

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

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект виробничого цеху авіаційного обладнання в Здолбунові

Виконав: студент 4 курсу, групи МБ-42

спеціальності 192. Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Сінкевич Д. Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Бодрова Л. Г.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Мещерякова О. М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясний В. П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Качка О. І.

(прізвище та ініціали)

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

студента Сінкевича Дениса Григоровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проєкт виробничого цеху авіаційного обладнання в Здолбунові.

Керівник роботи Бодрова Людмила Гордіївна к.т.н., проф. каф. БМ

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

Затверджені наказом ректора від « 24 » 01 2025 року № 4/7-48

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	проф. каф. МТ Барановський Віктор Миколайович.		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М. ст.викл.		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Сінкевич Д. Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бодрова Л. Г.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	8
1.1 Загальні дані.....	8
1.1.1 Вихідні дані та умови для підготовки проектної документації на об'єкт капітального будівництва.....	8
1.1.2 Відомості про функціональне призначення об'єкта капітального будівництва	8
1.1.3 Техніко-економічні показники проєктованого об'єкта капітального будівництва, що проєктується	8
1.2 Схема планувальної організації земельної ділянки.....	9
1.2.1 Обґрунтування схем транспортних комунікацій, що забезпечують зовнішній і внутрішній під'їзд до об'єкта капітального будівництва	9
1.3 Архітектурні рішення	9
1.3.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, його просторової, планувальної та функціональної організації.....	9
1.3.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових архітектурно-художніх рішень, зокрема в частині дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва.....	9
1.3.3 Опис та обґрунтування використаних композиційних прийомів під час оформлення фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва	10
1.3.4 Опис рішень з оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення	10
1.3.5 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей.....	12
1.3.6 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншого впливу	12
1.4 Конструктивні рішення.....	12

1.4.1 Відомості про особливі природні кліматичні умови території, на якій розташовується земельна ділянка, надана для розміщення об'єкта капітального будівництва	12
1.4.2 Опис і обґрунтування конструктивних рішень видань із і споруд включно з їхніми просторовими схемами, прийнятими під час виконання розрахунків будівельних конструкцій	13
1.4.3 Опис конструктивних і технічних рішень підземної частини об'єкта капітального будівництва	14
1.4.4 Опис та обґрунтування прийнятих об'єм на тренувальних рішень завдань і споруд об'єкта капітального будівництва	14
1.5 Обґрунтування проектних рішень і заходів, що забезпечують дотримання необхідних характеристик конструкцій	15
1.5.1 Забезпечення зниження шуму та вібрацій, загазованості, тепловиділення	15
1.5.2 Забезпечення дотримання безпечного рівня електромагнітних та інших випромінювань дотримання санітарно-гігієнічних умов	15
1.5.3 Обґрунтування проектних рішень і заходів, що забезпечують пожежну безпеку	16
1.6 Перелік заходів з охорони навколишнього середовища	16
1.6.1 Перелік заходів щодо запобігання зниженню можливого негативного впливу намічуваної господарської діяльності на навколишнє природне середовище та раціонального використання природних ресурсів на період будівництва та експлуатації об'єкта капітального будівництва, що включає	17
1.7 Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки	18
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	20
2.1 Компонування конструктивної схеми каркаса	20
2.1.1 Компонування поперечної рами	21
2.1.2 Забезпечення незмінності каркаса	22
2.2 Розрахунок прогону	23
2.3 Розрахунок ферми в осях Ж-М	27
2.3.1 Збір навантажень	28

2.3.2 Підбір і перевірка перерізів.....	30
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК І КОНСТРУЮВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ	32
3.1 Вихідні дані.....	32
3.2 Оцінка інженерно-геологічних умов майданчика будівництва	33
3.3. Проектування фундаменту	34
3.3.1 Вибір висоти ростверку і довжини паль	34
3.3.2 Визначення несучої здатності паль	36
3.3.3 Визначення навантажень на кожну палю	41
3.3.4 Розрахунок і конструювання ростверку під сталеву колону	43
3.3.5 Вибір палейного обладнання та розрахунок відмови.....	46
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	48
4.1 Заходи з охорони праці та пожежної безпеки	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	53
БІБЛІОГРАФІЯ.....	54

ВСТУП

Кваліфікаційна робота присвячена проектуванню виробничого цеху авіаційного обладнання в місті Здолбунів. Основним завданням проєкту є розроблення комплексного техніко-архітектурного рішення промислової будівлі, що відповідає сучасним вимогам експлуатації, енергоефективності, безпеки, а також забезпечує комфортні умови для праці персоналу й ефективність виробничих процесів. Враховуючи стрімкий розвиток авіаційної промисловості в Україні та необхідність модернізації виробничої інфраструктури, вибрана тема є актуальною та практично орієнтованою.

Об'єкт проєктування — одноповерхова виробнича будівля зі змінною поверховістю (1-2 поверхи) та загальною площею 18 720 м². Будівля розташована на земельній ділянці з урахуванням зручних транспортних під'їздів, благоустроєм території, дотриманням нормативних вимог щодо протипожежних розривів та забезпечення доступу аварійних служб.

Проєктом передбачено використання каркасної конструктивної схеми зі сталевих колон, ферм, ригелів, зв'язків та монолітного фундаменту на пальовій основі. Усі конструктивні елементи проєктувалися з урахуванням впливу навантажень від устаткування, підвісного кранового обладнання, вітрового та снігового навантажень. Просторова жорсткість забезпечується системою зв'язків у вертикальній і горизонтальній площинах.

Архітектурно-планувальні рішення базуються на функціональному зонуванні виробничих, допоміжних та адміністративних приміщень. Особливу увагу приділено формуванню ефективного технологічного процесу, що забезпечується компактним розміщенням устаткування, раціональним розташуванням в'їздів, воріт, санітарно-побутових приміщень і шляхів евакуації. Застосовано сендвіч-панелі з енергоефективним утепленням, забезпечено природне освітлення через вікна та зенітні ліхтарі, передбачено засоби вентиляції, пожежного захисту та протишумової ізоляції.

У розрахунково-конструктивному розділі виконано підбір перерізів

елементів каркаса з використанням ПК SCAD++, а також розрахунок прогонів та ферм з урахуванням усіх навантажень. Конструкції фундаментів запроєктовані як стовпчасті залізобетонні з використанням палі типу С50.30 та ростверків із урахуванням взаємодії з колонами.

Актуальність роботи: полягає у необхідності створення сучасних, енергоефективних та технологічно досконалих промислових об'єктів, здатних задовольняти потреби авіаційної промисловості України у виготовленні та ремонті деталей літальних апаратів. Запропоновані рішення дозволяють реалізувати ефективне виробниче середовище при зниженні витрат на експлуатацію будівлі.

Мета роботи: проектування виробничого цеху з урахуванням архітектурних, інженерних та конструктивних рішень відповідно до чинних нормативів і вимог, що забезпечують функціональність, безпеку та економічність об'єкта.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- аналіз вихідних даних та функціонального призначення об'єкта;
- розробка архітектурно-планувальних рішень;
- формування конструктивної схеми каркаса;
- розрахунок основних елементів несучої системи;
- проектування фундаментів з урахуванням геологічних умов;
- розробка заходів з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Практичне значення одержаних результатів: полягає в створенні ефективного проектного рішення, яке може бути використане як основа для реального будівництва виробничого об'єкта, а також як навчальний приклад для майбутніх фахівців з архітектури та будівництва.

Ключові слова: виробничий цех, каркасна схема, архітектурне проектування, палі, фундамент, ферма.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Загальні дані

1.1.1 Вихідні дані та умови для підготовки проектної документації на об'єкт капітального будівництва

Кваліфікаційна робота на тему "Проект виробничого цеху авіаційного обладнання в Здолбунові" розроблено на підставі:

Завдання на виконання випускної кваліфікаційної роботи.

Геологічного розрізу ґрунтової основи.

Технічного завдання.

1.1.2 Відомості про функціональне призначення об'єкта капітального будівництва

За функціональним призначенням будівля виробнича. Виробництво деталей і компонентів літальних засобів.

1.1.3 Техніко-економічні показники проектованого об'єкта капітального будівництва, що проектується

Площа забудови будівлі - 15 552 м²;

Будівельний об'єм будівлі - 251 424 м³;

Загальна площа - 18 720 м²;

Корисна площа - 18 399 м²;

Кількість поверхів - 1-2.

1.2 Схема планувальної організації земельної ділянки

1.2.1 Обґрунтування схем транспортних комунікацій, що забезпечують зовнішній і внутрішній під'їзд до об'єкта капітального будівництва

Основний вид зовнішнього і внутрішньомайданчикowego транспорту - автомобільний. Під'їзд до ділянки відбувається односмисловою дорогою після з'їзду з дороги загального користування. В'їзд до будівлі обмежений шлагбаумом і здійснюється за перепустками за необхідності для доступу спеціалізованих машин. Покриття проїздів - асфальтобетон.

1.3 Архітектурні рішення

1.3.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, його просторової, планувальної та функціональної організації

Архітектурне планувальне рішення завдання обґрунтоване його функціональною та конструктивною схемами.

Будівля в плані прямокутна з максимальними розмірами в плані 108х144 м зі змінною поверховістю 1-2 поверхи, висота поверху 9,6 м, 19 м.

За відносну позначку 0,000 прийнято позначку чистої підлоги першого поверху. Висота будівлі від відмітки нуль до відмітки вверху і парапету 19,300 м.

1.3.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових архітектурно-художніх рішень, зокрема в частині дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва.

Будівля із зовнішніми стінами з сендвіч-панелей, а також несучими металевими колонами. розміри в осях А-Ш дорівнюють 108 000 мм. В осях 1-25 - 144 000 мм.

Конструктивна схема будівлі каркасна, складається з колон, ферм, балок і

зв'язків. Просторова жорсткість будівлі в поперечному напрямі забезпечується жорстким закріпленням сталевих колон із фундаментом і зв'язками в торцях будівлі, у поздовжньому напрямі зв'язками фермами і колонами.

Кількість прольотів будівлі - 6. Проліт в осях А-Д, Ж-М, М-С становить 24 м, висота до низу несучих конструкцій становить 15,6 м. Проліт в осях Д-Ж, С-У, У-Ш становить 12 м, відмітка низу несучих конструкцій у прольотах С-У, У-Ш становить 17,4 м. І 15,6 м у прольоті Д-Ж.

У прольотах в осях Д-Ж, С-У, У-Ш є другий поверх: в осях С-У він на всю довжину будівлі, в осях Д-Ж він з 16 по 25 вісь, в осях У-Ш він з 7 по 17 і з 23 по 25 осі.

Покрівля двосхила з ухилом 3% з організованим внутрішнім водостоком.

1.3.3 Опис та обґрунтування використаних композиційних прийомів під час оформлення фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва

Об'ємно-планувальні рішення завдання створюють зовнішній образ сучасної виробничої будівлі.

Фасади будівлі виконані з сендвіч-панелей у кольорах RAL 6019 і (RAL7035). Цоколь будівлі виконується в сірому кольорі RAL7035, ворота забарвлюються в зелений колір RAL 6019, двері та вікна в білий колір.

