

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 корпусу в Броварах

Виконав: студент IV курсу, групи МБ-41
спеціальності _____

192 “Будівництво та цивільна інженерія”

(шифр і назва спеціальності)

Студент

_____ Цубера В. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник

_____ Коваль І. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

_____ Мещерякова О. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

_____ Ясній В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент

_____ Качка О. І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ Ясній В.П.
 (підпис) (прізвище та ініціали)
 « » 20__ р.

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)
студенту Цубера Віталій Валерійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник роботи	Коваль Ігор Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри БМ (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
-----------------	--

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

Об'єкт проєктування - виробничий корпус у м. Бровари як одно-двоповерхова промислова будівля у складі виробничого комплексу, поділена на пожежні відсіки та призначена для розміщення виробничих, складських, адміністративно-побутових і технічних приміщень.

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

Розробити архітектурний розділ: просторову, планувальну й функціональну організацію будівлі, поділ на пожежні відсіки, рішення фасадів, природного освітлення, евакуаційні й протипожежні заходи.

Виконати збір постійних, тимчасових, снігових, вітрових і кранових навантажень; сформувати розрахункову схему поперечної рами, провести статичний розрахунок і визначити розрахункові комбінації зусиль.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Креслення графічної частини - не менше 6 аркушів формату А1 (594 x 841 мм).

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 22.01.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

Керівник роботи

(підпис)

(підпис)

Цубера В.В.

(прізвище та ініціали)

Коваль І.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ.....	10
1.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду будівлі, її просторової, планувальної та функціональної організації	10
1.2 Об'ємно-просторові та архітектурно-художні рішення	14
1.5 Архітектурні рішення, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей	15
1.6 Архітектурно-будівельні заходи, що забезпечують захист приміщень від шуму, забруднення та інших шкідливих впливів	16
1.7 Евакуація людей, пожежна безпека.....	16
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ.....	19
2.1 Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівлі, включаючи її просторову схему, прийняту при виконанні розрахунків будівельних конструкцій	19
2.2 Компонування конструктивної схеми каркаса.....	20
2.2.1 Розбивка сітки колон.....	20
2.2.2 Улаштування зв'язків	21
2.3 Статичний розрахунок конструктивної схеми	22
2.3.1 Вибір розрахункової схеми рами.....	22
2.3.2 Визначення навантажень на каркас будівлі	22
2.3.3 Статичний розрахунок поперечної рами	32
2.3.4 Визначення розрахункових комбінацій зусиль.....	32
2.5.1 Конструктивний розрахунок	35
РОЗДІЛ 3 ПРОЄКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ	38
3.1 Завдання на проєктування	38
3.2 Оцінка інженерно-геологічних умов ділянки будівництва	39

3.2.1 Дані про топографічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні, метеорологічні та кліматичні умови земельної ділянки, наданої для розміщення об'єкта капітального будівництва.....	39
3.2.3 Дані про міцнісні та деформаційні характеристики ґрунту в фундаменті об'єкта капітального будівництва.....	40
3.2.4 Рівень ґрунтових вод, їх хімічний склад, агресивність ґрунтових вод і ґрунту щодо матеріалів, що використовуються при будівництві підземної частини об'єкта капітального будівництва.....	42
3.3 Визначення навантажень, що діють на фундамент і основу	42
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	44
4.1 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельних майданчиків, ділянок робіт та робочих місць.....	44
4.2 Безпека праці під час вантажно-розвантажувальних робіт	45
4.3 Техніка безпеки при монтажі металевих конструкцій	47
4.4 Техніка безпеки при проведенні покрівельних робіт	47
4.5 Забезпечення пожежної безпеки.....	48
4.6 Техніка безпеки при оздоблювальних роботах.....	48
4.7 Техніка безпеки при виконанні земляних робіт.....	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	51
БІБЛІОГРАФІЯ.....	54

ВСТУП

Розвиток промислових парків передбачає створення виробничої інфраструктури, здатної забезпечити роботу підприємств різного технологічного профілю в межах єдиного майданчика. Такі об'єкти мають поєднувати раціональну організацію виробничих процесів, можливість розміщення спеціалізованого обладнання, належні санітарно-гігієнічні умови праці, безпечне переміщення персоналу і вантажів, а також надійність несучих та огорожувальних конструкцій.

Актуальність бакалаврської роботи зумовлена потребою у проектуванні виробничо-технічного корпусу промислового парку, у межах якого можуть функціонувати кілька самостійних виробництв. Для такого об'єкта особливого значення набуває планувальне відокремлення технологічних процесів, розділення виробничих і адміністративно-побутових зон, забезпечення нормативної пожежної безпеки, організація евакуації, створення умов для використання вантажопідіймального обладнання та врахування вимог до чистоти повітря в окремих приміщеннях.

