2.141)$$

Тиск на основу визначимо за формулою

$$p = \frac{N_f^n}{A_f} = \frac{89,3}{2,16} = 41,3 \text{ кПа} < R = 181,8 \text{ кПа.} \quad (2.142)$$

Максимальні бічні тиски підшви фундаменту визначимо за формулою

$$p_{max} = p + \frac{M_{f1}^n}{W_f} = 41,3 + \frac{25,2}{0,648} = 80,2 \text{ кПа} < 1,2R = 218,2 \text{ кПа.} \quad (2.143)$$

Мінімальні бічні тиски підшви фундаменту визначимо за формулою

$$p_{min} = p - \frac{M_{f1}^n}{W_f} = 41,3 - \frac{25,2}{0,648} = 2,5 \text{ кПа} > 0 \text{ кПа.} \quad (2.144)$$

2.2.6 Розрахунок осідання основи фундаменту фахверка

Осідання основи S визначається методом пошарового підсумовування за формулою

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_i} < S_u, \quad (2.145)$$

де β - безрозмірний коефіцієнт, що дорівнює 0,8;

$\sigma_{zp,i}$ - середнє значення додаткового вертикального нормального напруження в i -му шарі ґрунту, рівне напівсумі зазначених напружень на верхній z_{i-1} і нижній z_i межах шару по вертикалі, що проходить через центр підшви фундаменту (див. пп. 2-4 [22]);

h_i і E_i - відповідно товщина і модуль деформації i -го шару ґрунту;

n - число шарів, на які розбита стискаюча товща основи.

Розрахунок осідання ведемо для другого розрахункового випадку з максимальним тиском на основу $p = 41,3$ кПа.

Вертикальний тиск на основу визначимо за формулою

$$P_0 = p - \gamma_{II} d = 41,3 - 18,86 \cdot 1,5 = 18,7 \text{ кПа}. \quad (2.146)$$

Ширина основи фундаменту дорівнює 1200мм, тоді висоту шару ґрунту приймаємо рівною $h_i = (0,2 \cdot 0,4) \cdot 1,2 = 0,24 \cdot 0,48$ м, Приймаємо $h_i = 0,4$ м, Модуль деформації ґрунту приймаємо згідно [22] таблиця 3 $E = 16$ МПа, зважувальна дія води враховується з глибини $z_i = 0,4$ метра по формулі

$$\gamma_i = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} \quad (2.147)$$

Розрахунок надано у вигляді таблиці 3.13. Стискаючу товщу враховуємо тільки в діапазоні від $0,2\sigma_{zgi} > \sigma_{zpi}$ (z_i від 0 до 2,0), Осадка в даній товщі дорівнює 1,3 мм при допустимій осадці в 12 см, відповідно фундамент може бути застосований. Також в стискаючій товщі згідно геологічного розрізу не відбувається зміни ґрунту, тобто фундамент встановлений тільки на ґрунт ПЕ-1. Ескіз до розрахунку осад фундаменту рами наведено на рисунку 2.28.

3 Організаційно-технологічна частина

3.1 Технологічна карта на влаштування монолітних фундаментів

3.1.1 Область застосування

Технологічна карта містить порядок робіт на влаштування стовпчастих монолітних фундаментів під сталеві колони будівлі заводу по переробці бурових відходів з використанням розбірно-переставної дрібно-щитової опалубки.

Технологічною картою передбачається влаштування монолітних фундаментів із застосуванням дрібно-щитової опалубки фірми «Dalli».

Вантажно-розвантажувальні і арматурні роботи виконуються автомобільним краном.

До початку облаштування фундаментів будуть виконані наступні роботи:

- влаштовані під'їзні шляхи;
- позначені в прольоті шляху руху механізмів, місця складування, укрупнення арматурних сіток і опалубки, підготовлені монтажна оснастка і пристосування;
- виконана бетонна підготовка під фундаменти з худого бетону товщиною 100 мм;
- завезені арматурні сітки і комплекти опалубки в кількості, що забезпечує безперебійну роботу не менше, ніж протягом двох змін;
- складені акти приймання підстави фундаментів відповідно до виконавчої схемою;
- влаштовано тимчасове електроосвітлення робочих місць і підключені електрозварювальні апарати;
- проведена геодезична розбивка осей і розмітка положення фундаментів відповідно до проекту; на поверхню бетонної підготовки фарбою нанесені лінії, що фіксують положення робочої площини щитів опалубки.

Роботи виконуються в 2 зміни.

До складу робіт, що розглядаються картою, входять:

- допоміжні (розвантаження, складування, сортування арматурних сіток і комплектів опалубки);
- арматурні;
- опалубні;
- бетонні.

3.1.2 Організація і технологія виконання робіт

Розвантаження і розкладку арматурних сіток, елементів опалубки, монтаж армокаркасів підколонників, монтаж і демонтаж навісних майданчиків і анкерних болтів виконують за допомогою автокрана КС-35714.

Арматурні сітки підколонників доставляють на будівельний майданчик і розвантажують на стенді збірки армокаркасів, а сітки башмаків - безпосередньо біля місць зведення фундаментів.

Збірка армокаркасів підколонників ведеться на стенді збірки за допомогою кондуктора конструкції шляхом прихватки арматурних сіток між собою електродуговим зварюванням, розміри кондуктора обрані з урахуванням максимальних розмірів сіток.

Збірку армокаркаса підколонника виробляють в певній послідовності:

- укладають арматурні сітки на кондуктор і фіксують в проектному положенні в'язанням дротом з подальшою електроприхваткою;
- знімають армокаркас з кондуктора автокраном і укладають на майданчик для складування.

Армокаркаси перевозять автотранспортом до місця бетонування.

Арматурні роботи виконують в наступному порядку:

- встановлюють арматурні сітки башмака на фіксатори, що забезпечують захисний шар бетону за проектом;
- після влаштування опалубки башмака встановлюють армокаркас підколонника з кріпленням його до нижньої сітці в'язанням дротом.

Арматурні роботи повинні виконуватися відповідно до [23].

У комплект опалубки «Dalli» входять 5-шарові дерев'яні плити і з'єднувальні елементи, що дозволяють зводити опалубку вручну.

Пристрій опалубки фундаменту під колону і кондукторних пристосувань з анкерними болтами виробляють в описаній нижче технологічній послідовності:

- встановлюють і закріплюють щити опалубки нижньої сходинки башмака за допомогою спеціальних замків, куточків і стяжних штирів, що йдуть в комплекті з опалубкою;
- рихтують зібраний короб строго по осях і прикріплюють опалубку нижньої сходинки металевими штирями до основи;
- наносять на ребра щитів верхнього короба лінії, що фіксують положення щитів подколонника, потім, відступивши від ліній на відстань, рівну товщині щита, встановлюють підтримувальні опорні балки, які закріплюють за допомогою замків;
- встановлюють монтажні кутники і щити, їх кріплять їх до нижніх щитів стяжками, а між собою з'єднують замками;
- встановлюють вертикальні зв'язки жорсткості, які з'єднують зі щитами болтами;
- встановлюють і закріплюють кондукторне пристосування з анкерними болтами;
- встановлюють навісну робочу площадку.

Розбирання опалубки необхідно робити відразу ж після досягнення бетоном достатньої міцності. Розбирання опалубки фундаменту проводять за таким порядком:

- демонтують підмостки зі сходами;
- демонтують кондукторних пристосування;
- видаляють болти, демонтують зв'язку жорсткості;
- знімають замки, що з'єднують щити між собою, і видаляють їх;
- демонтують монтажні кутники;

- видаляють притискні стягнуті штирі і розбирають короб під-
колонника на окремі щити;

- демонтують опорні балки;

- демонтують опалубку башмака.

Весь комплекс опалубних робіт ведуть потоковим методом.

При забрудненні опалубної поверхні бетонної сумішшю необхідно очистити поверхню металевими щітками і шкребками і зробити змащення поверхонь емульсійних складом.

Демонтовані елементи опалубки транспортують до місця нового бетонування. Опалубні роботи виконуються відповідно до [24].

Бетонування виробляють тільки після перевірки правильності встановлення опалубки та арматури. Транспортування бетонної суміші здійснюють автобетонозмішувачами з розвантаженням в поворотні бункери місткістю 2 м³. Кількість автомобілів-самоскидів – 1 шт.

До складу робіт з бетонування фундаментів входять:

- прийом і подача бетонної суміші;

- укладання і ущільнення бетонної суміші;

- догляд за бетоном.

Подачу бетонної суміші до місця укладання виробляють автобетононасосом.

Бетонну суміш укладають горизонтальними шарами товщиною 0,3 - 0,5 м. Кожен шар бетону ретельно ущільнюють глибинним вібратором. При ущільненні бетонної суміші кінець робочої частини вібратора повинен занурюватися в раніше покладений шар бетону на глибину 0,05 - 0,1 м. Крок перестановки вібратора не повинен перевищувати 1,5 радіуса його дії. Перекриття попереднього шару бетону наступним має бути виконано до початку схоплювання бетону в попередньому шарі.

Заходи по догляду за бетоном в період набору міцності, порядок і терміни їх проведення, контроль за виконанням цих заходів необхідно здійснювати

відповідно до вимог [23]. Відкриті поверхні бетону необхідно захищати від втрат вологи шляхом поливання водою або укриття їх вологими матеріалами. Терміни витримування і періодичність поливання призначає будівельна лабораторія.

При прийманні матеріалів, виробів та інвентарю на об'єкті перевіряють їх розміри, граничні відхилення положення елементів опалубки, арматури щодо розбивочних осей або орієнтирних ліній. Відхилення не повинні перевищувати величин, зазначених в [23] і [24].

При прийманні робіт пред'являють журнали робіт, документи лабораторних аналізів і випробувань будівельних лабораторій, акти огляду прихованих робіт. Матриця з контролю якості наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Контроль якості проведених робіт

| Найменування процесів, які підлягають контролю | Предмет контролю | Інструмент і спосіб контролю | Періодичність контролю | Відповідальний за контроль | Технічні критерії оцінки якості |
|--|---|--------------------------------------|---|----------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Приймання арматури | Відповідність арматурних стержнів і сіток проекту | Візуально | До початку установки сіток і збірки підколонників | Виконавець робіт | Відповідно до вимог ГОСТу (робочі креслення) |
| | Діаметри і відстані між робочими стержнями в сітках | Штангенциркуль, лінійка вимірювальна | До початку установки сіток і збірки підколонників | Майстер | Теж |
| Складування арматурних сіток | Правильність складування, зберігання | Візуально | До установки сіток | Майстер | Відповідно до ПВР |
| Збірка армокаркасів | Правильність установки арматурних сіток підколонників на кондукторі. Перевірка геометричних розмірів армокаркасів | Візуально. Лабораторний контроль | При збірці армокаркасів | Майстер | Відповідно до проекту |

При проведенні робіт слід особливу увагу приділити техніці безпеки. Бетонування конструкцій будівель і споруд здійснювати з дотриманням вимог [25], [26] ч. 2, посадових інструкцій і ПВР. Щодня перед початком укладання бетону в опалубку необхідно перевіряти стан тари, опалубки і засобів підмошування. Виявлені несправності слід негайно усувати. Поворотні бункера (бадді) для бетонної суміші повинні задовольняти вимогам [27].

3.1.3 Матеріально-технічні ресурси

Потреба в ресурсах вказана в таблицях 3.2 і 3.3.