Покрівля будівлі плоска з внутрішнім водостоком покриття змінюються сендвіч-панелі

Як огорожувальні конструкції прийнято стінові та покрівельні сендвіч-панелі з утеплювачем із вогнетривкого пінополіізоціанурату.

1.3.4 Опис рішень з оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення

В оздобленні приміщень передбачено використання сучасних екологічно чистих пожежобезпечних оздоблювальних матеріалів

Усі матеріали, що застосовуються для внутрішнього оздоблення, відповідають пожежним вимогам для використання в цих приміщеннях і мають гігієнічні висновки та сертифікати

Тип оздоблення приміщень і тип покриття підлог призначено залежно від виду приміщення.

Основним композиційним прийомом під час внутрішнього оздоблення виробничих приміщень є принцип забезпечення максимально комфортних умов роботи та безпечної експлуатації об'єкта, зокрема під час НС. Аналогічний принцип, з урахуванням кожної специфіки споруд, поширюється і на оздоблення поверхонь обладнання та будівельних конструкцій споруд. При цьому прийнятті щодо оздоблення рішення полегшують орієнтацію працівників з метою їхньої виробничої безпеки та, за необхідності, евакуації.

Усі інтер'єри у виробничій будівлі забарвлюють у нейтральні світлі тони, що забезпечують високий рівень відбитого світла, як за природного, так і штучного освітлення. Підлоги виконуються з функціональних матеріалів темнішої колірної гами середньої насиченості з виділенням кольором або смугами місць і зон проходів або проїзду технологічного транспорту.

У санітарних кімнатах внутрішнє оздоблення виконується в теплій насиченій колірній гамі з використанням високоякісних матеріалів для фарбування стін і перегородок, і керамічної плитки для облицювання стін приміщень із підвищеною вологістю. Двері в допоміжні приміщення приймаються з полімерним забарвленням.

Віконні прорізи заповнюються віконними конструкціями з алюмінієвих сплавів із двокамерними склопакетами.

Перегородки розділові сталеві зі стійок, що встановлюються з кроком 1,5 м, і щитів, що навішуються на стійки. Стійки виконують із труб. Листи між собою кріплять заклепками.

Перегородки в санітарних кімнатах із цегли товщина 250 і 125 мм. Двері металопластикові, сталеві. Ворота металеві підйомні.

1.3.5 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей

Робочі місця з постійним перебуванням персоналу забезпечуються природним освітленням, через віконні прорізи і зенітні ліхтарі.

Усі приміщення мають природне освітлення відповідно до гігієнічних вимог. У всіх приміщеннях забезпечується нормовані значення коефіцієнта природної освітленості.

1.3.6 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншого впливу

Основний склад приміщень та їхнє цільове призначення не потребує додаткової звукоізоляції.

Гідроізоляція є в конструкції підлоги, стін і даху.

1.4 Конструктивні рішення

1.4.1 Відомості про особливі природні кліматичні умови території, на якій розташовується земельна ділянка, надана для розміщення об'єкта капітального будівництва

Територія міста являє собою рівнинну місцевість. Коливання відносних висот невелике.

Територія належить до кліматичного підрайону ІВ. Клімат помірно холодний, характеризується різкими перепадами температур, як упродовж доби, так і упродовж року, а також тривалою холодною зимою і коротким, теплим, літом.

За [3] цей район характеризується такими природно-кліматичними даними:

- кліматичний район будівництва - II;
- абсолютна мінімальна температура повітря - мінус 25°C;

- розрахункова температура зовнішнього повітря найхолоднішої доби, із забезпеченістю 0,98 [3] - "мінус" 20°C;
- розрахункова температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки, із забезпеченістю 0,98 [3] - "мінус" 28°C;
- середньорічна температура періоду із середньодобовою температурою повітря менше ніж плюс 8°C, $t = -11,5^{\circ}\text{C}$;
- середньорічна тривалість періоду із середньодобовою температурою повітря менше ніж плюс 8°C, $Z = 187$;
- середньорічна температура періоду із середньодобовою температурою повітря менше ніж плюс 0°C, $t = -6,0^{\circ}\text{C}$;
- середньорічна тривалість періоду із середньодобовою температурою повітря менше 0°C, $Z = 69$;
- розрахункове значення ваги снігового покриву - 1,5 кПа (III сніговий район)
- нормативне значення тиску вітру - 0,38 кПа (III вітровий район).

1.4.2 Опис і обґрунтування конструктивних рішень видань із і споруд включно з їхніми просторовими схемами, прийнятими під час виконання розрахунків будівельних конструкцій

Конструктивна схема будівлі каркасна, складається з колон ферм, балок і зв'язків.

Просторова жорсткість завдання в поперечному напрямку забезпечується жорстким сполученням колон із фундаментом і шарнірним із ригелем і конструкцією покриття. У поздовжньому напрямку вертикальними зв'язками між колонами і вертикальними зв'язками в покритті.

Характеристика об'єкта будівництва:

- ступінь вогнестійкості будівлі – II.

Характеристика основних конструкцій:

- конструктивна схема будівлі каркасна;

– фундаменти: стовпчасті залізобетонні, монолітні на пальовій основі. Палі забивні залізобетонні з перетином 300х300 мм. Несучий ґрунт основи пісок середній середньої щільності.

Ферми металеві прольотом 24 м і 12 м з ухилами верхнього пояса 3%.

Зовнішні стіни: навісні Сендвіч-панелі "MB DoorHan" з пінополіізоціанурату - 30мм. Внутрішні стіни: цегляні 250 мм

Перегородки: сталеві зі стійок, що встановлюються з кроком 1,5 м, і щитів, що навішуються на стійки.

Перекриття: металеві ригелі, балки і залізобетонні плити Покриття будівлі: з внутрішнім організованим водостоком. конструкції покриття виконані за металевими прогонами, що спираються на кроквяні ферми.

1.4.3 Опис конструктивних і технічних рішень підземної частини об'єкта капітального будівництва

Під час проєктування фундаментів враховано вимоги [25].

У будівлі фундамент передбачається під колони - палі 300 на 300 мм, що забезпечують рівномірну передачу навантажень від каркаса будівлі на ґрунт основи.

1.4.4 Опис та обґрунтування прийнятих об'єм на тренувальних рішень завдань і споруд об'єкта капітального будівництва

Об'ємно-просторова композиція будівлі зумовлена розташуванням ділянки будівництва, нормативними вимогами до відведеної ділянки, забудовою, що оточує існуючу забудову, функціональним призначенням будівлі та нормативними вимогами до проєктування будівель прийнятої конструктивної схеми.

Архітектурно-художнє рішення проєктованої будівлі ухвалено з урахуванням її планувальної структури та архітектурних художніх рішень уже

наявних будівель.

Прийняті об'ємно-планувальні рішення забезпечують виконання протипожежних вимог, що пред'являються до шляхів евакуації, кількості евакуаційних виходів і нормативної відстані до евакуаційних виходів. Розміри будівлі не перевищують максимальних розмірів температурного блоку будівлі прийнятої конструктивної схеми.

1.5 Обґрунтування проектних рішень і заходів, що забезпечують дотримання необхідних характеристик конструкцій

1.5.1 Забезпечення зниження шуму та вібрацій, загазованості, тепловиділення

Основний склад приміщення та їхнє цільове призначення не потребує додаткової шумоізоляції.

Процесів, що призводять до підвищеної загазованості приміщень у проєктованій будівлі, не виявлено і не передбачається. Проєктом передбачено систему вентиляції та димовидалення з урахуванням вимог до приміщень цього типу.

Процесів, що призводять до підвищеного тепловиділення, не передбачено, отже, захід з видалення надлишків тепла не потрібен.

1.5.2 Забезпечення дотримання безпечного рівня електромагнітних та інших випромінювань дотримання санітарно-гігієнічних умов

У приміщеннях об'єкта, що проєктується, не передбачається встановлення обладнання, що є потужним джерелом електромагнітних та інших випромінювань, а отже, заходи щодо дотримання безпечного рівня цих випромінювань не потрібні. У проєкті передбачено низку інженерно-будівельних, санітарно-технічних і санітарно-гігієнічних заходів для унеможливлення доступу гризунів і комах у будівлю та їхнього розселення, а також таких, що не сприяють

мешканню. Перераховані заходи належать як до проєктних, так і до експлуатаційних.

1.5.3 Обґрунтування проєктних рішень і заходів, що забезпечують пожежну безпеку

Цей проєкт виконано з урахуванням вимог правил протипожежної безпеки та інших чинних правил і норм. Вимоги з пожежної безпеки враховано під час проєктування в об'ємному планувальному та конструктивному рішеннях. Несучі стіни виконані з негорючих матеріалів; необхідна межа вогнестійкості елементів покрівлі досягається покриттям конструкцій речовинами, що підвищують вогнестійкість; утеплення фасаду виконане негорючим утеплювачем; матеріали, що застосовуються в інтер'єрі, мають необхідні сертифікати пожежної безпеки.

Об'ємно-планувальні рішення дають змогу провести безпечну евакуацію людей з будівлі в разі пожежі у встановлений час. Розміщення будівель забезпечує зручний під'їзд пожежної техніки та проведення пожежно-рятувальних заходів.

Автоматичні системи дають змогу виявити загоряння й сповістити людей, які перебувають у приміщеннях, для якнайшвидшого початку евакуації на ранніх стадіях розвитку пожежі.

1.6 Перелік заходів з охорони навколишнього середовища

Технологія будівництва та експлуатація об'єкта унеможлиблює навмисне складування відходів і викид забруднювальних речовин у навколишнє середовище.

Сміття, що утворюється в процесі будівництва, вивозять на ліцензований полігон для твердих побутових відходів.

Відпрацьовані матеріали збираються у вигреб-відстійник.

Скидання госппобутових зливових стоків здійснюється в міську або злизову

каналізацію.

Прийняті проєктні рішення, а також комплекс природоохоронних заходів дають змогу запобігти забрудненню навколишнього природного середовища.

1.6.1 Перелік заходів щодо запобігання зниженню можливого негативного впливу намічуваної господарської діяльності на навколишнє природне середовище та раціонального використання природних ресурсів на період будівництва та експлуатації об'єкта капітального будівництва, що включає

Для скорочення обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферу на повітря на період будівництва передбачаються такі заходи:

- дотримання технологічного регламенту, що забезпечує рівномірний ритм роботи дорожньої будівельної техніки;
- постійний профілактичний огляд і регулювання паливної апаратури дизельної техніки;
- контроль токсичності відпрацьованих газів;
- недопущення тривалої роботи без навантаження двигунів внутрішнього згоряння;
- скорочення часу виконання робіт пов'язаних зі значними виділеннями пилу (вантажно-розвантажувальні, автотранспортні та інші);
- бульдозерні роботи) під час настання неефективної розсіювальної здатності атмосфери (штилі).

Для запобігання негативному впливу на стан поверхневих вод передбачаються такі заходи:

- своєчасне вивезення виробничих побутових відходів;
- використання під час проведення робіт справних механізмів, що виключають забруднення довкілля відпрацьованими газами двигунів, паливно-мастильними матеріалами;
- створення організованого відведення поверхневих вод.

Поверхневий стік під час експлуатації об'єкта не забруднений, завдяки благоустрою території, відсутності будь-яких ремонтних робіт.