Об'єктом проектування є виробничо-технічний корпус, призначений для розміщення технологічно відокремлених виробничих блоків і пов'язаних із ними адміністративно-побутових, складських, технічних та допоміжних приміщень. Будівля передбачена одно-двоповерховою та розділена протипожежною стіною на два окремі пожежні відсіки.

У складі корпусу запроектовано чотири виробничі напрями: виробництво пінополіетиленових матеріалів, виробництво виробів із полімерних композиційних матеріалів, виробництво апаратури для дистанційного зондування, а також виробництво електропровідної продукції, електронних модулів і приладових блоків. Виробництва не мають безпосереднього технологічного зв'язку між собою, тому між ними передбачено глухі перегородки та протипожежні перешкоди, що дозволяє забезпечити автономну експлуатацію кожного блоку.

Виробничі приміщення сформовано з урахуванням специфіки технологічних операцій. У межах корпусу розміщено складські зони, дільниці комплектації та маркування, монтажу джгутів, пакування, складання, контролю якості, електромонтажні, слюсарні, малярні, зварювальні, токарні, фрезерні та інші спеціалізовані приміщення. Для окремих технологічних зон передбачено вимоги щодо чистоти повітря, вентиляційне обладнання, шлюзи та тамбури, що унеможливають небажане перенесення пилу, аерозолів або інших виробничих забруднень між приміщеннями.

Адміністративно-побутові частини корпусу включають гардеробні, санітарно-побутові приміщення, їдальні, медичні кабінети, приміщення для відпочинку працівників, кабінети адміністративно-управлінського персоналу, конструкторські та технологічні відділи. Таке рішення дозволяє створити належні умови для персоналу, забезпечити роботу служб управління виробництвом і відокремити адміністративну діяльність від технологічних процесів.

У виробничих зонах передбачено використання підвісного вантажопідіймального обладнання. Залежно від функціонального призначення окремі дільниці обладнуються електричними талями та підвісними кранами, що забезпечують переміщення матеріалів, комплектувальних виробів, технологічного оснащення та готової продукції. Наявність такого обладнання враховується під час формування конструктивної схеми та визначення навантажень на елементи каркаса.

Архітектурно-художнє вирішення корпусу базується на сучасних принципах індустріального будівництва. Зовнішній вигляд формується поєднанням металевих облицювальних касет, сендвіч-панелей, світлопрозорих конструкцій і кольорових акцентів у межах вхідних груп. Для фасадів прийнято стриману композицію з переважанням нейтральних відтінків та окремими елементами корпоративної кольорової гами. Цокольні частини будівлі передбачено облицювати керамогранітними плитами.

Конструктивна схема будівлі прийнята каркасною зі сталевими колонами та балками. Перекриття виконуються у вигляді монолітних залізобетонних плит по

сталевій балковій клітці, а покриття — із профільованого настилу по металевих прогонах. Покрівля прийнята плоскою, комбінованою, з утепленням мінераловатними плитами. Просторова жорсткість будівлі забезпечується жорсткими вузлами поперечних рам, системою вертикальних і горизонтальних зв'язків, жорсткістю дисків перекриттів і покриття, а також закріпленням колон у фундаментах.

Для передавання навантажень на основу передбачено монолітні залізобетонні ростверки на забивних палях. Основою підлог виробничих зон є монолітна залізобетонна плита, улаштована на пальовій основі. Таке конструктивне рішення забезпечує надійне сприйняття навантажень від металевих каркасів, технологічного обладнання, перекриттів, покриття, снігу, вітру та кранових впливів.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурних, конструктивних і фундаментних рішень виробничо-технічного корпусу промислового парку з урахуванням технологічного призначення приміщень, вимог пожежної безпеки, надійності сталевих каркасів, умов роботи вантажопідіймального обладнання, енергоефективності огорожувальних конструкцій і безпечної експлуатації будівлі.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання:

1. Визначено функціональне призначення виробничо-технічного корпусу та склад приміщень для окремих технологічних виробництв.
2. Обґрунтовано просторову, планувальну та функціональну організацію одно-двоповерхової будівлі з поділом на самостійні виробничі й адміністративно-побутові блоки.
3. Розглянуто архітектурно-художні рішення фасадів, внутрішнього оздоблення, конструкцій підлог, світлопрозорих заповнень, пандусів, ганків та сходових огорожень.
4. Передбачено рішення щодо природного освітлення приміщень, захисту від шуму, пилу, виробничих забруднень та інших шкідливих впливів.