Таблиця 3.2 – Машини, які використовуються при влаштуванні монолітних залізобетонних фундаментів

| Машини та обладнання | Технічна характеристика | Марка | Кількість, шт. |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|----------------|
| Кран монтажний | Кран автомобільний | КС-35714 | 1 |
| Машини для транспортування бетону | Автобетонозмішувач | 581412 | 1 |

Таблиця 4.3 – Потрібна кількість інструменту та інвентарю для проведення робіт

| Найменування | Марка, тех. хар-ка, ГОСТ, № креслення | Кількість | Призначення |
|----------------------------|--|-----------|------------------------------------|
| Бункер поворотний | ГОСТ 21807-76 | 2 | Подача бетонної суміші |
| Вібратор глибинний | ИВ-47А ТУ-22-4688-80 | 1 | Вібрація укладеної бетонної суміші |
| Строп двогілковий | 2СК-5,0,500 ГОСТ 25573-82 | 1 | Підйом елементів |
| Строп чотиригілковий | 4СК1-0,8 ГОСТ 25573-82 | 1 | Підйом елементів |
| Кондуктор-шаблон | Конструкція ЦНИИОМТП | 1 | Збірка армокаркасів підколонників |
| Трансформатор понижуючий | ИВ-9 потужність 1,5 кВт | 1 | Зварка арматурних сіток |
| Трансформатор зварювальний | ТД-300 ГОСТ 95-77* потужність 19,4 кВт | 1 | Зварка арматурних сіток |
| Підмости | ЦНИИОМТП 79-2.70.000СБ | 2 | Бетонування фундаментів |

| | | | |
|-----------------------------|--|----|--|
| Сходи приставні | ВНИПИ Промсталь-конструкція Шифр 29800-12 | 2 | Бетонування фундаментів |
| Кондукторне пристосування | Індивідуальне виготовлення | 8 | Установка анкерних болтів |
| Рівень будівельний | Тип УС2 ГОСТ 9416-83 | 1 | Перевірка установки елементів опалубки |
| Ключ гайковий розвідний | ГОСТ 7275-75 | 2 | Установка опалубки |
| Термометр скляний технічний | ГОСТ 2823-73* | 1 | Перевірка температурного режиму при твердінні бетону |
| Вологомір | ГОСТ 15528-86 | 1 | Перевірка вологісного режиму при твердінні бетону |
| Висок будівельний | ОТ-400 ГОСТ 7948-80 | 1 | Перевірка установки опалубки і армокаркаса |
| Метр складаний дерев'яний | РСТ 149-76 | 2 | Обмір конструктивних елементів |
| Рулетка металева | РС-20 ГОСТ 7502-80* | 1 | Обмір конструктивних елементів |
| Молоток слюсарний | ГОСТ 2310-77* | 2 | Кріплення елементів опалубки |
| Щітка сталева | ТУ-36-2460-82 | 10 | Очистка опалубки |
| Кисть махова | КМ-65 ГОСТ 10597-87 | 2 | Мастило поверхні опалубки емульсією |
| Лом сталевий | ЛО-24 | 1 | Установка опалубки |
| Поливальний рукав | Довжина 40 м | 1 | Поливання бетонних поверхонь |

3.1.4 Техніко-економічні показники

До основних показників, що характеризують ефективність запроєктованої роботи, відносяться:

1. Об'єм монолітних елементів – 35 м³.
2. Витрати праці 15,3 люд.·дн.
3. Витрати праці на 1м³ монолітного з/б – 0,43 люд.·дн.
4. Вироблення на 1 робітника в зміну – 2,29 м³.
5. Термін виконання робіт – 8 днів.

3.2 Специфікація збірних конструкцій

На підставі робочих креслень складаємо специфікацію конструкцій, що застосовуються в будівництві, даний перелік наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 3.6 - Специфікація збірних металевих і залізобетонних конструкцій

| Найменування конструкцій, од. вим. | К-сть | Об'єм | | Маса, т |
|---|-------|--------|--------|---------|
| | | На од. | всього | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Захисні конструкції, шт. | | | | |
| 1 Панелі стінові ПТС П1С, м ² | 116 | | 980 | 21 |
| 2 Панелі покрівельні ПТП П2С, м ² | 72 | | 970 | 21,8 |
| Разом огорожувальні конструкції, м ² | | | 1950 | 42,8 |
| Металоконструкції | | | | |
| 1 Колона К-1, шт. | 14 | 0,8 | 11,2 | 11,2 |
| 2 Плити опорні, шт. | 40 | 0,1 | 4 | 4 |
| 3 Колона Кф-1, шт. | 6 | 0,3 | 1,8 | 1,8 |
| 4 Ферма ФС-1, шт. | 7 | 1,6 | 11,2 | 11,2 |
| 6 Оправи стрічкові сталеві ЛП200.12, шт. | 56 | 0,02 | 1,12 | 1,12 |
| 7 Зв'язки вертикальні Св-1, шт. | 2 | 0,2 | 0,4 | 0,4 |
| 8 Зв'язки вертикальні Св-2, шт. | 4 | 0,12 | 0,48 | 0,48 |
| 9 Прогони, т. | - | - | 19,2 | 19,2 |
| Разом металевих конструкцій, т. | | | | 49,4 |
| Збірний залізобетон | | | | |
| 9 Балки фундаментні, м ³ | 20 | 0,27 | 5,4 | 14 |
| Разом збірний залізобетон, м ³ | | | 5,4 | 14 |

Проаналізувавши архітектурно-будівельну та розрахунково конструктивну частини проекту, визначивши найбільш раціональні методи технології та організації будівництва, приступаємо до визначення обсягів і номенклатури робіт. По кожному будівельному процесу на основі діючих норм ДСТУ, РЕКН розраховуємо трудомісткість і необхідну кількість машин.

3.3 Відомість обсягів робіт, трудомісткості, тривалості будівництва часу виконання робіт

Розрахунок обсягів робіт наведено в таблиці 3.7

Таблиця 3.7 Відомість обсягів робіт, трудомісткості, тривалості будівництва часу виконання робіт

| №п/п | Найменування робіт і витрат | Одиниця виміру | Кількість |
|------|--|----------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | Розділ. Земляні роботи | | |
| 1 | Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 10 м, група ґрунтів 1 | 1000м3 | 4 |
| 2 | Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими електричними на гусеничному ході з ковшом місткістю 2,5 [1,5-3] м3, група ґрунтів 1 | 1000м3 | 0,518 |
| 3 | Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшом місткістю 1 [1-1,2] м3, група ґрунтів 1 | 1000м3 | 0,035 |
| 4 | Зрізування недобору ґрунту у виїмках, група ґрунтів 1 | 1000м3 | 0,008 |
| 5 | Ущільнення ґрунту самохідними вібраційними котками масою 2,2 т за перший прохід по одному сліду при товщині шару 25 см | 1000м3 | 0,018 |
| 6 | Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2 | 100м3 | 0,17 |
| 7 | Улаштування бетонної підготовки | 100м3 | 0,06 |
| 8 | Улаштування бетонних фундаментів загального призначення об'ємом до 5 м3 | 100м3 | 0,035 |
| 9 | Укладання блоків і плит стрічкових фундаментів при глибині котлована до 4 м, маса конструкцій до 0,5 т | 100шт | 0,2 |
| 10 | Монтаж конструкцій будівлі | т | 49,4 |
| | Влаштування відмостки і підлог будівлі | | |
| 11 | Улаштування ущільнених трамбівками підстилаючих щебневих шарів | м3 | 120,6 |
| 12 | Улаштування асфальтобетонних жорстких покриттів товщиною 25 мм | 100м2 | 1,17 |
| 13 | Улаштування покриттів бетонних товщиною 30 мм | 100м2 | 8,8 |
| | Установлення вікон | | |
| 14 | Установлення віконних блоків зі спареними рамами у кам'яних стінах житлових і громадських будівель при площі прорізу до 2 м2 | 100м2 | 1,34 |

Таблиця 3.8 – Зведена відомість потреби в матеріалах, конструкціях, напівфабрикатах, виробих деталях

| Найменування матеріалів, одиниця виміру | Од. вим. | К-сть |
|--|----------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 |
| Вапно будівельне негашене грудкове, сорт 1 | т | 0,00175 |
| Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення світлий, діаметр 4,0 мм | т | 0,0008435 |
| Рядно | м ² | 15,196 |
| Цвяхи будівельні 4,0x120 мм | т | 0,0013965 |
| Лісоматеріали круглі хвойних порід для будівництва, довжина 3-6,5 м, діаметр 14-24 см | м ³ | 0,0203 |
| Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 44 мм і більше, III сорт | м ³ | 0,02065 |
| Дошки обрізні з берези, липи, довжина 2-3,75 м, усі ширини, товщина 25, 32, 40 мм, I сорт | м ³ | 0,00024 |
| Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм | м ² | 1,60055 |
| Вода | м ³ | 0,16625 |
| Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 40-70 мм, марка М400 | м ³ | 0,01036 |
| Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В7,5 [М100], крупність заповнювача більше 40 мм | м ³ | 3,57 |
| Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В3,5 [М50], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм | м ³ | 6,12 |

3.4 Вибір крана і комплектів машин і механізмів

Основними робочими параметрами монтажного крана є:

- Вантажопідйомність визначимо за формулою

$$Q = P_{\text{э}} + P_{\text{с}}, \quad (3.1)$$

де Q – маса найбільшого вантажу, який може бути піднятий при збереженні необхідного запасу стійкості і міцності конструкцій, т.;

$P_{\text{э}}$ – вага елемента, т.;

P_c – маса встановленого на ньому оснащення (маса стропа), т.

– висота підйому гака визначимо за формулою

$$H_{\text{тр}} = h + h_3 + h_c + H_0, \quad (3.2)$$

де $H_{\text{тр}}$ – відстань від рівня стоянки крана до гака при стягнутому вантажному поліспасті і певному вильоті гака, м;

H_0 – перевищення рівня установки елемента над рівнем стоянки; h – висота елемента, м; h_3 – запас по висоті або безпечна висота переміщення елемента (0,5м); h_c – висота стропування в робочому положенні від верху монтованого елемента до низу гака крана, м;

– виліт гака визначимо за формулою

$$l_{\text{тр}} = \frac{(a+d)(H_{\text{тр}}-h_{\text{ш}})}{h_{\text{п}}+h_c} + c, \quad (3.3)$$

де a – відстань від центру стропування піднімального елемента до його точки, найближче розташованої до стріли крана, м;

d – половина розміру монтованого елемента, м; $h_{\text{ш}}$ – висота шарніра п'яти крана (приймаємо не менше 1 м); $h_{\text{п}}$ – висота поліспаста в стягнутому стані (приймаємо не менше 1 м); h_c – висота стропування в робочому положенні від верху монтованого елемента до низу гака крана; c – відстань від осі обертання крана до осі шарніра п'яти стріли (не менше 1 м).

Необхідні параметри для самохідного стрілового крана підраховуються для всіх елементів, які монтуються окремо. Результати підрахунків заносимо в таблицю 3.9.

Таблиця 3.9 - Результати розрахунку параметрів кранів

| Елементи | Вихідні дані | | | | | | Обумовлені параметри монтажних кранів | | |
|--------------------|--------------|--------|--------|------|--------|------|---------------------------------------|------------------|------------------|
| | $P_3,$ | $P_c,$ | $h_c,$ | $h,$ | $h_3,$ | $d,$ | $H_{\text{мп}},$ | $l_{\text{мп}},$ | $Q_{\text{мп}},$ |
| | т. | т. | м. | м. | м. | м. | м. | м. | т. |
| 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Фундаментна балка | 0,7 | 0,01 | 2 | 0,3 | 0,5 | 0,1 | 2,8 | 0,96 | 0,71 |
| Колона | 0,7 | 0,01 | 2 | 8,55 | 0,5 | 0,2 | 11,05 | 5,7 | 0,71 |
| Ферма | 1,6 | 0,1 | 5 | 4 | 0,5 | 0,05 | 17,9 | 4,7 | 1,7 |
| Покрівельні панелі | 0,3 | 0,01 | 2 | 0,15 | 0,5 | 6 | 13,25 | 13 | 0,31 |

На підставі аналітично знайдених параметрів кранів за таблицями і за графіками вантажопідйомності, вильоту і висоти підйому гака підбираємо кран КС-35714 (16 т), робочі параметри якого рівні або трохи більше необхідних, Вантажовисотні характеристики наведені на рисунку 3.1.

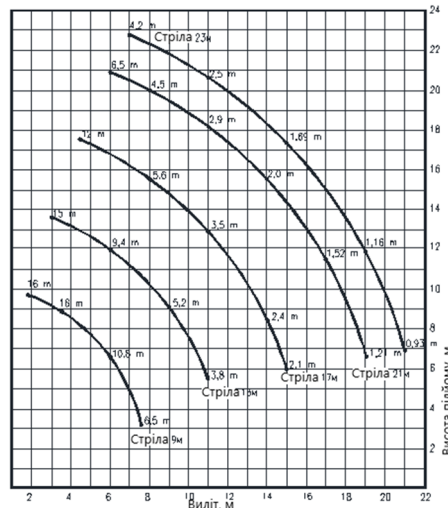


Рисунок 3.1 Діаграма вантажовисотних характеристик крана 35714

Також при будівництві використовуються інші машини і засоби механізації робіт, список представлений в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Відомість потреби в будівельних машинах і засобах малої механізації

| Найменування машин і механізмів | Тип, марка | К-сть | Потужність, кВт |
|--|--------------|-------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Бульдозер на базі трактора | Т-130 | 1 | - |
| Екскаватор | Э-3211Е | 1 | - |
| Кран автомобільний | КС-35714 | 1 | |
| Автосамоскид | Камаз - 5511 | 1 | - |
| Каток дорожній | ДУ-101 | 1 | - |
| Навантажувач одноковшевий пневмоколісний, 4т | ТО28А | 3 | 109 |
| Компресорна установка | СО-76 | 1 | - |
| Електротрамбівка | И4502 | 4 | 2 |
| Зварювальний трансформатор з регулятором | ТСД-1000-4 | 2 | 78 |
| Вібратор глибинний | ИВ-113 | 4 | - |
| Електродрель | ИЭ-1035 | 2 | 0,8 |
| Шуруповерт будівельно-монтажний | Мakita 6830 | 4 | 0,65 |
| Всього потужність, кВт | - | - | 100 |

3.5 Розрахунок площ відкритих і закритих складів, навісів

Розрахунок складу залежить від способу зберігання матеріалу і його кількості. Для основної маси матеріалів і виробів розрахунок корисної площі складу проводиться за питомим навантаженням за формулою

$$S_{\text{тр}} = P_{\text{скл}} q, \quad (3.4)$$

де q – норма складування на 1 кв. м. підлоги площі складу з урахуванням проїздів, проходів, м²/вимірювач.