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

У період проведення робіт з будівництва всі роботи повинні проводитися відповідно до прийнятої технологічної схеми організації робіт на строго встановлених відведених майданчиках.

Ґрунтово-рослинний шар ґрунту на відведеній території не збережено.

З метою охорони земельних ресурсів у процесі виконання ремонтних робіт необхідно передбачити такі заходи:

Забезпечення справності дорожньо-будівельної техніки: всі машини повинні експлуатуватися в суворій відповідності з технічними інструкціями та технологією робіт, щоб запобігти витоків паливно-мастильних матеріалів;

Заправлення будівельних машин і механізмів має здійснюватися на АЗС;

Щоб уникнути захащення території будівництва передбачається своєчасне вивезення будівельних відходів і побутового сміття на полігон ТПВ.

1.7 Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки

У будівлі передбачаються конструктивні, об'ємно-планувальні та інженерно-технічні рішення, що забезпечують у разі пожежі:

- можливості евакуації людей назовні до настання загрози їхньому життю та здоров'ю внаслідок впливу ОФП;
- можливість доступу особового складу пожежних підрозділів і подачу засобів пожежогасіння до вогнища пожежі, а також проведення заходів з порятунку людей і матеріальних цінностей;

Нерозповсюдження пожежі на поруч розташовані будівлі. На об'єкті передбачено зовнішнє пожежогасіння.

Необхідний рівень забезпечення пожежної безпеки людей у будівлі, що

проектується, досягається проектними рішеннями, прийнятими згідно з обов'язковими вимогами чинних законодавчих і нормативних документів з важливих питань безпеки, у тому числі добровільного застосування.

Проектування проектними рішеннями передбачено огорожувальні конструкції, що легко скидаються.

До систем протипожежного водопостачання будівлі забезпечується постійний доступ для пожежних підрозділів та їхнього обладнання.

Для орієнтування підрозділів протипожежної служби передбачають покажчики типового зразка об'ємні зі світильником або плоскі, виконані з використанням фотолюмінесцентних або світлоповертальних матеріалів відповідно до вимог нормативних актів. покажчики розміщують на висоті 2-2,5 м на опорах або кутах будівель.

Установки протипожежного захисту призначені для своєчасного виявлення та реєстрації виникнення пожежі в захищуваних приміщеннях, оповіщення служби охорони та чергового персоналу.

Для забезпечення пожежної безпеки персоналу передбачається порятунок самостійно, за допомогою пожежних підрозділів або спеціально навченого персоналу, зокрема з використанням рятувальних засобів, через евакуаційні та аварійні виходи.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Компонування конструктивної схеми каркаса

Обрана конструктивна схема каркаса характеризується такими параметрами:

- проліт в осях А-Д, Ж-М, М-С - 24 м;
- проліт в осях Д-Ж, С-У, У-Ф - 12 м;
- довжина будівлі - 144 м;
- крок несучих рам 6,0 м;
- висота до низу ригеля рами по крайньому ряду колон:
- в осях А-Д, Д-Ж, Ж-М, М-С прийнята 15,6 м,
- в осях С-У, У-Ф - 17,4 м;
- будівля обладнана вісьмома підвісними кранами вантажопідйомністю

20/5 т режиму 5К;

- відстань від підлоги до низу поздовжніх рейок крана:
- в осях А-Д, Д-Ж, Ж-М, М-С - 15,01 м,
- в осях С-У, У-Ф (другий поверх) - 17,33 м;
- в осях С-У, У-Ф (перший поверх) - 8 м.

Каркас будівлі складається зі сталевих колон і сталевій конструкції покриття, установлених із кроком 6,0 м по довжині будівлі, що включає:

- двогілкові колони, у прольотах із підвісним транспортом, виконаних із двох двотаврів 40Ш1 і двоплощинної решітки з куточків 75х6;
- колони з двох двотаврів 70Ш2, 70Ш3, 50Ш1;
- стійки торцевого фахверка з двотавра 50Ш1;
- несучі конструкції покриття в осях Г-І, Л-Р, Р-Ф виконано у вигляді ферм із паралельними поясами із замкнутих профілів прямокутного перерізу, балок із прокатних двотаврів 60Ш1 та прогонів із прокатних швелерів № 27;
- покрівля легка з використання профільованого настилу і покрівельних

сендвіч-панелей;

- стінна огорожа з сендвіч панелей;
- всі монтажні вузли каркасів виконуються на болтах класу "В".

Поперечна жорсткість каркаса забезпечується жорстким сполученням колон із фундаментом і шарнірним із ригелем і конструкцією покриття.

Поздовжня жорсткість каркасів забезпечується вертикальними зв'язками між середніми (в осях 10-13) рядами колон і вертикальними зв'язками в покритті (між осями 2-3 і 23-24, в осях Д, Ж, К, М, П, С, У).

Прив'язку зовнішньої грані колони до поперечних координаційних осей 1 і 25 прийнято рівною 150 мм.

2.1.1 Компонування поперечної рами

Вертикальні розміри в осях А-С :

Повна довжина колони

$H = H_o + H_b + h_{(го)} - H_{(над)} - H_{(кріп)} = 15600 + 640 + 2545 - 245 = 18540$ мм, де H_b - заглиблення опорної плити бази колони нижче нульової позначки, яке призначають так, щоб верх бази не доходив до рівня чистої підлоги на 50-100 мм. $H_b = 0,64$ м;

H_o - корисна висота H_o (відстань від рівня чистої підлоги (від позначки 0.000) до низу кроквяної ферми);

$H_{кріп} = 245$ мм - висота кріплення верхнього пояса ферми висота ферми на опорі $h_{го} = 2,545$ м.

Вертикальні розміри в осях С-У:

- повна довжина колони $H = H_o + H_b = 17540 + 640 = 18180$ мм,
- де H_b - заглиблення опорної плити бази колони нижче нульової позначки, яке призначають так, щоб верх бази не доходив до рівня чистої підлоги на 50-100 мм. $H_b = 0,64$ м;

– H_o - корисна висота H_o (відстань від рівня чистої підлоги (від позначки 0.000) до низу кроквяної балки);

- відстань від рівня чистої підлоги до верху перекриття $H_1 = 9,5$ м;
- відстань від верху перекриття до низу кроквяної ферми $H_2 = 8,04$ м;
- висота балки на опорі $h_{го} = 585$ мм.

Вертикальні розміри в осях У-Ш:

- повна довжина колони $H = H_o + H_b = 17540 + 640 = 18180$ мм,
- де H_b - заглиблення опорної плити бази колони нижче нульової позначки, яке призначають так, щоб верх бази не доходив до рівня чистої підлоги на 50-100 мм. $H_b = 0,64$ м;

– H_o - корисна висота H_o (відстань від рівня чистої підлоги (від позначки 0.000) до низу кроквяної балки);

- висота балки на опорі $h_{го} = 585$ мм.

Горизонтальні розміри поперечника будівлі:

- проліт будівлі в осях А-Ш, $L_1 = 108$ м;
- прив'язка колони до розбивочних осей А-Ш - центральна;
- приймаємо складений переріз із двох двотаврів із відстанню між осями 700 мм і решітки з рівнополочних куточків приймаємо двотаври 40Ш1 і за приймаємо куточки 75х6;

- висота перерізу колони в площині рами по осях Ф і Е:
- двотавр 70Ш2.

2.1.2 Забезпечення незмінності каркаса

Компонування конструктивної схеми каркаса включає постановку зв'язків по покриттю будівлі і між колонами. Вони об'єднують елементи каркаса в єдину незмінну просторову систему.

Сприйняття вітрових навантажень, що діють на поздовжні і торцеві стіни будівлі, а також гальмівних інерційних впливів від підвісних кранів здійснюється відповідними системами зв'язків. Зв'язки значною мірою впливають на поперечну і поздовжню жорсткість будівлі, що важливо для нормальної експлуатації підйально-транспортного обладнання та тривалості служби конструкції. Зв'язки

створюють умови для надійного і зручного монтажу елементів каркаса.

До конструкцій зв'язки кріпляться на болтах класу точності В.

Зв'язки між колонами необхідні для:

- забезпечення незмінності каркаса в поздовжньому напрямку;
- забезпечення стійкості колон у поздовжньому напрямку;
- сприйняття вітрового навантаження, що діє на торцеві стіни будівлі, і поздовжніх інерційних впливів підвісних кранів;
- вертикальні зв'язки між колонами розташовуються в середині будівлі по кожному ряду колон;

Вертикальні зв'язки конструкцій покриття розташовуються за 6 метрів від осі колон у бік центру ферм.

Зв'язки між колонами проектує із двотаврових профілів.

Зв'язки по покриттю, представлені в графічній частині на аркуші 3, по торцях покриття, і профільований настил дають змогу:

- створити жорсткий диск покриття;
- перерозподілити зусилля між суміжними рамами;
- забезпечити стійкість стиснутих елементів покриття;
- забезпечити сприйняття горизонтальних навантажень від вітру і кранів, прикладених уздовж будівлі;
- створити умови для зручного монтажу покриття.

У площині нижніх поясів кроквяних ферм передбачено поперечні горизонтальні зв'язки у вигляді розпірок і розтяжок .

По верхніх поясах кроквяних ферм у торцях будівлі (осі 1-2 і 24-25); роль розпірок кроквяних ферм виконують прогони.

2.2 Розрахунок прогону

Вихідні дані:

- проектуємо прогін із прокатного швелера 27;
- тип прогонів - С;

- проліт прогону $l_{\text{пр}} = 6$ м;
- крок прогонів $b = 3$ м;
- матеріал прогону - сталь С245.

Геометричні характеристики швелера 27У:

$W_{\text{хн}} = 308 \text{ см}^3$; $I_{\text{х}} = 4160 \text{ см}^2$; $S_{\text{х}} = 178 \text{ см}^3$; $h = 270$ мм; $b_{\text{г}} = 95$ мм; $t_{\text{г}} = 15,5$ мм; $t_{\text{в}} = 6$ мм; $m_{\text{пр}} = 27,7$ кг/м, вертикальний граничний прогин прогону $f_{\text{в}} = l/200 = 6000/200 = 3$ см.

Розрахунок прогону виконаємо на навантаження від власної ваги прогону, ваги покрівлі та снігу.

Визначення навантажень і розрахункових зусиль: Розрахунок навантажень на 1 м^2 покриття виконано в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Навантаження на 1 м^2 покриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності	Розрахункове навантаження, кН/м^2
Мембрана ПВХ 1.2 мм	0,015	1,3	0,02
PIR-плита (L кромка)	0,026	1,3	0,034
Профлист Н- 114х750-А (ОЦ-01-БЦ-1)	0,077	1,05	0,081
Разом: постійне навантаження:	0,118	-	0,135

Нормативне навантаження на 1 пог. м. прогону визначається за формулою:

$$q_n^{\text{пр}} = \left(\frac{q_n}{\cos \alpha} + \frac{S_0}{\cos \alpha} \right) * b + q_{n,pr}^{\text{св}} \quad (2.1)$$

Де q_n – нормативне навантаження від ваги конструкції покриття, кН/м^2 ;

S_0 - значення снігового навантаження, кН/м^2 ;

b - крок прогонів;

$q_{\text{пр}}$ - нормативне навантаження від власної ваги прогону, кН/м ; $\cos \alpha \approx 1$ оскільки покрівля малопохила.