5. Розроблено заходи пожежної безпеки, зокрема поділ будівлі на пожежні відсіки, улаштування протипожежних перешкод, евакуаційних виходів, сходових кліток і систем відокремлення приміщень різних категорій пожежної небезпеки.

6. Прийнято каркасну конструктивну схему зі сталевими колонами, балками, монолітними залізобетонними перекриттями, металевими прогонами та системою зв'язків.

7. Виконано компонування сітки колон, визначено розташування вертикальних зв'язків між колонами та горизонтальних зв'язків по покриттю.

8. Зібрано постійні, тимчасові, снігові, вітрові та кранові навантаження, що діють на елементи сталевих каркаса.

9. Сформовано розрахункову схему поперечної рами та виконано її статичний розрахунок методом кінцевих елементів у програмному комплексі SCAD.

10. Визначено найбільш несприятливі комбінації зусиль для колон і ригелів каркаса, виконано конструктивний розрахунок основних сталевих елементів.

11. Проаналізовано інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови ділянки, визначено навантаження на основу й розроблено пальове фундаментне рішення.

12. Розглянуто вимоги охорони праці та техніки безпеки під час виконання вантажно-розвантажувальних, монтажних, покрівельних, земляних та оздоблювальних робіт.

Вихідними даними для проектування є призначення будівлі як виробничо-технічного корпусу промислового парку, розміщення в її структурі чотирьох виробничих блоків, наявність адміністративно-побутових приміщень, використання сталевих каркаса, монолітних перекриттів по сталевій балковій клітці, профільованого настилу, вантажопідіймального обладнання, сендвіч-панелей, плоскої покрівлі та фундаментів на забивних палях.

Методи виконання роботи включають аналіз технологічних і функціональних вимог до виробничих будівель, розроблення об'ємно-планувальних і конструктивних рішень, визначення розрахункових комбінацій зусиль, перевірку стійкості сталевих колон і проєктування пальових фундаментів.

Практичне значення роботи полягає у розробленні проєктного рішення виробничо-технічного корпусу, яке забезпечує можливість розміщення технологічно відокремлених виробництв у межах однієї будівлі, створює належні умови праці персоналу, враховує потреби вантажного обслуговування та забезпечує надійну роботу сталевих каркасів і фундаментної системи.

Ключові слова: ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНИЙ КОРПУС, ПРОМИСЛОВИЙ ПАРК, СТАЛЕВИЙ КАРКАС, ПАЛЬОВИЙ ФУНДАМЕНТ, КРАНОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ

1.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду будівлі, її просторової, планувальної та функціональної організації

Проект передбачає нове будівництво одно-двоповерхової будівлі, що складається з двох частин, розділених протипожежною стіною.

Пожежний відсік в осях 1-17, Б-К одноповерховий. Пожежний відсік в осях 18-28, А-К двоповерховий.

У пожежному відсіку в осях 1-17, Б-К з розмірами в плані 42.00 × 95.40 м розміщено виробництво пінополіетиленових матеріалів та виробництво виробів з ПКМ. Висота поверху від 3,6 до 4,2 м в адміністративно-побутовій частині та 7,2 м у виробничій частині.

У пожежному відсіку в осях 18-28, А-К з розмірами у плані 48.00 × 57.40 м розміщено виробництво модулів, приладових блоків. Висота поверху 4,2 м.

Просторова організація будівлі базується на дотриманні вимог пожежної безпеки, оптимальних технологічних зв'язків виробничих процесів та комфортних умов перебування людей.

Корпус складається з чотирьох окремих виробничих блоків:

- виробництво пінополіетиленових матеріалів;
- виробництво виробів з ПКМ;
- виробництво апаратури для дистанційного зондування;
- виробництво електропровідної продукції, електронних модулів, приладових блоків.

Виробництва не пов'язані між собою функціонально і розділені глухими перегородками.

Виробництво електропровідної продукції, електронних модулів, приладових блоків розташоване в осях 18-28, А-І. Загальна кількість співробітників 148 осіб (за штатним розкладом).

На першому поверсі розміщуються виробничі приміщення та прибудова з адміністративно-побутовими приміщеннями.

Виробнича частина першого поверху складається з таких приміщень: складські приміщення, приміщення пакування джгутів, приміщення комплектування та маркування, приміщення монтажу джгутів, приміщення відділу технічного контролю та інші допоміжні й технічні приміщення.

Адміністративно-побутова частина першого поверху складається з блоку побутових приміщень, медичного кабінету, їдальні-роздавальної з обідньою залом на 36 посадочних місць та інших технічних і допоміжних приміщень.

На другому поверсі розміщуються виробничі приміщення та прибудова з адміністративно-побутовими приміщеннями.