$P_{\text{скл}}$ – розрахунковий запас матеріалів в натуральному вимірі, визначається за формулою $P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{заг}}}{T} T_n k_1 k_2$, (3.5)

Де $P_{\text{заг}}$ – кількість матеріалів, деталей, конструкцій, необхідних для виконання плану будівництва на розрахунковий період;

T_n - норма запасів матеріалів;

T - тривалість розрахункового періоду за календарним планом;

k_1 - коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів, для автомобільного транспорту $k_1 = 1,1$;

k_2 - коефіцієнт нерівномірності виробничого споживання матеріалів протягом розрахункового періоду, $k_2 = 1,3$.

Для інших матеріалів розрахунок ведеться на 1 млн. грн., річного обсягу КВ (кошторисної вартості) по формулі

$$S_{\text{тр}} = S_n C, \quad (3.6)$$

де S_n - нормативна площа, м²/млн.грн.

Розрахунок площ відкритого типу наведено в таблиці 6.6. Розрахунок площ складів закритого типу - в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 - Розрахунок площ закритих складів

| Найменування матеріалів і виробів | Розрахункова площа з урахуванням проходів та проїздів | Кошторисна вартість КВ об'єкта, млн.грн | Прийнята площа складу, м ² | ТП УТС |
|--|---|---|---------------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Закритий склад | | | | |
| Хімікати, фарби, оліфа, спецодяг, взуття, канцелярські приналежності, 1 млн. грн. | 24 | 0,15 | 3,6 | На базі системи «Комфорт» МС S=30м ² , 1 шт |
| Папля, клей, електроустановочні дроти, інструмент, цвяхи, метало-вироби, 1 млн. грн. | 29 | 0,15 | 4,4 | |
| Навіс | | | | |
| Сталь арматурна, 1 млн. грн. | 2,3 | 0,15 | 0,35 | Приймаємо навіс 5x3=15 м ² |
| Сендвіч панелі, 1 млн. грн. | 29 | 0,15 | 4,35 | |
| Столярні вироби, 1 млн. грн. | 13 | 0,15 | 2,0 | |

3.6 Розрахунок потреби в тимчасових адміністративно-побутових приміщеннях

Підрахунок необхідних площ тимчасових будівель для персоналу наведено в таблиці 3.12. У зв'язку з тим, що майданчик будівництва знаходиться на території існуючого комплексу з уже побудованими адміністративними будівлями, а також у зв'язку з проведення робіт в літній час, то такі будівлі як медпункт, їдальня, приміщення для відпочинку, сушарка не передбачені. Передбачається використання постійних споруд Екологічного комплексу, розташованих в радіусі 100-150 метрів від будівельного майданчика.

Таблиця 3.12 - Розрахунок потреби в тимчасових адміністративно-побутових приміщеннях

| Найменування приміщень | Чисельн. робіт., люд. | Норма площі на 1 люд., м ² | Розрахункова площа, м ² | Наймен. організац. | Номера ТП, УТС | Корис. площ., м ² | Прийн. площ., м ² |
|-------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|----------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Контора виконавця робіт | 2 | 4,8 | 8,16 | Гипро-пром-транстрой | ИУЗЭ-5 | 15,6 | 6x3=18 |
| Гардеробна поєднана з душовою | 12 | 1,23 | 14,76 | ЗУМК | - | 15,6 | 6x3=18 |
| Туалет | 12 | 0,07 | 0,84 | PolyJohn | - | 1,44 | 1,2x1,2=1,44 |

Кількість персоналу в день - 24 чол., В зміну - 12.ІТП: виконроб - 1 людина, майстер - 1 людина.

3.7 Розрахунок потреби в електроенергії

Потреба в електроенергії визначається за встановленою потужністю і коефіцієнтом попиту без диференціації за видами споживання. Розрахунок навантажень здійснюється за формулою

$$P_p = \sum \frac{P_{вст} k_c}{\cos\varphi}, \quad (3.7)$$

де $P_{вст}$ – встановлена потужність споживачів електроенергії, кВт,

k_c – коефіцієнт попиту,

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності.

Розрахунок потреби в електроенергії зведений в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 - Розрахунок потреби в електроенергії

| Споживачі | Встанов. потужність | k_c | $\cos\varphi$ | P_p , кВт |
|-----------------------------|---------------------|-------|---------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Компресор | 12,5 | 0,7 | 0,8 | 10,94 |
| Електрограмбівки | 0,4 | 0,15 | 0,6 | 0,1 |
| Зварювальний трансформатор | 14 | 0,35 | 0,4 | 12,25 |
| Конвеєр стрічковий | 2,2 | 0,6 | 0,4 | 1,89 |
| Грунтоущільнююча машина | 117 | 0,15 | 0,6 | 29,25 |
| Вібратор | 0,75 | 0,15 | 0,6 | 0,19 |
| Дрібні будівельні механізми | 0,65 | 0,15 | 0,6 | 0,16 |
| Всього | | | | 54,62 |

Необхідна кількість прожекторів встановлюємо спрощеним методом через питому потужність за формулою

$$n = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_{л}}, \quad (3.8)$$

де p – питома потужність, при освітленні прожекторами ПЗС-45 приймаємо 0,2;

E – освітленість, лк, приймаємо $E=2$ лк;

S – величина майданчика, що підлягає освітленню, $S = 110 \cdot 110 = 12100 \text{ м}^2$.

P_L - потужність лампи прожектора, при освітленні прожекторами ПЗС-45 приймаємо рівним 1000 Вт. $n = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 12100}{1000} = 4,84$. (3.9)

Приймаємо 5 прожекторів ПЗС-45, загальну потужність прожекторів визначимо за формулою $P = 1 \cdot 5 = 5 \text{ кВт}$. (3.10)

Охоронне освітлення, потрібну кількість прожекторів визначаємо за формулою $n = \frac{0,25 \cdot 0,5 \cdot 12100}{500} = 3,1$, (3.11)

де p – питома потужність, при освітленні прожекторами ПЗС-35 приймаємо 0,25;

E – освітленість, лк, приймаємо $E=0,5$ лк;

S – величина майданчика, що підлягає освітленню, $S = 12100 \text{ м}^2$;

P_L - потужність лампи прожектора, при освітленні прожекторами ПЗС-35 приймаємо рівним 500 Вт.

Приймаємо світильника ПЗС-45, загальна потужність прожекторів $P = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ кВт}$.

Розрахунок споживання електроенергії мобільними будинками наведено в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 - Споживання електроенергії мобільними будинками

| Найменування приміщень | Площа, м ² | Пит. потужність вт/м ² | К _е , коефіцієнт попиту | Потужність, Вт |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Контора виконавця робіт | 18 | 15 | 0,8 | 216 |
| Гардеробна поєднана з душовою | 18 | 15 | 0,8 | 216 |
| Туалет | 1,44 | 15 | 0,8 | 17,3 |
| Σ | | | | 450 |

Повне електроспоживання визначаємо за формулою

$$\Sigma P = 54,62 + 5 + 2 + 0,45 = 62,1 \text{ кВт}. \quad (3.12)$$

На території будівництва вже встановлена трансформаторна підстанція 35 кВ з необхідним резервом потужності (2х6 МВт).

3.8 Розрахунок потреби у водопостачанні

Сумарний розрахунковий витрата води визначаємо за формулою

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{вир}} + Q_{\text{гос}} + Q_{\text{пож}}, \quad (3.13)$$

де $Q_{\text{гос}}$ – витрата води на господарсько-побутові цілі, л/с;

$Q_{\text{вир}}$ – витрата води на виробничі цілі, л/с;

$Q_{\text{пож}}$ – витрата води на протипожежні цілі, л/с.

Витрату води на виробничі цілі визначаємо за формулою

$$Q_{\text{вир}} = 1,2 \sum \frac{Q_{\text{сер}} \cdot R_1}{8 \cdot 3600}, \quad (3.14)$$

де 1,2 – коефіцієнт на невраховані витрати води;

$Q_{\text{сер}}$ – середня виробнича витрата води в зміну, л;

R_1 – коефіцієнт нерівномірності використання води, для виробничих витрат $R_1 = 1,6$;

8 – число годин роботи в зміну;

3600 – число секунд в 1 годині.

Розрахунок потреби води за видами робіт, які виконуються одночасно, наведено в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 - Расчет потребности воды

| Найменування робіт, що вимагають витрати води | Кількість одиниць | Кількість змін роботи | Розхід води, л | | |
|---|-------------------|-----------------------|----------------|--------|---------|
| | | | На одиницю | Всього | Змінний |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Улаштування бетонної підготовки, м ³ | 0,06 | 0,16 | 1,75 | 0,105 | 0,65 |
| Улаштування бетонних фундаментів загального призначення | 0,035 | 15,6 | 0,441 | 0,015 | ~0 |
| Улаштування підстилаючих шарів: щебневих | 120,6 | 6,3 | 0,15 | 18,1 | 2,9 |
| Улаштування покриттів бетонних: товщиною 30 мм | 8,8 | 5,6 | 3,5 | 30,8 | 5,5 |

Максимальні витрати води буде при влаштуванні покриттів бетонних, визначаємо витрата по формулі

$$Q_{\text{вир}} = 1,2 \sum \frac{5500 \cdot 1,6}{8 \cdot 3600} = 0,37 \text{ л/с.} \quad (3.15)$$

Расхід води на господарсько-побтові потреби визанечимо за формулою

$$Q_{\text{гос}} = \frac{n_p}{3600} \left(\frac{n_1 \cdot R_2}{8,2} + n_2 \cdot R_3 \right), \quad (3.16)$$

де n_p – найбільша кількість робітників у зміну, $n_p = 12$ люд.;

n_1 – норма споживання води на 1 людину в зміну, для майданчиків з каналізацією приймаємо $n_1 = 20$ л;

n_2 – норма споживання на прийом одного душу, $n_2 = 30$ л;

R_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання води, для санітарно-побутових потреб $R_2 = 2,7$;

R_3 - коефіцієнт, що враховує відношення користуються душем до найбільшої кількості робітників у зміну, приймаємо $R_3 = 0,4$.

$$Q_{\text{гос}} = \frac{12}{3600} \left(\frac{20 \cdot 2,7}{8,2} + 30 \cdot 0,4 \right) = 0,06 \text{ л/с.} \quad (3.17)$$

Мінімальна витрата води для протипожежних цілей визначимо з розрахунку одночасної дії двох струменів з гідрантів по 5 л/с кожен, тобто. $Q_{\text{пож}} = 5 \cdot 2 = 10$ л/с.

Витрата води на пожежні потреби перевищує всі інші потреби. Беремо розрахункову величину $Q_{\text{заг}} = Q_{\text{пож}} = 10$ л/с.

Розрахунок діаметра трубопроводу проводимо по формулі

$$D = \sqrt{4000 \frac{Q_{\text{заг}}}{\pi v}} = \sqrt{4000 \frac{10}{3,14 \cdot 0,98}} = 114 \text{ мм.} \quad (3.18)$$

де v – швидкість руху води по трубах, приймаємо по таблиці Шевельова для $Q = 10$ л/с рівну 0,98 м/с.

Для водопостачання приймемо трубопровід з труб ДУ 125 мм [36].

4 Спеціальна частина

4.1 Розрахунок порівняльної ефективності застосування

Завданням передбачено будівництво нової промислової будівлі зі сталевим каркасом для розміщення обладнання по переробці твердих бурових відходів.