Розрахункове значення ваги снігового покриву (III сніговий район) визначається за формулою:

$$S_0 = 0,7 * c_e * c_t * \mu * S_g \quad (2.2)$$

де c_e - коефіцієнт, що враховує знесення снігу з покриттів будівель під дією вітру або інших факторів [2];

c_t - термічний коефіцієнт [2];

μ - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття [2];

S_g - нормативне значення ваги снігового покриву на 1 м^2 горизонтальній поверхні землі [2].

Приймаємо: $c_e = 1,22$; $c_t = 1$; $\mu = 1,1$; $S_g = 1,5$

Підставляємо значення у формулу (2.2), отримуємо

$$S_0 = 1,22 * 1 * 1,1 * 1,5 = 2,013 \text{ кН/м}^2.$$

Нормативне навантаження прогону зі швелера [27У

$$q_{n,pr}^{cb} = 27,7 * 9,8 * 10^{-3} = \frac{0,27 \text{ кН}}{\text{м}}$$

$$\text{Приймаємо: } q_{n,r} = \frac{0,118 \text{ кН}}{\text{м}^2}; S_0 = \frac{2,013 \text{ кН}}{\text{м}^2}; b = 3 \text{ м}; q_{n,pr}^{cb} = \frac{0,27 \text{ кН}}{\text{м}^2 \cos \alpha} = 1$$

Підставляємо значення у формулу (2.1)

$$q_n^{pp} = \left(\frac{0,118}{1} + \frac{2,013}{1} \right) * 3 + 0,27 = \frac{6,663 \text{ кН}}{\text{м}}$$

Розрахункове навантаження на 1 пог. м. прогону визначається за формулою:

$$q^{lp} = \left(\frac{q_n * \gamma_{f_3}}{\cos \alpha} + \frac{S_0 * \gamma_{f_1}}{\cos \alpha} \right) * b + q_{n,pr}^{cb} * \gamma_{f_2} \quad (2.3)$$

де q_n - розрахункове навантаження від ваги конструкції покриття і покрівлі;

$\gamma_{f_1} = 1,4$ – коефіцієнт надійності для снігового навантаження;

$\gamma_{f_2} = 1,05$ - коефіцієнт надійності для металевих конструкцій;

$\gamma_{f_3} = 1,3$ – коефіцієнт надійності для постійного навантаження.

$$q^{pp} = \left(\frac{0,135 * 1,3}{1} + \frac{2,013 * 1,4}{1} \right) * 3 + 0,27 * 1,05 = 9,265 \text{ кН/м}$$

Статичний розрахунок прогону:

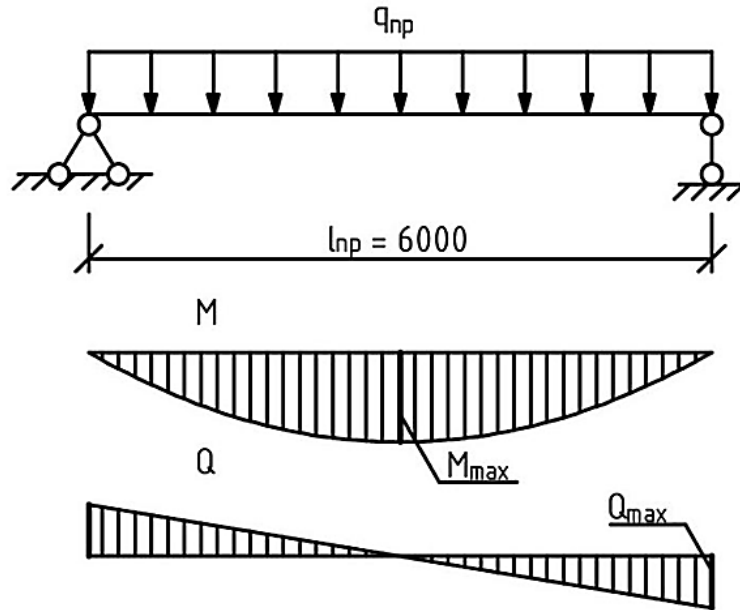


Рисунок 2.1 - Розрахункова схема прогону

$$M_{\max} = \frac{q_{\text{пр}} * L_{\text{пр}}^2}{8} = \frac{9,265 * 6,0^2}{8} = 41,69 \text{ кН*м} \quad (2.4)$$

$$M_{n,\max} = \frac{q_{n,\text{пр}} * L_{\text{пр}}^2}{8} = \frac{6,663 * 6,0^2}{8} = 29,98 \text{ кН*м} \quad (2.5)$$

$$Q_{\max} = \frac{q_{\text{пр}} * L_{\text{пр}}}{2} = \frac{9,265 * 6,0}{2} = 27,8 \text{ кН} \quad (2.6)$$

Конструктивний розрахунок прогону:

Перевіримо на міцність прогін зі швелера [27У.

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq R_y * \gamma_c; \quad (2.7)$$

$$\sigma = \frac{41,69 * 10^3}{308} = 135,4 \leq R_y * \gamma_c = 225 * 1 = 225 \text{ Н/мм}^2; \quad (2.8)$$

$$\tau = \frac{Q_{\max} * Sx}{I_x * t_w} \leq R_s * \gamma_c \quad (2.9)$$

$$\tau = \frac{27,8 * 178 * 10^5}{10,9 * 6 * 10^5} = 75,66 \leq 138,6 * 1 = 138,6$$

Перевірка загальної стійкості прогону:

Загальну стійкість прогону не перевіряють, оскільки її забезпечено сталевим профільованим настилом, який прикріплено до прогонів самонарізними гвинтами.

Перевірка місцевої стійкості елементів прогону

Оскільки прогін запроектовано з прокатного профілю, то він має таке співвідношення розмірів елементів, за якого їхня місцева стійкість забезпечується, отже, перевірка на місцеву стійкість елементів прокатних прогонів не потрібна.

Перевірка жорсткості прогонів:

$$f_{\max} = \frac{M_{n, \max} * l_{\text{бН}}^2}{10 * EI_x} = \frac{29,98 * 10^2 * 6^2 * 10^4}{10 * 2,06 * 10^5 * 10^{-1} * 4160} = 1,26 \text{ см} < f_u = \frac{l_{\text{бН}}}{200}$$

$$= \frac{6 * 10^2}{200} = 3 \text{ см}$$

Жорсткість прогону забезпечено.

2.3 Розрахунок ферми в осях Ж-М

Розрахунок ферми в осях Ж-М проводиться в програмному комплексі ПК SCAD++. Перед початком розрахунку необхідно задати вихідні дані та зібрати навантаження на кроквяну ферму.

Вихідні дані

- схема кроквяної ферми, її генеральні розміри, тип решітки наведені на малюнку 2.3;
- проліт ферми в осях Ж-М= 24 м;
- висота ферми $h_{\text{го}} = 2400$ мм;
- ухил верхнього і нижнього поясів ферми $i = 3\%$
- матеріал ферми - сталь С255
- група конструкцій - 2;
- тип перерізу елемента ферми - прямокутний замкнутий профіль;
- решітка трикутна з додатковою стійкою;
- з'єднання елементів ферми - зварювання заводське механізоване дугове в середовищі вуглекислого газу;

- заводські зварні шви виконувати напівавтоматичним зварюванням для елементів зі сталі С255 - зварювальним дротом Св08Г2С діаметром 14-2 мм;
- болти М20 класу міцності 5.8;
- болти М30 зі сталі 40Х і гайки М30 класу міцності 10, шайби М30.

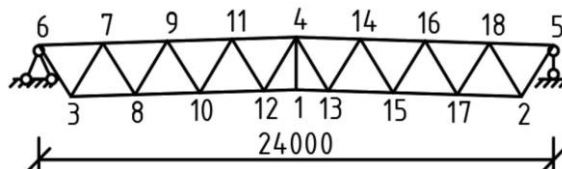


Рисунок 2.3 - Розрахункова схема кроквяної ферми

2.3.1 Збір навантажень

Постійні навантаження

Таблиця 2.2 - Збір постійних навантажень

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності	Розрахункове навантаження, кН/м^2
Мембрана 1.2 мм	0,015	1,3	0,02
PIR-плита (L кромка)	0,026	1,3	0,034
Профлист	0,077	1,05	0,081
Прогін зі швелера [27У	0,1	1,05	0,105
Разом: постійне навантаження:	0,218	-	0,24

Розрахункове вузлове постійне навантаження:

$$F = 0,24 * 6 * 3 = 4,32 \text{ кН}$$

Тимчасові навантаження:

Розрахунок снігового навантаження виконано під час підбору прогону:

$$S_0 = \frac{2,013 \text{ кН}}{\text{м}^2}$$

Нормативне вузлове навантаження від снігу:

$$S_n = 2,013 * 6 * 3 = 36,23 \text{ кН}$$

Розрахунок вертикального кранового навантаження:

$F_{\text{кран,найб.}} = Q_{\text{крану}} + \frac{P_{\text{крану}} - P_{\text{талі}}}{2} + P_{\text{талі}}$ – навантаження на монорейку при підйомі вантажу під монорейкою

$$F_{\text{кран,найб.}} = 5 + 2,28 * 0,3 + \frac{2,28 * 0,7}{2} = 6,48 \text{ Т} \approx 53,55 \text{ кН}$$

$$F_{\text{кран,найм.}} = \frac{P_{\text{крана без талі}}}{2} -$$

умови

$$F_{\text{кран,найм.}} = \frac{2,28 * 0,7}{2} = 0,8 \text{ Т} \approx 7,85 \text{ кН}$$

Розрахунок гальмівного кранового навантаження:

$$F_{\text{торм.}} = f + (Q + G_t) * \left(\frac{n_k}{n_k'}\right) / n_0$$

$$F_{\text{торм.}} = 0,1 + (5 + 2,28 * 0,3) * \frac{\left(\frac{2}{4}\right)}{2} = 1,52 \text{ кН}$$

де $f = 0,1$ - коефіцієнт течії при гальмуванні візка для кранів із гнучким підвісом вантажу;

$Q = 5 \text{ Т}$ – вантажопідйомність крана;

G_t - маса візка крана, що приймається за ДСТУ на крани (за відсутності даних про масу візка кранів із гнучким підвісом приблизно можна приймати $G_t = 0.3G_c$, де G_c - маса крана);

n_k - число всіх коліс візка;

n_k' - число гальмівних коліс візка;

n_0 - число коліс на одній стороні візка ($n_0 = 2$ – для кранів вантажопідйомністю $Q = 5...50 \text{ Т}$);

Таблиця 2.3 - Збір вузлових тимчасових навантажень

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН	Коефіцієнт надійності	Розрахункове навантаження, кН
Снігова III снігового району	36,23	1,4	50,72
Кранове вертикальне (найбільше на 1 рейку)	53,55	1,2	64,26
Кранове вертикальне (найменше на 1 рейку)	7,85	1,2	9,1
Кранова гальмівне	1,52	1,2	1,82

Прикладемо всі навантаження до нарахованої схеми.

2.3.2 Підбір і перевірка перерізів

Розрахунок виконано за [12]. Сталь С255:

- з розрахунковим опором за тимчасовим опором $R_u=380000 \text{ кН/м}^2$;
- з розрахунковим опором за межею плинності $R_y=270000 \text{ кН/м}^2$.

Коефіцієнт надійності за відповідальністю= 1

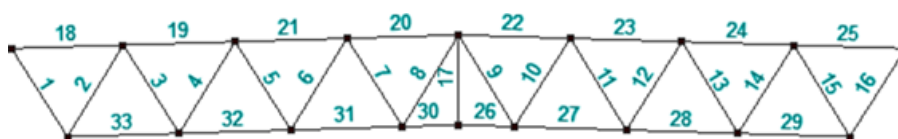


Рисунок 2.4 - Нумерація елементів

Таблиця 2.10 - Зусилля в елементах, кН

№ ел.	Комбінації		Завантаження		
	Nmin	Nmax	Постійна 1	Ліва 2	Права 3
Елементи верхнього поясу					
18	-154,47	-151,218	-15,398	-146,393	-143,034
19	-425,126	-422,474	-41,495	-403,822	-401,03
21	-550,658	-548,413	-59,004	-517,531	-515,168
20	-607,345	-605,508	-67,925	-567,811	-565,877
22	-594,853	-593,425	-67,925	-554,662	-553,158
23	-513,184	-512,164	-59,004	-478,085	-477,011
24	-362,67	-362,058	-41,495	-338,079	-337,434
25	-132,499	-132,295	-15,398	-123,264	-123,05
Елементи нижнього поясу					
33	304,882	305,42	30,195	289,144	289,71
32	502,256	504,705	51,998	476,534	437,956
31	593,774	595,814	65,213	558,528	556,38
30	616,543	618,176	69,937	577,093	575,375
26	616,543	618,176	69,937	577,093	575,375
27	569,607	570,832	65,213	532,23	530,942
28	453,924	454,74	51,998	423,939	423,08
29	263,99	264,398	30,195	246,529	246,099
Елементи стійок					
17	37,828	37,925	5,046	34,61	34,507
Елементи розкосів					

Продовження таблиці 2.10

№	Nmin	Nmax	Постійна 1	Ліва 2	Права 3
2	-291,589	-291,075	-28,551	-176,341	-276,882
3	220,763	221,264	21,281	209,982	210,508
4	-152,767	-152,377	-20,343	-138,983	-139,394
5	85,756	86,136	13,292	76,279	76,678
6	-86,971	-86,581	-12,136	-78,363	-78,774
7	21,71	22,09	5,302	17,271	17,671
8	-21,37	-20,98	-4,124	-17,743	-18,154
9	-44,856	-44,466	-4,124	-42,887	-42,466
10	44,572	44,951	5,302	41,736	41,336
11	-110,457	-110,067	-12,136	-103,497	-103,086
12	108,618	108,997	13,292	100,743	100,343
13	-176,254	-175,864	-20,343	-164,116	-163,706
14	182,721	183,101	21,281	170,337	169,937
15	-252,383	-251,993	-28,551	-235,613	-235,202
Елементи опорних розкосів					
1	284,428	284,929	28,889	268,989	269,515
16	246,766	264,386	28,889	229,344	228,944

Таблиця 2.11 - Результати розрахунку

Перевірка	Коефіцієнт використання
Міцність верхнього пояса	0,638
Стійкість верхнього пояса в площині ферми	0,721
Стійкість верхнього пояса з площини ферми	0,807
Гнучкість верхнього пояса	0,471
Міцність нижнього пояса	0,86
Гнучкість нижнього пояса	0,144
Міцність стиснутого розкосу	0,753
Стійкість стиснутого розкосу в площині ферми	0,907
Стійкість стиснутого розкосу з площини ферми	0,988
Гнучкість стиснутого розкосу	0,447
Міцність розтягнутого розкосу	0,909
Гнучкість розтягнутого розкосу	0,128
Міцність опорного розкосу	0,94
Гнучкість опорного розкосу	0,2
Міцність стійки	0,204
Гнучкість стійки	0,123

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК І КОНСТРУЮВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ

3.1 Вихідні дані

Фундамент проєктується під промислову будівлю виробництва деталей літаків. Будівля окремо розташована, одноповерхова з кранами-балками вантажопідйомністю $Q = 5\text{т}$, без підвалу. Має прямокутний обрис у плані. Розміри в крайніх осях - 108 x 144 м. За відносну позначку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху.

Колони виконані двогілковими. Розміри колони в плані - 1000x380 мм.

Розрахункові зусилля:

комбінація: $N = 548\text{ кН}$; $M = 61,25\text{ кН*м}$; $Q = 3,6\text{ кН}$.

комбінація: $N = 475,53\text{ кН}$; $M = 120,63\text{ кН*м}$; $Q = 20,15\text{ кН}$.

Ґрунтові умови майданчика подано на рисунку 3.1.

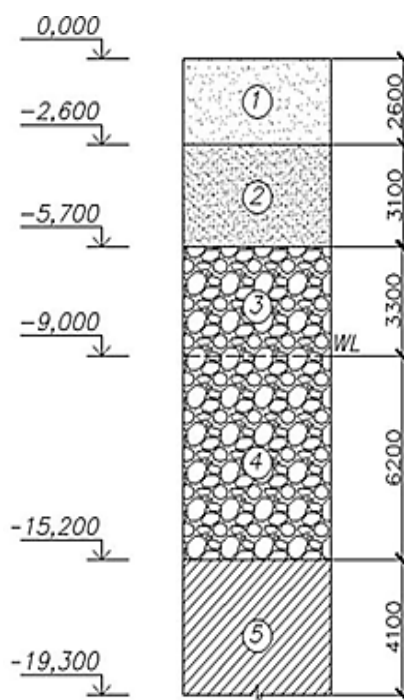


Рисунок 3.1 - Ґрунтові умови майданчика

3.2 Оцінка інженерно-геологічних умов майданчика будівництва

Фізичні характеристики ґрунту знаходимо за формулами:

$$\rho = \rho_d * (1 + w) \quad (3.1)$$

$$S_r = \frac{w * \rho_s}{e * \rho_w} \quad (3.2)$$

де ρ_s - густина частинок ґрунту, значення якої приймають для піщаних і крупноуламкових ґрунтів рівним $2,66 \text{ т/м}^3$, для пилувато-глинистих ґрунтів рівним $2,7 \text{ т/м}^3$;

ρ_w - густина води (дорівнює 1 т/м^3).

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w}, \quad (3.3)$$

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}. \quad (3.4)$$

Для ґрунтів, що розташовані вище рівня підземних вод, а також для водонепроникних ґрунтів (мул, суглинок, глина), розташованих під водою питому вагу розраховують за формулою:

$$\gamma = \rho * g, \quad (3.5)$$

де g - прискорення вільного падіння.

У тих випадках, коли водопроникний ґрунт розташований нижче горизонту підземних вод, визначають питому вагу з урахуванням зважувальної дії води γ_{sb} за формулою:

$$\gamma_{sb} = \frac{\rho_s - 1}{1 + e} * g., \quad (3.6)$$

Показник плинності для глинистих визначають за формулою:

$$J_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} \quad (3.7)$$

Ґрунтові умови та розрахункові показники представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Ґрунтові умови та розрахункові показники

Найменування ґрунту	h, м	щільність, т/м³			питома вага, кН/м³		Вологість			Класифікаційні показники				Механістичні показники		
		ρ	ρs	ρd	γ	γsb	W	Wp	WL	e	Sr	I _p	I _L	E, мПа	C, кПа	φ, град.
Пісок насипний, середньої щільності	2,6	1,67	2,66	-	16,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пісок середньої крупності, середньої щільності	3,1	1,8	2,66	1,62	17,7	-	0,11	-	-	0,64	0,46	-	-	31	1,1	35,3
Галечниковий ґрунт маловологий із піщаним заповнювачем	3,3	2,02	2,66	1,74	19,8	-	0,16	-	-	0,53	0,81	-	-	42,2	1,22	40,7
Галечниковий ґрунт насичений водою з піщаним заповнювачем	6,2	2,24	2,66	1,82	22	11,1	0,23	-	-	0,46	1,33	-	-	48,9	1,89	42,7
Суглинок твердий (IL ≤ 0)	4,1	1,92	2,71	1,61	18,8	10,2	0,19	0,18	0,29	0,68	0,76	-	-	20,5	29,2	23,7

3.3. Проектування фундаменту

3.3.1 Вибір висоти ростверку і довжини паль

Відмітка нижнього торця колони: -0,640 м.

Верх ростверку приймають на 60 мм нижче торця колони.

Висота ростверку визначається сумою глибин закладення анкерного болта і товщини шару бетону нижче анкера ≥ 20 см. Глибину закладення приймаю рівною 15 діаметрам болта ($d = 36$), виконаного з анкерною плитою. Мінімальна товщина ростверку за цих умов дорівнює 740 мм, приймаємо 900 мм як найближче кратне 300 мм.

Глибина закладення ростверку дорівнює сумі позначки верху ростверку (-0,700 м) і його товщини (0,9 м) = 1,6 м.

Розрахункова глибина промерзання ґрунту визначається за формулою:

$$d_f = K_h * d_{fn} \quad (3.8)$$

де K_h - коефіцієнт впливу теплового режиму споруди, що становить для зовнішніх стін опалювальних промислових будівель з підлогами по утепленому цокольному перекриттю 0,8 ;

d_{fn} - нормативна глибина сезонного промерзання

На глибині 2,55 м залягає пісок середній.

$$d_f = K_h * d_{fn} = 0,8 * 2,55 = 2,04 \text{ м}$$

Відмітку верху (голови) паль після забивання призначають на 300 мм вищою за ухвалену відмітку підшви ростверку, після зрубубування - на 50 мм.

У межах інженерно-геологічної товщі залягають слабкі ґрунти (насипний пісок і водонасичений пісок), тому прорізаємо палями і заглиблюємося в нижчий гальковий ґрунт. Річ у тім, що фундаменти під колони промбудівель бажано проєктувати не менше ніж із 4 паль, оскільки в цьому разі вони мають більшу надійність. При палях же з високою несучою здатністю і невеликих навантаженнях на фундамент за розрахунком виявиться достатнім застосування фундаменту з 1-3 паль, а такий фундамент вважається недостатньо надійним.

Основна умова проєктування палевих фундаментів:

$$N \leq \frac{\gamma_0 * F_d}{\gamma_n * \gamma_k} \quad (3.9)$$

де $N_{\text{вв}}$ - розрахункове навантаження на палю, кН;

γ_0 - коефіцієнт умов роботи, що приймається рівним $\gamma_0 = 1,0$ для однопалеви фундаментів і $\gamma_0 = 1,15$ у разі кущового і рядового розташування паль;

F_d - несуча здатність паль, кН. Використовуючи палі 300×300 мм отримуємо несучу здатність 1800кН;

γ_n - коефіцієнт надійності, що приймається рівним 1,2; 1,15 і 1,10 відповідно для споруд I, II, і III рівнем відповідальності;

γ_k - коефіцієнт надійності, залежить від способу визначення несучої здатності палі, під час розрахунку приймають $\gamma_k = 1,4$

Оскільки на фундамент діє момент від вітрових і кранових навантажень, приймаємо куц із не менш ніж із чотирьох паль.