Вихідним є проект, де передбачено перекриття зі збірних залізобетонних плит із пристроєм бітумно-полімерної наплавленої покрівлі, альтернативним є варіант з використанням покрівельних сендвіч-панелей.

Порівняння і вибір варіантів проводиться за критерієм мінімуму "приведених витрат":

$$P_i = C_i + E_n \cdot (K_i + K_i^1) + T_n \cdot M_i, \quad (4.1)$$

де C_i – собівартість будівельно-монтажних робіт при зведенні об'єкта по порівнюваних варіантах; E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень (приймаємо $E_n = 0,16$); K_i – капітальні вкладення в основні виробничі фонди будівельних організацій по порівнюваних варіантах; K_i^1 – пов'язані капітальні вкладення у виробництво будівельних матеріалів і конструкцій за варіантами; M_i – експлуатаційні витрати за варіантами порівняння; T_n – розрахунковий період, протягом якого враховуються експлуатаційні витрати (приймаємо $T_n = 6,25$ р).

Проведемо розрахунок обсягів робіт і матеріалів за обраними варіантами, необхідних для подальшої калькуляції наведених витрат

4.2 Визначення капітальних вкладень в основні виробничі фонди

Визначаємо капітальні вкладення в основні фонди за формулою

$$K_i = 1,4 \sum \Phi_i \frac{t_i^p}{t_i^n}, \quad (4.2)$$

де Φ_i – балансова вартість використовуваних виробничих фондів;

t_i^p - розрахунковий час використання виробничих фондів на монтажі;

t_i^h - нормативне число змін роботи машин на рік;

1,4- коефіцієнт капітальних вкладень на створення бази по обслуговуванню виробничих фондів.

I Варіант.

Для монтажу конструкцій застосовуємо автокран КС-35714. Орієнтовна поточна ціна на ринку становить $\Phi_1 = 430000$ грн.

Потрібний час роботи

$$t_1^p = \frac{46,06 + 4,17}{8} = 6,3 \text{ маш} \cdot \text{зм.} \quad (4.3)$$

$$t_1^h = 247 \cdot 2 = 494 \text{ маш} \cdot \text{зм.} \quad (4.4)$$

$$K_1 = 1,4 \cdot \frac{4300000 \cdot 6,3}{494} = 7677,3 \text{ р.} \quad (4.5)$$

II Варіант:

Також застосовуємо автокран КС-35714, відповідно $\Phi_2 = \Phi_1 = 430000$ грн.

$$t_2^h = 494 \text{ маш} \cdot \text{зм.} \quad (4.6)$$

$$t_2^p = 104,37 / 8 = 13 \text{ маш} \cdot \text{зм.} \quad (4.7)$$

$$K_2 = 1,4 \cdot \frac{4300000 \cdot 13}{494} = 15842,1 \text{ р.} \quad (4.8)$$

4.3 Повні капітальні вкладення за варіантами

Парні капітальні вкладення визначаються за формулою

$$K_i^1 = \sum V_i \cdot K_i^y, \quad (4.9)$$

де V_i - обсяг матеріалів і конструкцій за варіантами;

K_i^y - питомі капітальні вкладення.

Ціни на матеріали були взяті за поточними прайсами торгових компаній. Разом пов'язані капітальні вкладення за варіантами

$$K_1' = 477,9 + 2259,24 + 2246,4 + 2333,5 + 208,8 + 648 + 792000 + 169556 + 325726 + 1774,13 = 1297230 \text{ p.} \quad (4.10)$$

$$K_2' = 1007,65 + 239,84 + 34,02 + 3631,68 + 973,44 + 315,25 + 599,65 + 40,59 + 12891,3 = 19733,43 \text{ p.} \quad (4.11)$$

4.4 Визначення експлуатаційних витрат

Амортизаційні відрахування і витрати на поточний ремонт для подібного типу будівлі приймаємо 5,0% від кошторисної вартості визначаємо за формулою

$$C_i^c = C_i \cdot 1,08, \quad (4.12)$$

де C_i – собівартість СМР.

1 варіант.

$$C_1^c = 1368581,87 \cdot 1,08 = 1478068,42 \text{ грн.} \quad (4.13)$$

$$M_1 = 1478068,42 \cdot 0,05 = 73903 \text{ p.} \quad (4.14)$$

2 варіант.

$$C_2^c = 161752,5 \cdot 1,08 = 174693 \text{ грн.} \quad (4.15)$$

$$M_2 = 174693 \cdot 0,05 = 8735 \text{ грн.} \quad (4.16)$$

4.5 Визначення наведених витрат

Розрахуємо наведені витрати згідно з формулою 4.1:

$$\Pi_1 = 1368581,87 + 0,16 \cdot (7677,3 + 1297230) + 6,25 \cdot 73903 = 2039260,79 \text{ грн.} \quad (4.17)$$

$$\Pi_2 = 161752,5 + 0,16 \cdot (15842,1 + 19733,43) + 6,25 \cdot 9735 = 228288,33 \text{ грн.} \quad (4.18)$$

На всю будівлю економічний ефект складе

$$\Xi = \Pi_2 - \Pi_1 = 2039260,79 - 228288,33 = 1810972,46 \text{ грн.} \quad (4.19)$$

Всі розраховані вище показники за варіантами представлені в таблиці 1.4, де наведені на розрахункову одиницю, тобто на 1 м² будівлі і на будівлю в цілому.

Висновок: виконані розрахунки показують, що наведені витрати за другим варіантом (покрівельна панель заводської готовності типу «сендвіч») вигідніше, ніж рулонна покрівля по збірному з/б перекриттю, отже, приймається для розробки другий варіант.

5 Організаційно-економічна частина

Кошторисна документація на будівництво цеху складена в програмному комплексі АВК – 5 із застосуванням:

- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (*РЕКН*) (*ДСТУ Б Д.2.2*);
- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи - індивідуальні норми;
- Ресурсних елементних кошторисних норм на монтажні роботи (*РЕКНМУ*) (*ДСТУ Б Д.2.3*);
- Ресурсних елементних кошторисних норм на ремонтно-будівельні роботи (*РЕКНр*) (*ДСТУ Б Д.2.4*);
- Збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції (*ЗЄКЦ-97*) (*ДБН IV-4-97*);
- Збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції - індивідуальні норми;
- Каталогів поштучних виробів, конструкцій, типових вузлів і деталей;
- Прейскурантів на устаткування і матеріали;
- Збірника цін на перевезення ґрунту;
- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (*ДСТУ*);

Кошторисна вартість будівництва визначена відповідно до *ДСТУ Б Д.1.1-1:2013* «Правила визначення вартості будівництва». Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації та за усередненими даними Держбуду України. Загальновиробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників *ДСТУ Б Д.1.1-1:2013*.

Висновки: після проведення розрахунку усіх видів робіт та операцій при будівництві школи за допомогою програмного комплексу АВК – 5, а також з врахуванням усіх витрат можна сказати що даний проект є економічно доцільним для будівництва. При складанні розрахунків інших витрат прийняті такі нарахування у відповідності з ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Правила визначення вартості будівництва»:

1. Усереднений показник для визначення розміру кошторисного прибутку
3,78 грн./люд.-г;

2. Усереднений показник для визначення розміру адміністративних витрат
1,37 грн./люд.-г;

Загальна кошторисна трудомісткість 6,25 тис. люд.-г;

Нормативна трудомісткість робіт, яка передбачається
у прямих витратах

190,2 тис. люд.-г;

Загальна кошторисна заробітна плата

147,725 тис. грн.;

6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

6.1 Аналіз майданчика будівництва

В радіусі 1 км від майданчика будівництва знаходяться 5 свердловин, розташованих практично рівномірно по колу, найближча свердловина знаходиться на відстані ~ 500 метрів. Компонентний склад сировини, що видобувається в свердловині наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 6.1- Склад видобутого продукту в свердловинах родовища

| Компонент | Мол. % |
|-------------------------------|--------|
| H ₂ S | 4,13 |
| N ₂ | 1,17 |
| CO ₂ | 5,33 |
| CH ₄ | 68,41 |
| C ₂ H ₆ | 5,53 |
| C ₃ H ₈ | 3,11 |
| iC ₄ | 0,62 |
| nC ₄ | 1,28 |
| iC ₅ | 0,83 |
| nC ₅ | 0,78 |
| C ₆ | 0,96 |
| C ₇₊ | 7,85 |

Головною небезпечною речовиною в продукті, що добувається є Сірководень (4% в продукті, що добувається). Гранично допустима концентрація (ГДК) сірководню в повітрі населених пунктів - 0,008 мг/м³, в повітрі робочої зони виробничих приміщень - 10 мг/м³. Поріг відчутності запаху становить 0,014-0,03 мг/м³. При гострих отруєннях виникає печіння і біль в горлі при ковтанні, кон'юнктивіт, задишка, головний біль, запаморочення, слабкість, блювання, тахікардія, можливі судоми. Смертельна концентрація становить 830 мг/м³ протягом 30 хвилин або 1100 мг/м³ протягом 5 хвилин.

Відповідно до проведених досліджень і розрахунків, виконаних сторонніми компаніями за міжнародними нормами API і розрахунками в програмному пакеті PHAST, хмара токсичного газу (концентрація 100 частин на мільйон) при швидкості вітру 10 м/с досягає дистанції 250 метрів за 48 секунд (див. рис 6.1 і 6.2).

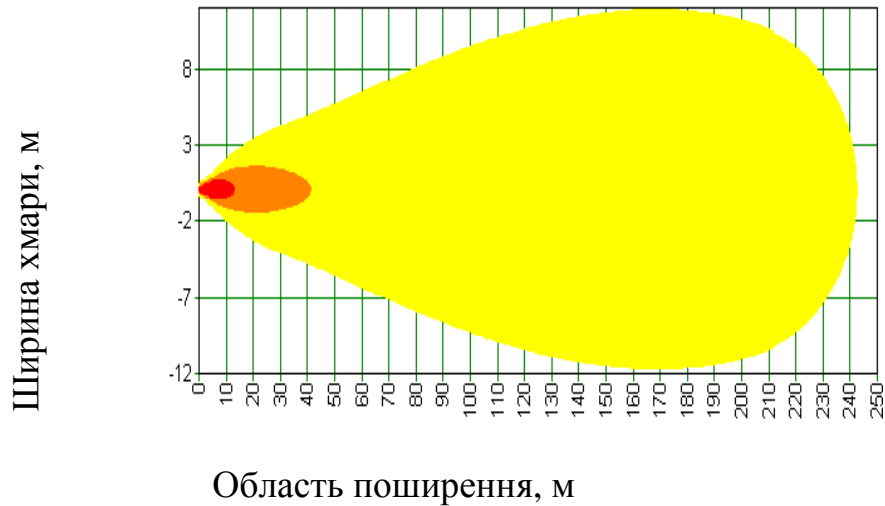


Рисунок 6.1- Розподіл хмари токсичного газу, вид зверху, поширення за 10

хв

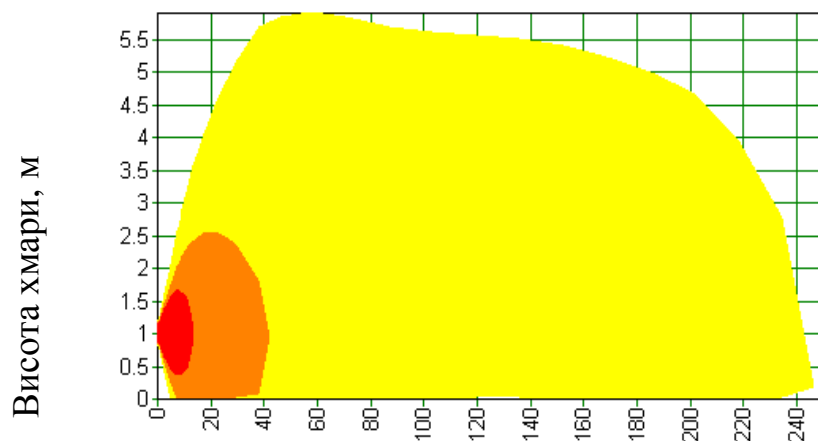


Рисунок 6.2 - Розподіл хмари токсичного газу, вид збоку, поширення за 10

хв

Таким чином, при виникненні нештатної ситуації на добувній свердловині у працівників на будівельному майданчику буде в розпорядженні мінімальна кількість часу на реагування.

Трохи менш небезпечною є ситуація при виникненні пожежі / відпалі свердловини. Мінімальна відстань від місця горіння до точки, де персонал може перебувати тривалий час (з тепловою радіацією $1,58 \text{ кВт/м}^2$) становить 51 метр

(вітрові умови 10 м / с). Також потенційно небезпечним явищем є сам факт спалаху і отруєння продуктами згоряння.

Для забезпечення прийнятних умов роботи компанією-оператором встановлено такі обов'язкові вимоги до всіх організацій:

– Весь персонал повинен пройти курс навчання для роботи на майданчиках з потенційною присутністю H_2S . Весь персонал повинен бути екіпірований переносними детекторами сірководню і дихальними апаратами. Також Екологічний центр, де будуть проводити будівельні роботи, обладнаний стаціонарними системами газовиявлення і сигналізацією. При спрацьовуванні систем оповіщення весь персонал повинен негайно зупинити проведення робіт, скористатися засобами захисту, убезпечити робоче місце, знеструмити і вимкнути інструмент і пройти на місця збору для подальшої евакуації.

– Роботи повинні проводитися тільки на підставі дозвільної системи нарядів-допусків. Керівники робіт на місцях повинні своєчасно проходити курси навчання і здавати кваліфікаційні іспити на знання і застосування систем оцінки та мінімізації ризиків на виробництві.

Безпосередньо при проведенні будівельних робіт виникнути ряд небезпечних і шкідливих факторів, що негативно впливають на здоров'я людей. Дані фактори можна умовно розділити на наступні:

– Фактори, пов'язані з роботою устаткування. При будівництві будівлі та прилеглих об'єктів використовуються різні види будівельних машин, такі як монтажні крани, автобетоновози, бетонозмішувачі, вібратори, підйомники і так далі. Небезпечними зонами є: зона можливого переміщення конструкцій, зона можливого падіння конструкції.

– Фактори, пов'язані з використанням електроенергії. Під час роботи з електроустановками різного типу можливі ураження електричним струмом, використовуваного для живлення електроприводів, освітлення, зварювання.

– Фактори, пов'язані з виникненням джерел шуму і вібрації. Даними джерелами є машини і механізми, а саме крани, бетономішалки, компресора і

інші агрегати. Рівень шуму цих машин і агрегатів в роботі може досягати 93-101 дБА і часто наближається до больового порогу людини. У ряді випадків підвищення рівня шуму і вібрації є порушенням правил експлуатації механічного устаткування, тому що допустимий рівень шуму складає 80 дБА згідно [29]. Шум знижує працездатність людини і викликає виникнення глухоти, головних болів і т.д.

– Фактори, пов'язані із взаємодією з будівельними матеріалами. Виробничий пил, що виникає при проведенні земляних робіт, при навантаженні ґрунту в самоскид, при розвантаженні / навантаженні сипучих матеріалів, при транспортуванні пилевиділяючих речовин і т.д. погіршує видимість в межах робочої зони, а також призводить до швидкого руйнування частин будмашин, що труться. Також використовуються в будівництві речовини, що можуть викликати ряд професійних захворювань, хронічні отруєння, хвороби легенів і т.д. Досить шкідливими з точки зору охорони здоров'я можна визнати такі роботи як транспортування цементу і вапна, приготування бетону, фарб, роботи з токсичними речовинами (бензин, ацетон, розчинник).

– Кліматичні чинники. Будівництво буде вестися в літній період, тому основним шкідливим фактором слід визнати сонячну радіацію, підвищену температуру повітря і низьку вологість, що підвищує ризики перегріву і зневоднення організму людини.

– Також при проведенні робіт слід врахувати наявність психофізіологічних факторів і уникати підвищеної фізіологічної і емоційного перевантаження персоналу і по можливості чергувати монотонні роботи перервами і зміною типу робіт для зниження навантаження на працівників.

6.2 Основні заходи з охорони праці та техніки безпеки при будівництві об'єкта, що проектується

На період будівництва необхідно встановити попереджувальні знаки, що забороняють в'їзд і виїзд сторонніх осіб і механізмів на територію будівництва. З урахуванням умов проведення робіт повинні виконуватися наступні заходи:

- При виробництві бетонних і залізобетонних робіт необхідно звертати особливу увагу на надійність підтримуючих лісів, настилів перил, і огорожень, а також вантажно-розвантажувальних пристроїв для підйому каркасів, блоків опалубки і арматури, бадів з бетонною сумішшю.

- Монтаж конструкцій, включаючи складування їх, способи подачі на місце установки повинні проводитися в послідовності, визначеній проектом виробництва робіт. Виконувати всі заходи, передбачені правилами та вказівками інструкцій по експлуатації монтажних кранів.

- У відповідних місцях повинні встановлювати попереджувальні знаки по [30], наприклад, «Висока напруга - небезпечно для життя».

- Об'єкти, що будуються повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння та протипожежним обладнанням.

- До управління машинами (бульдозерами, екскаваторами і т.д.) допускати осіб, які мають посвідчення на право керування і роботи на відповідній машині;

- В неробочий час бульдозери та екскаватори відводити в безпечне місце, а відвал і ківш опускати на землю;

- Під час роботи екскаватора не можна перебувати стороннім в радіусі його дії плюс 5 м;

- Перед початком робочої зміни кожна будівельна машина і механізм піддається технічному огляду механіком гаража і водієм;

- При розробці, транспортуванні, розвантаженні, плануванні ґрунту двома бульдозерами або скреперами, що йдуть один за іншим, відстань між ними має бути не менше 10 м;
- Заправку обладнання паливно-мастильними матеріалами виробляти спеціальними заправними машинами;
- Перевезення робітників на місце проведення робіт повинно здійснюватися на автобусах і спеціально обладнаних для перевезення пасажирів автомашинах.

6.3 Санітарно-гігієнічні заходи

З метою охорони здоров'я персоналу, попередження професійних захворювань і отруєнь, нещасних випадків, забезпечення безпеки праці працівники проходять попередні та періодичні медичні огляди, спеціальні медичні обстеження.

Посадові особи підприємств не допускають до роботи осіб, які не пройшли попередні або періодичні медичні огляди або визнаних непридатними до роботи за станом здоров'я.

ІТП і робітники повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

Під час будівництва всі особи, які на будівельному майданчику зобов'язані носити захисний одяг. Робочі і інженерно-технічні працівники без захисних касок та інших необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються. Монтажну оснастку приймають по [31] стандартам і технічним умовам на конкретні монтажні пристосування.

Індивідуальні засоби захисту від ураження електроенергією: черевики чоловічі струмонепровідних ЕП ТУ 17-06-071-82; одяг спеціальний для захисту від механічних впливів ТО 17 РСФСР-06-6415-84; рукавиці бавовняні з накладками [32] Тип Б; каска будівельна [33].

Для господарсько-побутових цілей необхідно передбачити вживання води, що відповідає вимогам ВОЗ. На час будівництва повинні бути надані туалети в потрібній кількості.

Керівник будівельно-монтажної і експлуатаційної організації зобов'язаний забезпечити дотримання всіма працівниками правил внутрішнього розпорядку, що відносяться до охорони праці, відповідно до Типових правил внутрішнього трудового розпорядку для робітників і службовців підприємств і організацій.

Допуск сторонніх осіб, а також працівників у нетверезому і наркотичному стані на територію під час будівництва та експлуатації заборонений.

Керівники підприємств, об'єктів повинні забезпечити своєчасне оповіщення всіх своїх підрозділів про несприятливих метеорологічних умовах (гроза, ураган, аномальна температура повітря та ін.) І вжити заходів щодо забезпечення безпеки персоналу та обладнання.

6.4 Розрахунок вантажозахоплювального пристрою для монтажу сталеві ферми

Вантажозахватне пристосування проектуємо з траверси-балки довжиною 4 м і канатів з [34] для монтажу ферм масою $G_0 = 1,6$ т. Схема стропування, розрахункова схема траверси представлені на рисунку 5.3.

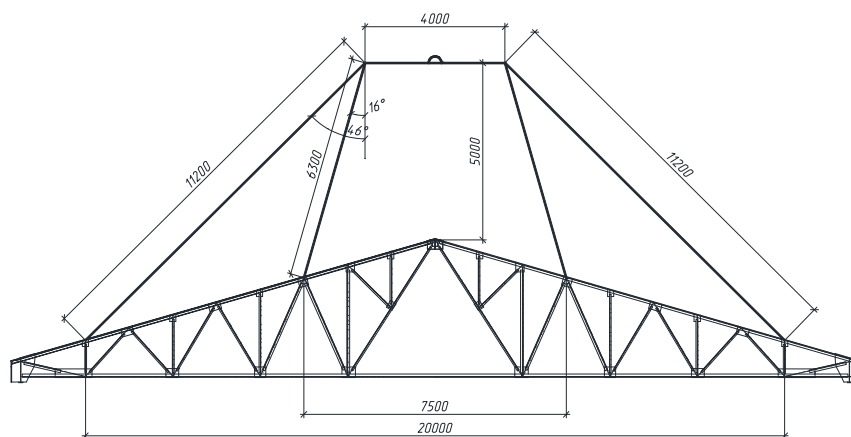


Рисунок 6.3 – Схема стропування і розрахункова схема траверси

Зусилля виникають в канатах визначимо за формулою

$$N = \frac{G_0 \gamma_f k_d}{4 \cos(\alpha)}, \quad (6.1)$$

де γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням,

k_d – коефіцієнт динамічності,

α – кут нахилу каната до вертикалі.

$$N_1 = 1,6 \cdot 9,8 \cdot 10^3 \cdot 1,05 \cdot 1,1 / (4 \cos((46))) = 6828 \text{ Н.} \quad (6.2)$$

$$N_2 = 1,6 \cdot 9,8 \cdot 10^3 \cdot 1,05 \cdot 1,1 / (4 \cos((16))) = 4934 \text{ Н.} \quad (6.3)$$

За зусиллям 6828 Н по [34] підбираємо канат 3,8-Г-1-ОЖ-Н-1570, діаметром 3,8 мм і розрахований на зусилля $8400 \cdot 0,85 = 7140$ Н (0,85 – коефіцієнт умов роботи для вантажозахоплювальних пристроїв), довжиною 11,2 м, масою $m = 0,0551 \cdot 11,2 = 0,62$ кг.

Підберемо перетин балки траверси, що працює як розтягнуто-згинальний елемент з відстанню між місцями кріплення строп $l = 4$ м.

Розтягувальну силу отримаємо за формулою

$$N_x = N_1 \cdot \sin(46) + N_2 \cdot \sin(16) = 6,8 \sin(46) + 4,9 \sin(16) = 6,2 \text{ кН.} \quad (6.4)$$

Поперечну силу визначимо за формулою

$$N_y = N_1 \cdot \cos(46) + N_2 \cdot \cos(16) = 6,8 \cos(46) + 4,9 \cos(16) = 9,4 \text{ кН.} \quad (6.5)$$

Згинальний момент визначимо за формулою

$$M_y = \frac{N_y l}{2} = \frac{9,4 \cdot 4}{2} = 18800 \text{ кНм.} \quad (6.6)$$

Умова міцності згідно з формулою

$$\sigma = \frac{N_x}{A} + \frac{M_x}{W} > [\sigma] = R_y \gamma_c, \quad (6.7)$$

де $\gamma_c = 0,85$ – коефіцієнт умов роботи для вантажозахоплювальних пристроїв.

Підбираємо траверсу-балку з двутавра 16 по [35] зі сталі С255 ($R_y = 255$ МПа) з $W_x = 109 \text{ см}^3$ і $A_x = 20,2 \text{ см}^2$, масою 64 кг.

Перевіримо умову міцності по формулі

$$\sigma = \frac{N_x}{A} + \frac{M_x}{W} = \frac{6200}{20,2 \cdot 10^{-4}} + \frac{18800}{109 \cdot 10^{-6}} = 175,5 \text{ МПа} > [\sigma] = R_y \gamma_c = 255 \cdot 0,85 = 216,75 \text{ МПа.} \quad (6.8)$$

Кріплення ферми до канатів проводиться замковими пристроями. Кріплення канатів до траверси проводиться через поліспасти, траверси до гака крана - через сталеву пластину, загальною масою 40 кг.

Маса стропувальних пристосувань розраховується за формулою

$$m = 64 + 0,62 \cdot 3 + 40 = 105,9 \text{ кг.} \quad (6.9)$$

З причини незначної ваги ферми зусилля в її елементах не можуть перевищити розрахункових і додаткового посилення не потрібно, але тим не менше був проведений розрахунок в програмному середовищі Staad Pro для підтвердження. У розрахунковій моделі були використані наступні умови:

1. Тип навантаження - власна вага з коефіцієнтом перевантаження 1,1 і коефіцієнтом надійності за навантаженням 1,05.
2. У точках кріплення строп були встановлені закріплення.
3. Перетини поясів і елементів, а також геометричні характеристики ферми - згідно креслень.