Висячі палі:

У цьому варіанті розрахунку, для того щоб палі працювали переважно за рахунок бічної поверхні, їхнє заглиблення у крупноуламкові ґрунти не допускається.

Отже, позначка вістря палі має бути не глибше—5,700 м.

Приймаємо позначку голови пал—1,300 м і призначаємо палю за [21]. Відповідно довжина палі становить не більше 4,400 м. Приймаємо палі С40.30-4Ø10АІ, відповідно завдовжки 4 м із перерізом 300×300 мм, класом арматури АІІ і маркою бетону В15. Відмітка низу палі становить .—5,300 м

Палі-стійки:

Заглиблення паль-стійфеек у великоуламкові ґрунти проєктується не менше 0,5 м ; Таким чином, відмітка вістря палі повинна бути не вище .—6,200 м

Приймаємо позначку голови палі—1,300 м і призначаємо палю [21]. Відповідно довжина палі становить не менше 4,900 м. Приймаємо палі С50.30-4Ø12АІІІ, відповідно завдовжки 5 м із перерізом 300×300 мм, класом арматури АІІІ і маркою бетону В25. Відмітка низу палі становить —6,300 м.

3.3.2 Визначення несучої здатності паль

Розрахуємо два варіанти несучої здатності паль: висячі та стійки.

Несуча здатність палі-стійки визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_c * R * A, \quad (3.10)$$

Де γ_c - коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, який приймають рівним 1,0;

A - площа спирання палі на ґрунт (поперечного перерізу), м;

R - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа; для забивних паль-стійок приймається рівним 20000 кПа.

$$F_d^{CT} = 1,0 * 20000 * 0,09 = 1800 \text{ кН}.$$

Обмежимо до 800 кН, згідно з максимальним значенням, що має місце в практиці. $F_d^{CT} = 800 \text{ кН}.$

Несуча здатність висячих паль визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_c * (\gamma_{CR} * R * A + u * \sum \gamma_{cf} * f_i * h_i),$$

де γ_c - коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, що приймається рівним 1,0;

R - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа, що приймається за табл. 7.2 [5];

A - площа поперечного перерізу палі, м;

γ_{CR} - коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі, який приймають для паль суцільного перерізу, що занурюються забиванням, рівним 1,0;

u - периметр поперечного перерізу палі, м;

γ_{cf} - коефіцієнт умов роботи ґрунту на бічній поверхні палі, що приймається для паль, які занурюються забиванням і без лідерних свердловин, рівним 1,0;

f_j - розрахунковий опір ґрунту на бічній поверхні палі в межах i -го шару ґрунту, кПа, що приймається за табл. 7.3 [5];

h_j - товщина i -го шару ґрунту, м.

Несучу здатність висячої палі визначаємо за формулою (3.4):

$$F_d^{BIC} = 1 * (1 * 3140 * 0,09 + 1 * 1,2 * 41,81) = 332,77 \text{ кН}.$$

Допустиме навантаження на висячу палю згідно з розрахунком за формулою (3.10) становитиме:

$$\frac{1 * 332,77}{1,15 * 1,4} = 206,69 \text{ кН}$$

Кількість палів визначаємо за формулою:

$$n = \frac{\sum N_i}{\frac{F_d}{\gamma_K} - 0,9 * d_p * \gamma_{cp} - 1,1 * 10 * g_{gk}} \quad (3.11)$$

де $\sum N_i$ - сума вертикальних навантажень на обрізі ростверку в комбінації з N_{max} , причому навантаження приймаються для розрахунку за I граничним станом;

$0,9 * d_p * \gamma_{cp}$ - навантаження, що припадає на одну палю від ростверка, кН
($0,9$ - площа ростверка, що припадає на одну палю, м.кв,

d_p - глибина закладення ростверка, м; γ_{cp} - усереднена питома вага ростверка та ґрунту на його обрізі, що приймається $\frac{20 \text{ кН}}{\text{т}}$.

$g_{пл}$ - маса палі, т

$$n^{вис} = \frac{548}{\frac{332,77}{1,4} - 0,9 * 1,6 * 20 - 1,1 * 10 * 0,93} = 2,76 \text{ палів}$$

Приймаємо 4 висячі палі з конструктивних міркувань. Розміри ростверку в плані складуть 1800×1800 мм.

$$n^{ст} = \frac{548}{\frac{800}{1,4} - 0,9 * 1,6 * 20 - 1,1 * 10 * 1,15} = 1,03 \text{ палі}$$

Приймаємо 4 палі-стійки з конструктивних міркувань.

Розміри ростверку в плані складуть 1800×1800 мм.

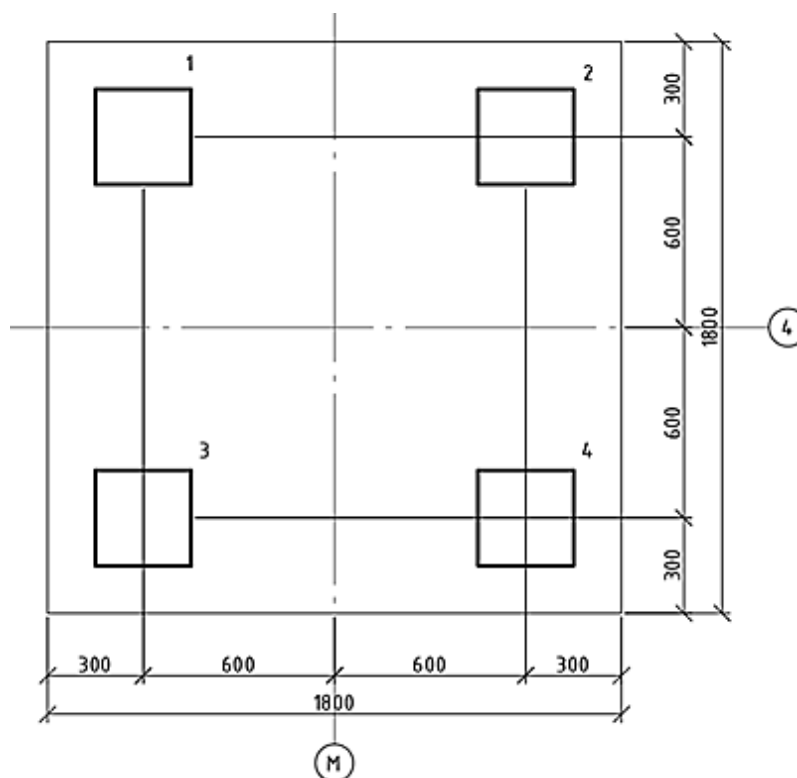


Рисунок 3.2 - План пальового куца

Приведення навантажень до підшви ростверку здійснюється таким чином:

$$N' = N_K + N_{CT} + N_P, \quad (3.12)$$

$$M' = M_K + Q_K * (d_p - 0,15M) - N_{CT}, \quad (3.13)$$

$$Q' = Q_K, \quad (3.14)$$

де N' , M' , Q' - навантаження, приведені до підшви ростверку; N_P - навантаження від ростверку:

$N_P = 1,1 * d_p * b_p * l_p * \gamma_{cp}$, де 1,1 - коефіцієнт надійності за навантаженням; b_p , l_p - розміри ростверку в плані.

Навантаження від ростверка N_P складі:

$$N_P = 1,1 * 1,6 * 1,8 * 1,8 * 20 = 114,05 \text{ кН.}$$

Розрахунок навантажень на висячі палі

Для I комбінації:

$$N' = 548 + 114,05 = 662,05 \text{ кН,}$$

$$M' = 61,25 + 3,6 * (1,6 - 0,7) = 64,49 \text{ кН} * \text{ м},$$

$$Q' = 3,6 \text{ кН}.$$

Для II комбінації:

$$N' = 475,53 + 114,05 = 589,58 \text{ кН},$$

$$M' = 120,63 + 20,15 * (1,6 - 0,7) = 138,77 \text{ кН} * \text{ м},$$

$$Q' = 20,15 \text{ кН}.$$

Розрахунок навантажень на палі-стійки

Для I комбінації:

$$N' = 548 + 114,05 = 662,05 \text{ кН},$$

$$M' = 61,25 + 3,6 * (1,6 - 0,7) = 64,49 \text{ кН} * \text{ м},$$

$$Q' = 3,6 \text{ кН}.$$

Для II комбінації:

$$N' = 475,53 + 114,05 = 589,58 \text{ кН}, \quad M' = 120,63 + 20,15 * (1,6 - 0,7) = 138,77 \text{ кН} * \text{ м}, Q' = 20,15 \text{ кН}.$$

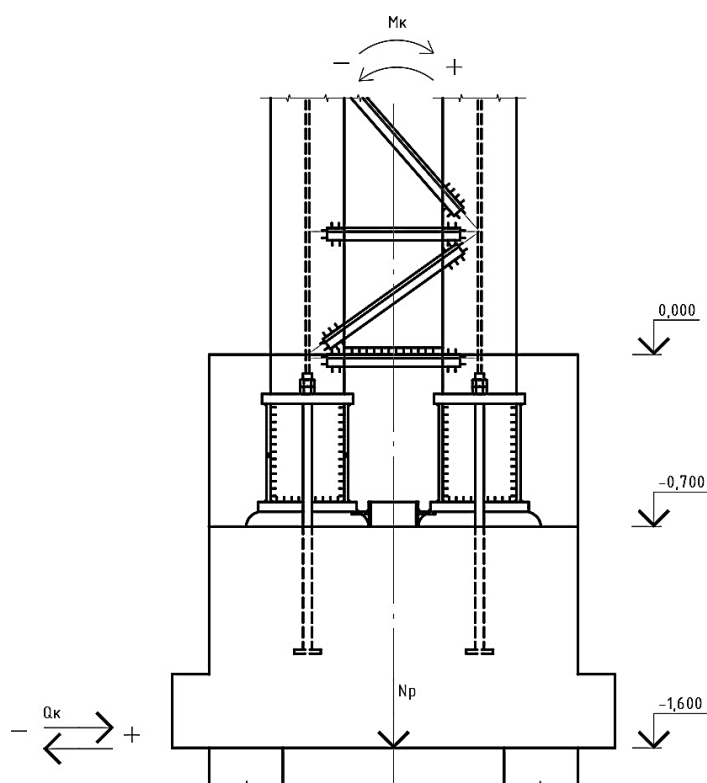


Рисунок 3.2 - Схема навантажень на ростверк

3.3.3 Визначення навантажень на кожну палю

Основним критерієм проектування пальових фундаментів є умова (3.15):

$$N_{\text{пл}} \leq \frac{\gamma_0 * F_d}{\gamma_n * \gamma_k} \quad (3.15)$$

а за наявності моментів від вітрових і кранових навантажень додатково:

$$N_{\text{cb}}^{\text{кр}} \leq 1,2 * \frac{\gamma_0 * F_d}{\gamma_n * \gamma_k}, \quad (3.16)$$

$$N_{\text{cb}}^{\text{кр}} \geq 0, \quad (3.17)$$

де $N_{\text{cb}}^{\text{кр}}$ - навантаження на палю крайнього ряду. Навантаження на палю $N_{\text{cb}}^{\text{кр}}$, при дії моментів в одному напрямку визначається:

$$N_{cb} = \frac{N'}{n} \pm \frac{M'_x}{\sum y_i^2} + 1,1 * 10 * g_{gk} \quad (3.18)$$

де y - відстань від осі пальового куца до осі палі, в якій визначається зусилля, м.