Отримані результати: максимальні зусилля в елементах не перевищують 2,5 кН, максимальні моменти 0,3 кНм, максимальні напруження 17,7 МПа.

Епюри внутрішніх силових зусиль наведені на рисунках 5.4-5.6.

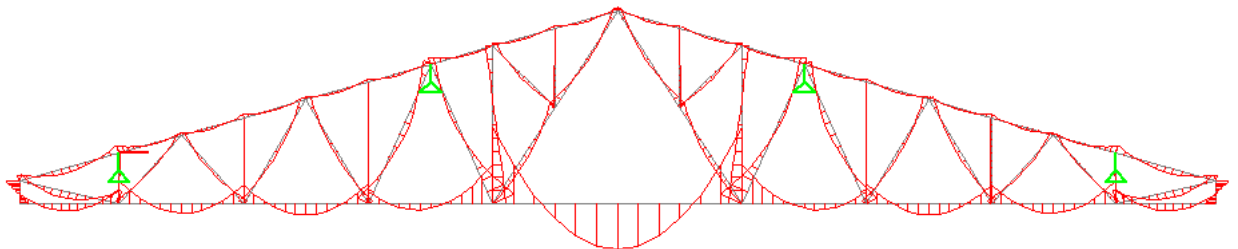


Рисунок 6.4 - Епюра M в фермі при підйомі

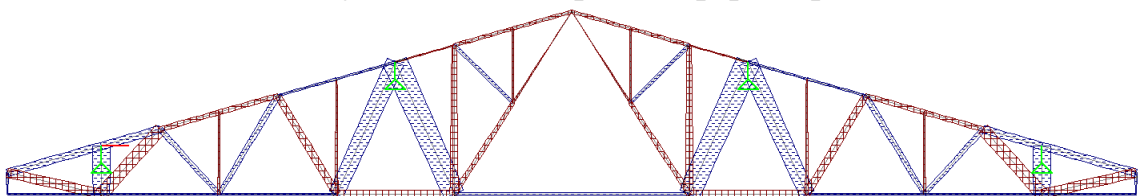


Рисунок 6.5 - Епюра N в елементах ферми

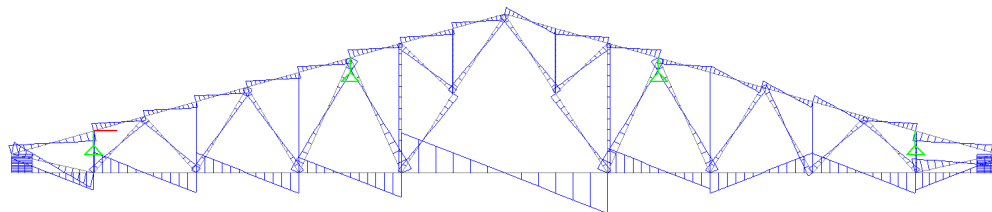


Рисунок 6.6 - Епюра Q в елементах ферми

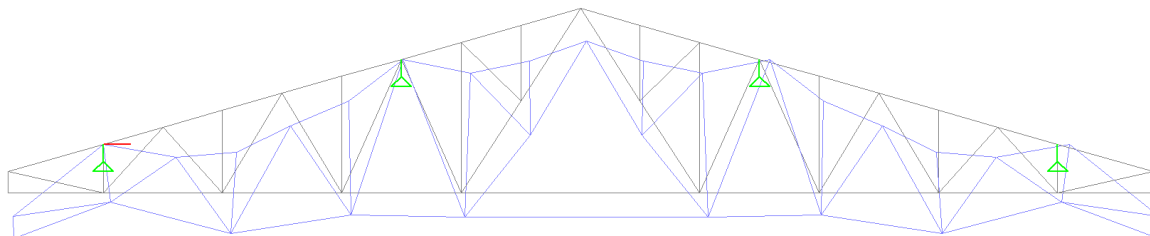


Рисунок 6.7 - Ферма в умовно-деформованому стані (максимальні деформації не перевищують 0,048 мм)

Висновок: фермова конструкція підсилення не потребує, тому що максимальні зусилля в елементах далекі від критичних ($2,5 \text{ кН} < 5,9 \text{ кН}$ - мінімальне зусилля в елементі ферми)

6.5 Оцінка стійкості об'єкта до впливу ударної хвилі ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості

Нові об'єкти народного господарства повинні будуватися з урахуванням вимог, виконання яких сприяє підвищенню стійкості інженерно-технічного комплексу об'єкта. Основні з цих такі [30]:

1. Будинки і спорудження на об'єкті необхідно розміщати розосереджено. Відстань між будинками повинні забезпечувати протипожежні розриви. При наявності таких розривів виключається можливість переносу вогню з одного будинку на інші, навіть якщо гасіння пожежі не відбувається. Будинки адміністративно-господарського й обслуговуючого призначення повинні розташовуватися окремо від основних цехів.

2. Найбільш важливі виробничі спорудження варто будувати заглибленими чи зниженої висотності, прямокутної форми в плані. Це зменшує парусність будинків і збільшує опірність їх ударній хвилі ядерного вибуху. Хорошою стійкістю до впливу ударної хвилі володіють залізобетонні будинки з металевими каркасами в бетонній опалубці. Для підвищення стійкості до світлового ви-

промінювання в споруджуваних будинках і спорудженнях повинні застосовуватися вогнестійкі конструкції, а також вогнезахистна обробка спалених елементів будинку. У кам'яних будинках перекриття повинні бути виготовлені з армованого бетону або виконані з бетонних плит. Великі за розмірами будинки повинні розділятися на секції неспаленими стінами. У ряді випадків при проектуванні й будівництві промислових будинків і споруджень повинна бути передбачена можливість герметизації приміщень від проникнення радіоактивного пилу.

Це особливо важливо для підприємств харчової промисловості й продовольчих складів.

3. Душові приміщення необхідно проектувати з урахуванням використання їх для санітарної обробки людей.

4. Дороги на території об'єкта повинні бути з твердим покриттям, забезпечувати зручне і найкоротше сполучення між виробничими будинками, спорудженнями і складами; в'їздів на територію об'єкта повинне бути не менш двох із різних напрямків.

5. Системи побутової і виробничої каналізації повинні мати не менш двох випусків у міські каналізаційні мережі й пристрої для аварійних скидань у підготовлені місця (котловани, яри, траншеї тощо).

Оцінка стійкості основних елементів інженерно-технічного комплексу, від яких залежить робота господарського об'єкта, полягає у визначенні виду можливого руйнування кожного з основних елементів інженерно-технічного комплексу та у виявленні нестійких елементів. При оцінці ефективності захисту робітників і службовців у разі сильного вибуху визначають можливу кількість уражених і вид травм людей на території господарського об'єкта. Оцінка стійкості систем управління і постачання (електроенергією, газом, водою, сировиною, комплектуючими виробами тощо) полягає у визначенні ступеня їх порушення в разі вибуху. Крім того, оцінюють ступінь підготовленості господарського об'єкта до відновних робіт. Висновок про стійкість господарського об'єкта в цілому скла-

дають після аналізу отриманих результатів. Якщо всі основні елементи інженерно-технічного комплексу і систем господарського об'єкта виявляться стійкими і за прогнозом не буде великої кількості уражених робітників і службовців, то робота господарського об'єкта вважається стійкою в разі вибуху. Якщо хоча б один основний елемент інженерно-технічного комплексу або система господарського об'єкта виявляться за прогнозом нестійкими, робота об'єкта в цілому визнається нестійкою. Аналогічний висновок робиться, якщо в разі вибуху можливі загибель або великі втрати робочих і службовців.

Вирішення проблеми захисту інформації полягає у використанні організаційно-технологічних (адміністративних), технічних і програмних заходів, а так само в профілактичній роботі серед користувачів для зменшення можливостей для несанкціонованого доступу до інформації. Реалізація системи захисту інформації та інформаційних ресурсів розпадається на три незалежні завдання: забезпечення системи цілісності інформації та інформаційних систем; організація авторизованого доступу до інформації; неприпустимість появи у відкритому доступі інформації, що становить державну таємницю або має конфіденційний характер.

При розслідуваннях небезпека полягає і в тому, що обвинувачені можуть спробувати застосувати законодавство, аби завадити публікації, тому працівники ЗМІ повинні добре знати закони та уникати їх порушення, не отримувати інформацію незаконним шляхом, діяти в рамках етичних стандартів. Найціннішу інформацію рекомендується публікувати, бо це теж один зі способів захистити журналіста: як тільки інформація стає відомою, репресії проти журналіста чи видання одразу ж видадуть не зацікавлених в її оприлюдненні. Бажано таку інформацію поширити й серед колег, коли сам матеріал ще не готовий – це теж захистить журналіста. Тож, на нашу думку, в Україні настав час законодавчо виписати захист журналістів, що працюють у цьому жанрі.

Для забезпечення оптимальної освітленості в робочому приміщенні, яка нормується згідно [31] 200Лк, передбачено устрій системи штучного освітлення

з використанням люмінесцентних ламп типу ЛБ або ЛД потужністю від 40 до 80 Вт. Крім системи штучного освітлення використовується природне бокове освітлення.

Для забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища передбачено виконання вимог по [32].

Усі працівники при прийнятті на роботу і за місцем роботи повинні проходити інструктажі з питань пожежної безпеки (далі - протипожежні інструктажі). Протипожежні інструктажі поділяються на вступний, первинний, повторний на робочому місці, позаплановий та цільовий.

Якщо всі основні елементи інженерно-технічного комплексу і систем господарського об'єкта виявляться стійкими і за прогнозом не буде великої кількості уражених робітників і службовців, то робота господарського об'єкта вважається стійкою в разі вибуху. Якщо хоча б один основний елемент інженерно-технічного комплексу або система господарського об'єкта виявляться за прогнозом нестійкими, робота об'єкта в цілому визнається нестійкою. Аналогічний висновок робиться, якщо в разі вибуху можливі загибель або великі втрати робочих і службовців.

6.6 Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків мржливої НС на промисловому об'єкті

Оцінка обстановки – порядок визначення ступеню ураженості об'єкта чи території, можливих об'ємів завданих збитків та вплив вторинних факторів на проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (РіНР) в осередку ураження від надзвичайних ситуацій (НС).

Вони залежать від конкретних умов виникнення або загрози виникнення надзвичайних ситуацій мирного чи воєнного часу [14].

По часу оцінка обстановки може бути - завчасна, планова, термінова.

В мирний час відповідно до Закону України «Про страховий фонд документації» на всій території України проведений моніторинг наявності потенційно

небезпечних об'єктів чи явищ, що можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій. Оцінку обстановки можна попередньо проводити по карті місцевості району, де існує загроза або виникла надзвичайна ситуація.

На підставі цих досліджень розроблені плани дій під час загрози або виникнення НС. В яких ґрунтовно описані можливі наслідки тої чи іншої надзвичайної ситуації та шляхи її подолання - зменшення жертв, пошкоджень, руйнувань та інше.

Оцінка обстановки визначає:

- характер і об'єм руйнувань і пошкоджень, нанесені збитки і втрати;
- види аварійно-рятувальних робіт та можливий їх об'єм;
- радіаційну, хімічну, інженерну, пожежну та інші обстановки та їх вплив на виконання завдань;
- найбільш доцільні напрямки висування в введення сил ЦО в вогнище чи на територію ураження;
- місце розташування, стан і забезпеченість сил ЦО та їх можливості по виконанню завдань;
- вплив вторинних факторів ураження, погоди, пори року і доби, характер місцевості.

За результатами аналізу оцінки обстановки приймається рішення про ведення РіНР в осередках ураження чи на територія, яка потерпіла від НС.

Рішення на виконання завдань по локалізації та ліквідації наслідків НС включає:

- на що направлення основні зусилля сил та засобів;
- порядок ведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередку ураження чи події;
- організація зв'язку та управління підчас ведення РіНР;
- порядок взаємодії сил і засобів залучених на проведення робіт;
- час проведення РіНР.

Форми і методи оцінки обстановки при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій залежать в першу чергу від виду надзвичайної ситуації.

На місце загрози або виникнення НС терміново виїжджає мобільно-оперативна група у складі: спеціалістів з різних галузей.

Метою роботи цієї групи на місці НС є:

- обстеження місця виникнення НС, характеру, об'ємів та пошкоджень НС;
- надання при необхідності першої медичної допомоги потерпілим;
- визначення попередніх обсягів втрат (площі території, яка постраждала);
- готує пропозиції щодо першочергових заходів та обсягів робіт по локалізації та ліквідації (мінімізації) наслідків НС.
- координує дії служб на місці НС.

Під обстановкою розуміють сукупність наслідків НС, що впливають на нормальну життєдіяльність, виробництво продукції та дії сил при локалізації та ліквідації наслідків НС.

Аналіз пожежної небезпеки і захисту технологічних процесів виробництва здійснюється поетапно. Він містить у собі вивчення технологій виробництва, оцінку пожежонебезпечних властивостей речовин, виявлення можливих причин виникнення і запобіганню пожеж.

Під пожежною обстановкою розуміють сукупність наслідків впливу вражаючих факторів НС, у результаті яких виникають пожежі, які впливають на життєдіяльність людей.

Для оцінки пожежної обстановки необхідно провести такі заходи:

- визначити вид, масштаб і характер пожежі;
- провести аналіз впливу пожежі на стійкість окремих елементів і об'єкту в цілому, а також на життєдіяльність населення;

- вибрати найбільш доцільні дії пожежних підрозділів та формувань ЦО з локалізації і гасіння пожежі, евакуації при необхідності людей і матеріальних цінностей із зони пожежі.

Основна причина виникнення пожеж – необережне поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки. Крім того, вони можуть виникнути в наслідок природних явищ (грозові розряди, землетруси, виверження вулканів, самозаймання торфу, підпал, вибух).

Межа вогнестійкості, вимірювана в годинах, визначається здатністю несучих конструкцій протистояти вогню без обвалювань, прогинів, тріщин, і отворів, через які проникають продукти горіння.

Вона становить для будинків:

- I ступеня вогнестійкості – понад 2 годин;
- II ступеня до 2 годин;
- III ступеня - 1,5 години;
- IV ступеня - 1 година.

За категоріями вибухонебезпечності будинки поділяють на п'ять категорій: Категорії А і Б – вибухопожежонебезпечні, В, Г, Д – пожежонебезпечні.

Пожежа характеризується видом, масштабом або щільністю, розвитком і швидкістю поширення, тепловою радіацією, тривалістю горіння, температурою горіння, зоною задимлення.

Види пожеж: окремі, масові, суцільні, вогневий шторм, лісові, степові, торф'яні, тління, горіння в завалах.

Розвиток і швидкість поширення пожеж визначається ступенем вогнестійкості будинку, відстанню між ними, щільністю забудови, метеоумовами і порою року.

Розвиток пожеж незалежно від їх розмірів і місця виникнення відбувається за однією загальною закономірністю і поділяється на три фази:

- I фаза – поширення полум'я від початкового горіння до охоплення великої частини горючих матеріалів. Ця фаза характеризується спочатку

порівняно невеликою температурою і швидкістю поширення вогню, тому пожежа може бути ліквідована у перші 15-20 хвилин за короткий час обмеженими засобами. Тривалість фази до 2 годин в залежності від вогнестійкості будинків.;

- II фаза – стале горіння до моменту обвалення конструкцій, тривалість від 1 до 4 годин;

- III фаза – вигоряння матеріалів завалених конструкцій при невеликих швидкостях горіння і теплової радіації, тривалість від 2 до 5 годин.

Залежно від масштабів пожеж застосовують то чи іншу тактику ведення боротьби з ним, та залучають відповідні сили і засоби. Це може бути окрема тема для вивчення.

Отже, оцінка обстановки при виникненні надзвичайних ситуацій потребує значних об'ємів знань умінь і навичок, досвіду проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках ураження.

7 Екологія

7.1 Оцінка впливу об'єкта капітального будівництва на навколишнє середовище

Дипломним проектом передбачено будівництво будівлі зі сталевим каркасом для розміщення обладнання по переробці бурових відходів.

Проектований об'єкт розташований в межах відведеної земельної ділянки з дотриманням нормативних протипожежних і санітарних розривів.

У впливі об'єкта капітального будівництва на навколишнє середовище умовно можна виділити наступні етапи, які передбачають найбільший внесок у забруднення навколишнього природного середовища:

- будівництво проєктованих споруд;
- експлуатація проєктованих споруд.

При проведенні будівельних робіт основні види впливу на земельні ресурси будуть пов'язані з проведенням підготовчих і земляних робіт:

- порушення сформованих форм природного рельєфу в результаті виконання різного роду земляних робіт;
- техногенні порушення мікрорельєфу, викликані багаторазовим проходженням будівельної техніки (вибоїни, колії, борозни та ін.);
- використання території для тимчасового складування будівельних матеріалів;
- забруднення поверхневих ґрунтів відходами будівельних матеріалів.

При будівництві об'єкта основними джерелами впливу на атмосферне повітря є забруднюючі речовини, що виділяються при виробництві будівельно-монтажних робіт:

- робота дорожньо-будівельної техніки;
- різні будівельні роботи (зварювання, фарба);
- запилювання від сипучих порід.

При експлуатації об'єкта основними джерелами впливу на навколишнє середовище буде автомобільний транспорт, тверде побутове сміття і господарсько-побутові стічні води.

7.2 Заходи з охорони і раціонального використання земельних ресурсів та ґрунтового покриття

Проектом передбачені наступні заходи щодо запобігання негативного впливу проектного об'єкта на ґрунтовий покрив:

- покриття проїздів з асфальтобетону з установкою бортового каменю;
- суцільне вертикальне планування території з організацією відведення дощових стоків на газон.

Збір відходів в сміттєві контейнери, розташовані на майданчику; сміття вивозиться спецмашинами в міру заповнення контейнерів (не більше 2/3 їх об'єму) на полігон ТПВ.

Територія комплексу використовується для переробки відходів 4 класу небезпеки, зметення з території організацій, що містить небезпечні компоненти в кількості, що відповідає 4-го класу небезпеки знаходимо за формулою

$$M_{\text{зм}} = \frac{qS}{10^3}, \text{ т./год.} \quad (7.1)$$

де S – прибираєма асфальтована площа території, $S=12300 \text{ м}^2$.

q - питома річна норма утворення відходів $q=5, \text{ кг/ м}^2$.

$$M_{\text{зм}} = 5 \cdot 12300 \cdot 0,001 = 61,5 \text{ т./год.} \quad (7.2)$$

Для відновлення земель, порушених в процесі господарської діяльності, проектом передбачається два етапи рекультивації: технічний і біологічний.

На технічному етапі рекультивації передбачається:

- відповідно до рекомендацій розділу 5 [37], перед початком виконання земляних робіт зняття верхнього, забрудненого хімічними речовинами, шару ґрунту товщиною 0,05 м., і в повному обсязі використання його в основі земляного полотна дорожнього одягу з перекриттям шаром чистого ґрунту більш ніж на 0,5 м .;

- суцільне планування майданчика;
- оформлення укосів насипу;
- засипка траншей від влаштування підземних комунікацій виїнятим ґрунтом з ущільненням.

Завершення будівництва супроводжується обов'язковим прибиранням сміття і видаленням всіх тимчасових пристроїв і споруд.

На другому етапі передбачається покриття ґрунтових частин майданчика, вільних від забудови і доріг, шаром привізного родючого ґрунту і посів травосуміші з внесенням добрив і поливом.

Захист ґрунтів від забруднення при експлуатації об'єкта досягається комплексом заходів, в т.ч .:

- санітарним прибиранням території з використанням ручної праці двірника;

- прибиранням можливих нафтових забруднень на автопарковках без застосування води, присипкою забруднень піском з наступним видаленням в сміттєвий контейнер.

При виконанні планування ґрунтовий шар, придатний для подальшого використання, повинен попередньо зніматися і складатися в відведених місцях.

Зняття і охорона родючого ґрунтового шару здійснюється відповідно до вимог [38]. Потужність знімаючого родючого шару визначається згідно з вимогами, викладеними в [39].

При знятті шару ґрунту повинні бути вжиті заходи до захисту її від забруднення змішуванням з мінеральним ґрунтом, засмічення, водної та вітрової ерозії. Штабелі родючого ґрунту необхідно розташовувати на сухих місцях за межами зони вихолоджування укосів насипу (виїмки) окремо в формі, зручній для наступного навантаження і транспортування. Висота штабелів повинна складати не більше 10,0 м., а кут неукріпленого укосу - не більше 30 °. Поверхні штабелів родючого ґрунту і потенційно родючих порід повинні бути укріплені посівом багаторічних трав. Для запобігання штабелів ґрунту від розмиву необ-

хідно влаштовувати водовідвідні канали. Не допускається перемішування підстильної шару ґрунту, що витягується з ґрунтом верхнього, перегнійно-аккумулятивного шару. Під час виконання земляних робіт найбільшої шкоди навколишньому середовищу завдається ерозійними явищами, тому для попередження ерозії необхідно якомога швидше влаштовувати і включати в роботу споруди водовідведення, водопропускні пристрої, швидкотоки, зміцнення укосів.

7.3 Заходи з охорони поверхневих і підземних вод від забруднення

Джерелом водопостачання проектованого об'єкта є зовнішні проектовані мережі водопроводу, живиться від мереж міського водогону. Вода, що надходить з зовнішніх мереж відповідає нормам [40].

Проектом передбачається організований збір і відведення побутових стічних вод в зовнішні мережі каналізації, і далі на існуючі очисні споруди.

7.4 Заходи з охорони атмосферного повітря від забруднень на період експлуатації.

Основними джерелами виділення забруднюючих речовин на даному об'єкті є 1 вантажно-розвантажувальний екскаватор і 3 самоскиди.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел в атмосферу проводився за методикою нормативного документа [41].

Джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферу є відпрацьовані гази двигунів машин, що прибувають на автостоянку. Розрахунок викидів забруднюючих речовин виконується для шести забруднюючих речовин:

- оксиду вуглецю – CO;
- бензин, газ;
- оксидів азоту – N_{ox};
- твердих частинок – С (сажа);
- сполук сірки, в перерахунку на діоксид сірки SO₂.

Викиди сполук свинцю з відпрацьованими газами двигунів автомашин будуть відсутні в зв'язку з прийняттям федерального Закону № 34-ФЗ від 22 березня 2003 року про заборону виробництва і обороту етилованого автомобільного бензину в Російській Федерації з 1 липня 2003 року.

Викиди і-ої речовини одним автомобілем к-ої групи в день при виїзді / виїзді з території M_{ik} , M_{2ik} розраховуються за формулами

$$M_{1ik} = m_{npik} \cdot t_{np} + m_{Lik} \cdot L_1 + m_{xxik} \cdot t_{xx1}, \quad (7.3)$$

$$M_{2ik} = m_{Lik} \cdot L_2 + m_{xxik} \cdot t_{xx2}, \quad (7.4)$$

де m_{npik} - питомий викид і-ої речовини при прогріванні двигуна автомобіля к-ої групи, г / хв;

m_{Lik} - пробіговий викид і-ої речовини, автомобілем к-ої групи при русі зі швидкістю 10-20 км / год, г/км;

m_{xxik} - питомий викид і-ої речовини при роботі двигуна автомобіля к-ої групи на холостому ході, г / хв;

t_{np} - час прогріву двигуна, хв;

L_1, L_2 - пробіг автомобіля по території, км;

t_{xx1}, t_{xx2} - час роботи двигуна на холостому ході при виїзді з території і повернення на неї (хв).

Розрахункова потужність об'єкта по переробці бурових відходів – 6 м³ в годину або 144 м³ на добу при тризмінній роботі об'єкта (максимальна завантаженість об'єкта). Для транспортування вантажу застосовуємо автомобіль марки КАМАЗ-43255 з об'ємом кузова 6 м³. Потрібна кількість рейсів на ввезення відходів, що переробляються - 24 рейси на добу, на вивезення - також 24, загальна сума рейсів за день - 48.

Розрахункові викиди від автомобільної техніки, що виникають в процесі експлуатації, становлять 0,59 т / рік.

7.5 Заходи з охорони атмосферного повітря від забруднень на період будівництва.

У період будівництва відбувається тимчасове забруднення атмосферного повітря викидами шкідливих речовин від вантажних машин і дорожньо-будівельної техніки, які використовуються:

- при підготовці території;
- при виробництві земляних робіт;
- при монтажних і будівельних роботах;
- при доставці матеріалів, конструкцій і устаткування на будмайданчик.

Також забруднення атмосферного повітря відбувається при виробництві зварювальних робіт.