Розрахунок навантажень на палі

Допустиме навантаження на середню висячу палю:

$$\frac{\gamma_0 * F_d}{\gamma_n * \gamma_k} = \frac{1 * 332,77}{1,15 * 1,4} = 206,69 \text{ кН}$$

Допустиме навантаження на крайню висячу палю:

$$1,2 * \frac{\gamma_0 * F_d}{\gamma_n * \gamma_k} = 1,2 * \frac{1 * 332,77}{1,15 * 1,4} = 248,03 \text{ кН}$$

Допустиме навантаження на середню палю-стійку:

$$\frac{\gamma_0 * F_d}{\gamma_n * \gamma_k} = \frac{1 * 800}{1,15 * 1,4} = 496,89 \text{ кН}$$

Допустиме навантаження на крайню палю-стійку:

$$1,2 * \frac{\gamma_0 * F_d}{\gamma_n * \gamma_k} = 1,2 * \frac{1 * 800}{1,15 * 1,4} = 596,27 \text{ кН}$$

$$\sum y_i^2 = 4 * 0,6^2 = 5,76$$

Визначаємо навантаження на палі.

Для I комбінації:

$$N_{\text{пл}}^{1,3} = \frac{662,05}{4} - \frac{64,49}{5,76} + 1,1 * 10 * 1,15 = 166,97 \text{ кН},$$

$$N_{\text{пл}}^{2,5} = \frac{662,05}{4} + \frac{64,49}{5,76} + 1,1 * 10 * 1,15 = 189,36 \text{ кН},$$

Для II комбінації:

$$N_{\text{пл}}^{1,3} = \frac{589,58}{4} - \frac{138,77}{5,76} + 1,1 * 10 * 1,15 = 135,95 \text{ кН},$$

$$N_{\text{пл}}^{2,5} = \frac{589,58}{4} + \frac{138,77}{5,76} + 1,1 * 10 * 1,15 = 184,14 \text{ кН},$$

Оскільки кількість паль однакова як для висячих паль, так і для пальстійок, приймаємо однаковий ростверк і навантаження на палі будуть однаковими.

Навантаження на висячі палі, визначені за формулами (3.8) і (3.12), наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Навантаження на палі

Комбінація	№ палі	Навантаження, кН	
		N _{св}	Q _{св}
I	1,3	166,97	0,9
	4,5	189,36	0,9
II	1,3	135,95	5,04
	4,5	184,14	5,04

Зробимо висновки для обох типів паль:

Для висячих паль усі умови (3.2,3.10,3.11) виконуються.

Для паль-стійок усі умови (3.2,3.10,3.11) виконуються.

Проектуємо жорстке сполучення з огляду на конструктивні міркування.

Розрахунок висячої палі на дію горизонтальних навантажень. При жорсткому сполученні одиничний момент у сполученні $M_H = 0,94 \text{ кН}^* \text{ м}$ (при довжині палі $(\ell \geq 4 \text{ м і } K = 15000 \text{ кН/м}^4)$), а загальний:

$$M_{\text{пл}} = 0,94 * 0,9 = 0,85 \text{ кН}^* \text{ м (I комбінація) ,}$$

$$M_{\text{пл}} = 0,94 * 5,4 = 5,08 \text{ кН}^* \text{ м (II комбінація).}$$

Для палі довжиною 4 м типова поздовжня арматура - 4Ø10AІ при класі бетону В15. За значень $N_{\text{Св}}$, зазначених у таблиці 3.4 , і названих вище моментів міцність такої палі достатня (точка перетину координат $N_{\text{пл}}$ і $M_{\text{пл}}$ лежить нижче за графік, який відповідає типовому армуванню палі на рис. 116.

Розрахунок палі-стійки на дію горизонтальних навантажень.

За жорсткого сполучення одиничний момент у сполученні $M_{\text{Н}} = 1,05 \text{ кН}^* \text{ м}$ (за довжини палі ($\ell \geq 5 \text{ м}$ і $K = 15000 \text{ кН/м}^4$), а загальний:

$$M_{\text{пл}} = 1,05 * 0,9 = 0,95 \text{ кН}^* \text{ м (I комбінація),}$$

$$M_{\text{пл}} = 1,05 * 5,4 = 5,67 \text{ кН}^* \text{ м (II комбінація .)}$$

Для палі довжиною 5 м типова поздовжня арматура - 4Ø12AІІ при класі бетону В25. За значень $N_{\text{пл}}$, зазначених у таблиці 3.4, і названих вище моментів міцність такої палі достатня (точка перетину координат $N_{\text{пл}}$ і $M_{\text{пл}}$ лежить нижче за графік, який відповідає типовому армуванню палі.

3.3.4 Розрахунок і конструювання ростверку під сталеву колону

Початкові дані для проектування ростверку наведено вище.

Розміри підколонника в плані призначаємо $1500 \times 1500 \text{ м}$. З огляду на те, що розміри ростверка в плані $1,8 \times 1,8 \text{ м}$, вильоти сходинок з кожного боку становитимуть 150 мм.

Здійснюємо розрахунок ростверку на вигин (схему розрахунку наведено на рис. 3.3).

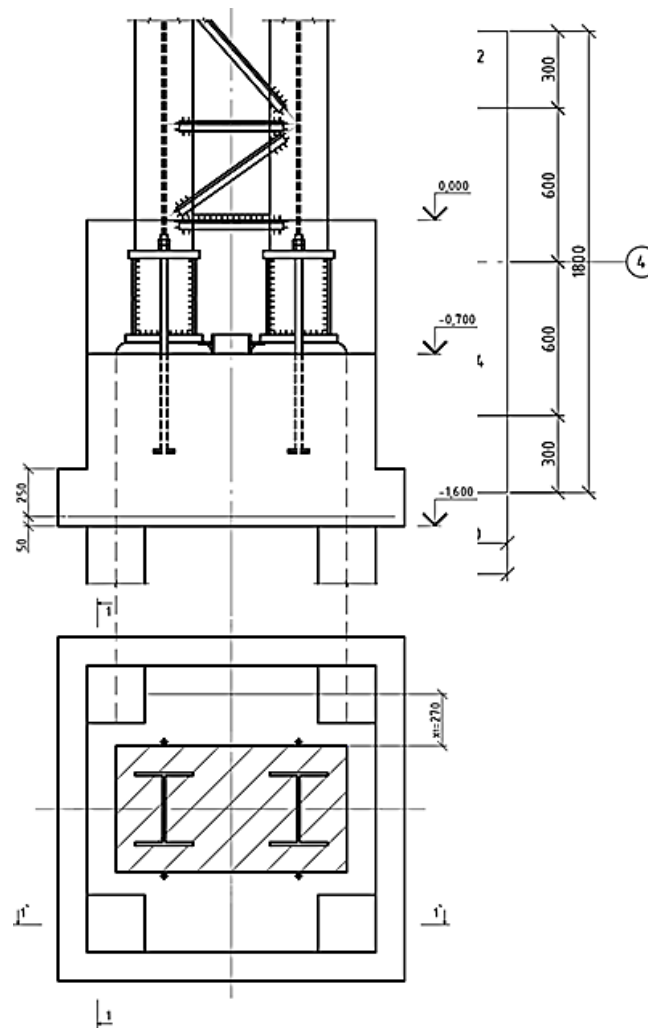


Рисунок 3.3 - Схема до розрахунку ростверку на вигин

Моменти в перерізах визначаємо за формулами:

$$M_{y_i} = \sum N_{пл_i} * y_i, \quad (3.19)$$

$$M_{x_1} = (166,97 + 189,36) * 0,27 = 96,21 \text{ кН} * \text{ м},$$

$$M_{y_1} = 2 * 166,97 * 0 = 0, \quad (3.14)$$

де значення $N_{пл_i}$ узяті з табл.3.3.

Розрахунок перерізу арматури проводимо за вказівками [22], результати розрахунку зведено в табл. 3.4 і виконували за формулою:

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i * h_{0i}^2 * R_b} \quad (3.20)$$

$$A_s = \frac{M_i}{\varepsilon * h_{0i} * R_s} * 10000 \quad (3.21)$$

$$\alpha_m = \frac{96,21}{1,5 * 0,85^2 * 11500} = 0,0077$$

ε прийнято за інтерполяцією від $\alpha_m \varepsilon = 0,995$.

$$A_s = \frac{96,21}{0,995 * 0,85 * 365000} * 10000 = 3,11 \text{ см}^2$$

Таблиця 3.4 - Результати розрахунку перерізу арматури

Перетин	Момент, кН* в	α_m	ε	h_{0i}	A_s , см ²
1 – 1	96,21	0,0077	0,995	0,85	3,11
1' – 1'	0	-	-	-	-

Приймаємо арматуру нижньої сітки С-1 в обох напрямках 9Ø10АІІІ з площею $A_s = 7,07 \text{ см}^2 > 3,31 \text{ см}^2$ з кроком 200 мм.

Для верхньої сітки С-2 в обох напрямках 8Ø10АІІІ з площею $A_s = 6,29 \text{ см}^2$ з кроком 200 мм.

Стінки підколонника армуємо сітками С-3, арматуру приймаємо Ø8АІ, для поздовжніх стрижнів арматури довжина - 1400 мм, крок - 400 мм, для поперечних стрижнів арматури довжина - 800 мм, крок - 200 мм. Захисний шар у сітки 50 мм.

Опалубне креслення й армування ростверку наведено на рис.3.4, креслення сіток С – 1, С – 2 і КП-1 на рис.3.5.

Специфікацію арматури наведено в табл. 3.5, а відомість витрат - у табл. 3.6.

приймаємо штанговий дизель-молот СП-7 з масою молотом $m_4 = 1,8$ т. Відмову визначаємо за формулою (3.15), де несучу здатність висячої палі приймаємо $F_d = \frac{332,77}{1,4} = 237,69 \text{ кН}$, а палі-стійки приймаємо $F_d = 800 \text{ кН}$, оскільки раніше ми її обмежили; енергію удару $E_d = 28,8$ до Дж; повну масу молота $m_1 = m_4 = 1,8$ Т; масу оголовника $m_3 = 0,2$ т.

$$S_a = \frac{E_d * \eta * A}{F_d * (F_d + \eta * A)} * \frac{m_1 + 0,2 * (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3} \quad (3.15)$$

де E_d - енергія удару, кДж, для дизель-молотів визначається за табл. 5 [23], для механічних підвісних — $E_d = 10m * H$, висота підйому молота H приймається рівною 1 м;

η - коефіцієнт, що приймається для залізобетонних паль рівним 1500 кН/м;

A - площа поперечного перерізу палі, м²;

F_d - несуча здатність палі, кН; у разі, якщо допустиме навантаження на палю обмежується, то F_d приймають, виходячи з прийнятої F_d / γ_k

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

До початку робіт усі члени бригади повинні бути проінструктовані про правильні прийоми праці та правила техніки безпеки. Отримавши інструктаж, розписуються в спеціальних журналах.