Основними джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферу в період будівництва є: автомобільний транспорт, будівельні і дорожні машини, електрозварювальні роботи.

У період будівництва використовуються автомобілі марки КАМАЗ, вантажопідйомністю понад 16 т. В залежності від періоду будівництва використовується певний вид спецавтотранспорту: самоскид, напівпричіп, автобетонозмішувач, але не більше 4 од. на добу.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел в атмосферу проводився за методикою загальносоюзного нормативного документа [41]. Результати розрахунку викидів наведено в таблицях 7.3 і 7.4.

Таблиця 7.3 - Розрахунок викидів від автомобілів при будівництві об'єкта

| К-сть рейсів | Трив., періоду дн. | $m_{пр}$, г/км | k | $t_{пр}$, хв | m_L , г/хв | L_1 | L_2 | m_{xx} | t_{xx} | M_1 в'їзд г | M_2 виїзд, г | $\sum M$ |
|--------------|--------------------|-----------------|---|---------------|--------------|-------|-------|----------|----------|------------------|----------------|----------|
| СО | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Теплий період | | | | | | | | | | | |
| | 77 | 1,34 | 1 | 1 | 4,9 | 4,2 | 7,2 | 0,84 | 1 | 2913,28 | 2741,76 | 5655 |
| СН | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------------|-------|---|---|-------|-----|-----|-----------|---|---------|---------|------|
| 4 | Теплий період | | | | | | | | | | | |
| | 77 | 0,8 | 1 | 1 | 0,7 | 4,2 | 7,2 | 0,42 | 1 | 532,48 | 430,08 | 963 |
| NOx | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Теплий період | | | | | | | | | | | |
| | 77 | 0,51 | 1 | 1 | 3,4 | 4,2 | 7,2 | 0,46 | 1 | 1952,00 | 1886,72 | 3839 |
| С | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Теплий період | | | | | | | | | | | |
| | 77 | 0,019 | 1 | 1 | 0,2 | 4,2 | 7,2 | 0,01 9 | 1 | 112,38 | 109,952 | 222 |
| SO2 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Теплий період | | | | | | | | | | | |
| | 77 | 0,1 | 1 | 1 | 0,475 | 4,2 | 7,2 | 0,1 | 1 | 280,96 | 268,16 | 549 |

Таблиця 7.4 - Зведена таблиця викидів від автомобілів при будівництві об'єкта

| Найменування речовини | ГДК, Мг/м ³ | Клас небезпеки | Викиди, т/рік. | Викиди, г/сек. |
|-----------------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Оксид вуглецю | 5 | 4 | 0,03164 | 0,0010033 |
| Газ | 1,2 | 4 | 0,00464 | 0,0001471 |
| Оксид азоту | 0,4 | 3 | 0,02188 | 0,0006938 |
| Діоксид сірки | 0,5 | 3 | 0,00128 | 0,0000406 |
| Сажа | 0,15 | 3 | 0,00307 | 0,0000973 |
| Разом | | | 0,06 | 0,0019822 |

Розрахункові викиди від автомобілів, що виникають в процесі будівництва об'єкта, складають 0,06 т / рік.

7.6 Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу від будівельно-дорожньої техніки

Валові викиди забруднюючих речовин при роботі дорожньої техніки за період будівництва визначені за питомими показниками визначаємо за формулою

$$M_{ik} = K_i \cdot Q_k, \quad (7.5)$$

де K_i - питомий викид і-ої речовини на 1 кг витраченого палива, т/т;

Q_k - розхід палива, т.

Визначення витрати палива.

Норми витрати палива прийняті відповідно до зводу правил з проектування та будівництва [43]. Розрахунок представлений в таблицях 7.5, 7.6, 7.7.

Таблиця 7.5 - Розрахунок норм споживання палива

| Найменування техніки | Робота двигуна, мот.-час | Норма витрати палива, л/год | Витрата дизпалива, т. |
|--|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Бульдозер ДТ-75 | 109,8 | 11,1 | 1,05 |
| Екскаватор ЭО-3211Е | 4,9 | 9,8 | 0,04 |
| Кран автомобільний КС-35714 | 360 | 7,7 | 2,38 |
| Навантажувач одноковшевий пневмоколісний | 22 | 13,2 | 0,25 |
| Компресорна установка СО-76 | 64 | 8,5 | 0,47 |
| Разом | - | - | 4,19 |

Таблиця 7.6 - Питомі показники виділення шкідливих речовин на 1 т витраченого палива

| Найменування забруднюючих речовин, що викидаються | Питомі кількості забруднюючих речовин, т/т, що спалюється дизпалива | Викиди, т/період |
|---|---|------------------|
| Оксид вуглецю | 0,1 | 0,42 |
| Газ | 0,03 | 0,13 |
| Оксид азоту | 0,052 | 0,22 |
| Діоксид сірки SO ₂ | 0,02 | 0,08 |
| Сажа С | 0,0155 | 0,06 |

Таблиця 7.7 - Зведена таблиця викидів забруднюючих речовинами від автотранспорту і будівельно-дорожньої техніки

| Найменування речовини | ГДК, Мг/м ³ | Клас небезпеки | Викиди, т/період | Викиди, г/сек |
|-----------------------|------------------------|----------------|------------------|---------------|
| Оксид вуглецю | 5 | 4 | 0,42 | 0,06944444 |
| Газ | 1,2 | 4 | 0,13 | 0,02149471 |
| Оксид азоту | 0,4 | 3 | 0,24 | 0,03968254 |
| Діоксид сірки | 0,5 | 3 | 0,08 | 0,01322751 |
| Сажа | 0,15 | 3 | 0,06 | 0,00992063 |
| Разом | | | 0,93 | 0,15 |

Розрахункові викиди від будівельної техніки, що виникають в процесі експлуатації, становлять 0,59 т / рік.

Наступні заходи дозволять мінімізувати вплив на навколишнє середовище:

- заборона на залишення техніки, з працюючими двигунами;
- чітке планування черговості роботи будівельної техніки, що виділяє забруднюючі речовини;
- пристрій перерв кожну годину на 15 хв. при несприятливих погодних умовах.

7.7 Висновок по розділу

Даний розділ виконаний відповідно до вимог, встановлених загальнодержавними і галузевими нормативними документами і враховує наслідки від впливів:

- на територію землекористування;
- на поверхневі води;
- на атмосферне повітря;
- забруднення території при складуванні відходів.

Проектований об'єкт капітального будівництва розташовується на відведеній ділянці, додаткового землевідведення не потрібно. Для відновлення земель, порушених в процесі господарської діяльності, необхідно передбачити рекультивацію земель.

Джерелом водопостачання проектованого об'єкта є зовнішні проектовані мережі водопроводу, живиться від існуючих мереж.

Очікувані концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, згідно проведених розрахунків викидів шкідливих речовин, не перевищать гранично допустимих значень.

Будівельний процес не порушить існуючих санітарно-гігієнічних норм і правил та не зробить негативного впливу на навколишнє середовище і людину.

Збір і складування відходів, що утворюються в період будівництва і при подальшій експлуатаційній діяльності об'єктів, буде здійснюватися відповідно до вимог нормативно-методичних документів.

Висновок

В ході дипломного проектування була розглянута тема «Проект цеху для переробки твердих бурових відходів».

Техніко-економічним порівнянням варіантів був визначений тип влаштування покрівлі.

Розрахунками були визначені розміри фундаментів і можливі осідання фундаментів мілкового закладення стовпчастого типу; виконані розрахунки поперечної рами цеху і сталеві кроквяної ферми.

У розділі «Технологія будівельного виробництва» були розроблені технологічні карти на основні види робіт: влаштування монолітних фундаментів будівлі і монтаж елементів каркасу будівлі.

У розділі «Організація і технологія будівництва» були проведені всі необхідні розрахунки для складання будівельного генерального плану ділянки і визначення кошторисної вартості окремих робіт.

В ході дипломного проектування були розглянуті питання безпеки праці та екологічності проекту.

Будівництво будівлі дозволить створити повний цикл збору і очищення відходів, що виникають при бурінні свердловин, що позитивно вплине на навколишнє середовище і дозволить повторно використовувати вивільнені реагенти.

Список використаних джерел

1. Будівельна кліматологія. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, 2011. – 123 с.
2. Навантаження і впливи. Норми прокетування. ДБН В.1.2-2:2006, 2006. - 75с.
3. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2016, 2017. – 31с.
4. Пожежна безпека об'єктів будівництва. ДБН В.1.1.7-2016, 2017. – 41с.
5. Серия 1.423.3-8. Стальные колонны одноэтажных производственных зданий без мостовых опорных кранов.
6. Серия 1.427.3-4. Стальные стойки фахверка одноэтажных производственных зданий.
7. Серия 1.436.3-21. Окна с переплетами из гнутосварных стальных профилей и механизмы открывания.
8. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
9. Архитектурная физика: Учеб. для вузов: Спец. «Архитектура» / В.К. Лицкевич, Л.И. Макриненко, И.В. Мигалина и др.; Под ред. Н.В. Оболенского, – М.: Стройиздат, 2001. – 448 с.: ил.
10. Природне і штучне освітлення. ДБН В.2.5-28:2018, 2018. - 133с.
11. Нілов О.О., Пермяков В.О., Шимановський О.В., Білик С.І., Лавріненко Л.І., Белов І.Д., Володимирський В.О. Металеві конструкції - Видання 2-е. 2010. – 869с.
12. ГОСТ 16350-80 «Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей».
13. Сталеві конструкції. ДБН В.2.6-163:2010, 2011. – 249с.
14. ГОСТ 27772-88*. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия.
15. Стальной каркас одноэтажного производственного здания. Методические указания к курсовому проекту для специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» и направления 270100 «Строительство» (бакалавры) (часть II). /Издание четвертое дополненное и переработанное/. Под редакцией О.И. Ефимова, Составители: М.А. Дымолазов, О.И. Ефимов, Л.А. Исаева, Казань: КГАСУ, 2008г.-72с.
16. ГОСТ 8509-93 Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент.
17. ГОСТ 2246-70* Проволка стальная сварочная. Технические условия.
18. Лихтарников Я.М. Расчет стальных конструкций. Справочное пособие – Киев, Издательство «Будивельник», 1975.

19. Металлические конструкции, Общий курс: Учебник для вузов/ Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Ведеников и др.; Под общ. ред. Е.И. Беленя, – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986, – 560 с., ил.
20. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції, 2002. – 312с.
21. Грунти. Терміни та визначення. ДСТУ Б А.1.1-25-94, 1994. – 51с.
22. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. ДБН В.2.1-10-2009, 2009. – 161с.
23. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. ДБН В.2.1-10:2018, 2018. – 36с.
24. ГОСТ Р 52085-2003. Опалубка. Общие технические условия.
25. Охорона праці і промислової безпеки в будівництві. Основні положення. ДБН А.3.2-2-2009, 2012. – 116с.
26. ГОСТ 21807-76. Бункера (бадьи) переносные вместимостью до 2 м³ для бетонной смеси. Общие технические условия.
27. Організація будівельного виробництва. ДБН А.3.1-5:2016, 2016. – 46с.
28. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
29. ГОСТ 12.4.026-76. Цвета сигнальные и знаки безопасности.
30. Майданчики і сходи для будівельно-монтажних робіт. Загальні технічні умови. ДСТУ Б В.2.8-44:2011, 2012. – 16с.
31. ГОСТ 12.4.010-75. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные.
32. ГОСТ 12.4.087-84. Каски строительные. Технические условия.
33. ГОСТ 2688-80. Канаты стальные сортамент. Канат двойной свивки типа лк-р конструкции.
34. ГОСТ 8239-89. Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент.
35. ГОСТ 3262-75. Трубы стальные водопроводные. Технические условия.
36. СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы».
37. ГОСТ 17.4.3.03-85 «Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ».
38. ГОСТ 17.5.3.06-85 «Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ».
39. ДСанПін 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною.
40. «Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для транспортных предприятий (расчетным методом)», Минтранспорта РФ, 1998 г.

41. Методичні вказівки з дисципліни «Інженерна аероекологія міст» до виконання курсової роботи «Розрахунок розсіяння забруднюючих речовин в атмосферному повітрі» (для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності 7.04010601 – Екологія та охорона навколишнього середовища) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: В. Є. Бекетов, Г. П. Євтухова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 34 с.
42. СП 12-134-2001 «Механизация строительства. Расчет расхода топлива на работу строительных и дорожных машин».
43. «Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта».
44. Планування і забудова територій. ДБН Б.2.2-12:2018, 2018. – 179с.