У процесі виробництва будівельно-монтажних робіт присутні такі небезпечні фактори:

падіння працюючих із висоти; ураження електричним струмом; ураження від падіння вантажу.

Для попередження цих небезпечних чинників необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту працюючих.

Основним засобом індивідуального захисту працюючих від падіння з висоти є запобіжний пояс. Усі роботи на висоті 1,3 м і більше, а також на ділянках, розташованих на відстані менше ніж 2 м від межі перепаду за висотою, виконувати із запобіжними поясами (у разі неможливості влаштування огорожень).

Для захисту електрозварників від ураження електричним струмом необхідно дотримуватися таких вимог:

- для захисту рук електрозварювальники повинні забезпечуватися рукавицями або рукавичками, виготовленими з іскростійких матеріалів з низькою електропровідністю;
- для захисту ніг має застосовуватися спеціальне взуття, що оберігає ноги від опіків бризками розплавленого металу, а також від механічних травм;
- для захисту голови від механічних травм і ураження електричним струмом повинні видаватися захисні каски зі струмонепровідних матеріалів;
- для захисту обличчя та очей електрозварювальники повинні забезпечуватися захисними щитками, масками, захисними окулярами і світлофільтрами.

Для запобігання ураженню працюючих від падіння вантажу всі особи, які

перебувають на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски. Робітники та інженерно-технічні працівники без захисних касок та інших необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

До виконання монтажних робіт необхідно встановити порядок обміну умовними сигналами між особою, яка керує монтажем, і машиною крана. Усі сигнали подаються тільки однією особою (бригадиром, ланковим, стропальником), крім сигналу "Стоп", який може бути поданий будь-яким працівником, що помітив явну небезпеку.

У разі ожеледиці, сильного снігопаду, туману, грози і дощу монтажні роботи припиняються.

Не допускається також проводити монтажні роботи за швидкості вітру 15 м/с і більше. Монтаж елементів з великою парусністю слід припиняти за швидкості вітру 10 м/с.

Одним із важливих заходів запобігання виробничому травматизму є ретельна підготовка будівельних конструкцій до підйому на висоту для встановлення в проектне положення.

Перед початком монтажу конструкцію ретельно оглядають, геометричні розміри перевіряють за допомогою сталевої рулетки і виявлені дефекти усувають на місці складування або безпосереднього монтажу.

Перед початком підйому перевіряють правильність і надійність стропування конструкції і до неї прикріплюють гнучкі канати для дистанційного розстроповування, гнучкі відтягнення для запобігання розгойдування та обертання її в процесі підйому й установа, а також (за потреби) пристрої (розчалки зі сталевих канатів, розпірки тощо), які забезпечують стійкість конструкції.

Розстроповку конструкцій, встановлених у проектне положення, проводять тільки після тимчасового або постійного надійного їх закріплення за проектом болтами, пробками, електроприхопленням зі встановленням зв'язків, розпірок, розчалок тощо.

Розчалки для тимчасового закріплення конструкції виготовляють зі

сталевий канат однакового діаметру в кожній парі та розташовують із кутами нахилу і до горизонту, і до площини розчалування (у горизонтальній площині) не більше 45° .

Розчалки прикріплюють до спеціальних якорів або конструкцій способами, що унеможливають ослаблення натягу, і розташовують за межами руху транспорту і монтажних механізмів.

За відсутності спеціальних вказівок у проєкті розстроповку конструктивних елементів, що з'єднуються болтами, здійснюють тільки після встановлення у вузлі щонайменше 30 % болтів і 10 % пробок, у випадках, коли загальне їхнє число у вузлі більше ніж 5; за 5 і менше мають бути встановлені щонайменше один болт і одна пробка.

У процесі виконання складальних операцій суміщення отворів і перевірка їхнього збігу в деталях, що монтуються, повинні проводитися з використанням спеціального інструменту (конусних оправок, складальних пробок). Перевіряти збіг отворів у деталях, що монтуються, пальцями рук не допускається.

Розстроповку конструктивних елементів, що з'єднуються електрозварюванням і сприймають монтажні навантаження, здійснюють тільки після заварювання вузлів з'єднань проєктними звареними швами або прихваткам, розміри яких визначають проєктом, а розстроповку конструкцій, які не сприймають монтажних навантажень, - після виконання прихваток, довжина яких має бути не менш як 10% довжини проєктних монтажних швів такого з'єднання, але не коротшою за 50 мм; до розстроповки на додачу до зазначених мають бути встановлені тимчасові або постійні зв'язки, розпірки та розчалки.

Виконання електрозварювальних робіт під час дощу або снігопаду за відсутності навісів над електрозварювальним устаткуванням і робочим місцем не допускається.

4.1 Заходи з охорони праці та пожежної безпеки

Відповідальність за дотримання норм техніки безпеки, охорони праці та промислової безпеки несе керівник будівельної організації та призначена наказом особа підрядної організації. Ті, хто працює на будівництві, мають бути навчені правилам техніки безпеки і мати посвідчення про складання іспитів, крім того, повинні пройти інструктаж з охорони праці та техніки безпеки на робочому місці. У разі зміни умов праці безпосередній керівник (майстер) повинен знову провести інструктаж з техніки безпеки з урахуванням нових виробничих умов. Перед допуском до роботи і в процесі виконання робіт проводиться навчання і проводиться інструктаж з безпеки праці. Робітники на будівництві мають бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до "Типових норм безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту".

Відповідно до [31,33] на виробничих територіях будівельних майданчиків передбачено засоби пожежогасіння, первинні засоби пожежогасіння утримуються відповідно до технічних паспортів, перебувають у справному працездатному стані. Передбачено спеціальні позначення.

Не допускається проведення робіт усередині будівлі із застосуванням горючих речовин і матеріалів одночасно з іншими будівельно-монтажними роботами, які проводяться із застосуванням відкритого вогню, наприклад, зварювання.

Витримано протипожежні розриви між побутовими тимчасовими будівлями, а також між складами.

Забороняється зберігати на будівельному майданчику горючі відходи.

Зберігання можливе тільки за умови забезпечення спеціальних умов.

Призначено посадових осіб, відповідальних за пожежну безпеку, встановлено чіткий порядок поведінки тих, хто працює на будівельному майданчику в разі виявлення пожежі.

Небезпечні зони, в які вхід людей, не пов'язаних з цим видом робіт,

заборонений, огорожуються і позначаються.

Передбачено безпечні шляхи для автотранспорту та пішоходів, шляхи освітлені. Введено обмеження швидкості руху автотранспорту на об'єкті.

Тимчасові будівлі (побутове містечко) розташоване поза небезпечною зоною від роботи монтажного крана, на відстані 100 метрів.

На ділянці, де ведуться монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт і перебування сторонніх осіб.

Створено умови для безпечної роботи, що виключають можливість ураження електричним струмом відповідно до [32].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В розділі 1 розроблено функціональне та архітектурне рішення виробничого цеху із сучасним оформленням фасадів, оптимальною схемою внутрішнього зонування та забезпеченням комфортних умов праці. Обрано матеріали і конструкції, що відповідають сучасним вимогам з енергоефективності, протипожежної безпеки та гігієнічних умов.

В 2 розділі запроєктовано сталевий каркас будівлі з урахуванням розрахунку прогона та ферми в ПК SCAD++. Підібрано перерізи елементів з урахуванням діючих навантажень. Просторова жорсткість забезпечена системою зв'язків. Обрані рішення гарантують надійність і стійкість каркаса в експлуатації.

Визначено геологічні характеристики ділянки, обрано забивні залізобетонні палі, виконано розрахунок ростверків і кількості паль на основі нормативних методик. Рішення забезпечують ефективну передачу навантажень на ґрунт та довготривалу стабільність основи.

Запропоновано комплекс заходів, спрямованих на запобігання травматизму, ураженню електричним струмом, загрозам пожежної небезпеки та впливу шкідливих чинників. Розроблено організаційні та технічні рішення для захисту працівників на будівельному майданчику.

Кваліфікаційна робота охоплює повний цикл проєктування промислового об'єкта — від аналізу ділянки до техніко-конструктивних та безпекових рішень. Запропоновані проєктні рішення є обґрунтованими, технічно доцільними та можуть бути реалізовані у реальних умовах. Отримані результати мають високу практичну цінність та демонструють готовність випускника до виконання фахових завдань у галузі будівництва промислових споруд.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006 (зі змінами №1, чинними з 01.06.2020). – 68 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 (чинний з 01.11.2011)
4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
6. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталезалізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 83 с.
7. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 96 с
8. Биків, Н. З. (2020). Застосування сплавів з пам'яттю форми для підвищення стійкості конструкцій при динамічних навантаженнях. Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “, 1, 26-26.
9. Бодрова Л.Г., Ковальчук Я.О., Крамар Г.М. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів /Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». /Категорія В/ Випуск №66, Луцьк, 2019. С.165-171.
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Конончук, О. П., Дідик, Н. Б., Кейса, М. В., & Копач, О. О. (3.4). Дослідження впливу різних видів навантаження на роботу каркасу будівлі методом скінченних елементів. Збірник тез доповідей Х Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних

технологій», 1, 16-17.

12. Конончук, О. П., Лещук, М. Р., Винницький, М. В., Лещишена, О. В., Бариш, С. В., & Антоняк, Я. В. (3.5). Вивчення напружено-деформованого стану залізобетонних елементів таврового профілю. Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 20-20.

13. Конончук, О. П., Хома, І. Б., & Чайковський, А. С. (3.6). Дослідження деформацій і зусиль в елементах каркасу будівлі від різного роду зовнішніх навантажень. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 9-10.

14. Закон України "Про пожежну безпеку". – Київ: Верховна Рада України, 1993.

15. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

16. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 96 с.

18. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіон, 2021.

19. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будинки і споруди. Будівлі підприємств. Параметри.

20. ДСТУ Б В.2.7-233:2010 Будівельні матеріали. Склопакети клесні. Технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 38 с.

21. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021 (чинний з 01.09.2022). – 23 с.

22. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні характеристики вікон, дверей та віконниць. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальна методика. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 37 с.

23. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату

приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель з урахуванням якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT). – К.: Мінрегіон України, 2011. – 72 с.

24. ДБН В.2.6-31:2016. Покриття підлог. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016.

25. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд / Мінрегіонбуд України. — Київ: ДП «ДНДІБК», 2018. — Чинний з 01.01.2019.

26. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови.

27. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні забивні. Конструкція і розміри. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.

28. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. – 64 с.

29. V. Bobyk, H.Kramar Features of increasing the energy efficiency of buildings and transparent fencing structures / Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 115. — No 3. — P. 44–53.

30. Щепановський, В., Лебедєва-Скочеляс, Н., Янковий, С., & Ясній, В. П. (3.9). Моделювання поведінки залізобетонної балки підсиленої сплавом із пам'яттю форми. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 47-48.

31. ДСТУ Б В.2.8-10-98:1999. Стропи вантажні. Класифікація, параметри та розміри. Технічні вимоги. — Київ: Держбуд України, 1999.

32. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. — Київ: Мінрегіон України, 2009. – 38 с.

33. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. – 50 с.