Виробнича частина другого поверху складається з таких приміщень: ділянка поверхневого монтажу, склад ПДО, приміщення промивання, приміщення монтажу джгутів, ділянка обплетення кабелів, електромонтажна дільниця з дільницею селективного паяння, дільниця термостатного контролю, дільниця приготування фарб, компаундна, малярна, приміщення складання, приміщення пакування, слюсарна дільниця, дільниця налаштування та регулювання та інші допоміжні та технічні приміщення.

Адміністративно-побутова частина другого поверху складається з приміщень адміністративно-управлінського персоналу, кабінету конструкторського відділу, кабінету технологічного технічних та допоміжних приміщень.

На відмітці 8,400 у осях 24-28, Д-І розташовано технічне приміщення для вентиляційного обладнання.

Випробувальна дільниця обладнана канатним електричним криволінійним талем вантажопідйомністю 0,5 т. Фарбоприготувальна дільниця обладнана канатним електричним прямолінійним талем вантажопідйомністю 00.5т.

Дільниця поверхневого монтажу, приміщення для промивання та електромонтажна дільниця з дільницею селективного паяння мають вимоги щодо

чистоти — 8-й клас чистоти повітря. Дані приміщення оснащені вхідними та вихідними повітроводами.

Головний вхід розташований по осі А, 24-25.

Виробництво апаратури для дистанційного зондування розташоване в осях 18-23, А1-В. Загальна кількість співробітників 29 осіб (за штатним розкладом).

На двох поверхах розміщуються виробничі приміщення з антресоллю та прибудова з адміністративно-побутовими приміщеннями.

Виробнича частина складається з таких приміщень: складальний цех з дільницею вібростенду та дільницею термобарокамери, склад ЕРІ, дільниця приладового виробництва, слюсарна дільниця, дільниця обклеювання та заливки компаунда. На позначці 4.200 розташована антресоль для дільниці комплексних електровипробувань з камерою радіочастотних випробувань та пультом.

На першому поверсі адміністративно-побутової частини розміщуються: блок побутових приміщень, їдальня, технічні та допоміжні приміщення.

На другому поверсі адміністративно-побутової частини розміщуються: приміщення адміністративно-керівного персоналу, приміщення конструкторського відділу, переговорна, технічні та допоміжні приміщення.

На відм. 9.020 в осях 21–23, А1–Б розташоване технічне приміщення для вентиляційного обладнання.

Складальний цех обладнаний підвісним краном вантажопідйомністю 3,0 т. Виробнича частина (крім приміщень слюсарної дільниці та дільниці обклеювання і заливки компаунда) відокремлена від адміністративно-побутової частини обдувальним тамбуром, оскільки має вимоги щодо чистоти — 8 клас чистоти повітря. Слюсарна дільниця відокремлена від виробничої частини шлюзом передачі матеріалів.

Головний вхід розташований по осі А, 18–19.

У побутових приміщеннях запроєктовано наступне:

- у гардеробних передбачені місця для чищення взуття, гоління, сушіння волосся.

– у будівлях слід передбачати приміщення для зберігання, очищення та сушіння прибирального інвентарю, обладнані системами гарячого та холодного водопостачання і, як правило, суміжні з туалетами. площу цих приміщень слід брати з розрахунку 0,8 м на кожні 100 м площі поверху, але не менше 4 м.

Виробництво виробів з ПКМ розташоване в осях 5-17, Б-Д. Загальна кількість співробітників — 58 осіб (за штатним розкладом).

Виробнича частина одноповерхова, складається з таких приміщень: Складські приміщення, токарний і фрезерний цехи, цех ерозійної обробки, цех шліфування, цех зварювання металевих конструкцій, цех нанесення захисних покриттів, цех підготовки форм, цех просочення, цех проекційного укладання, цех розкрою на плоттері, автоклавна, дільниця є у намотування, дільниця екструзії, дільниця РТМ, дільниця обрізки, приміщення вихідного контролю, приміщення видачі готової продукції із зоною стоянки електронавантажувачів, приміщення лабораторії та інші допоміжні й технічні приміщення.

Над виробничими приміщеннями в осях 5-15, Е-К розміщений підвісний кран вантажопідйомністю 5,0 т.

Будівля адміністративно-побутових приміщень двоповерхова.

На першому поверсі адміністративно-побутової частини розміщуються вестибюлі, сходові клітки, пост охорони та медичний кабінет з допоміжними приміщеннями. На другому поверсі розміщуються побутові, технічні та допоміжні приміщення.

Головний вхід розташований по осі Б, 15-16.

У побутових приміщеннях запроєктовано наступні приміщення:

- при гардеробних: комори для спецодягу (чистого та брудного), вбиральні, місця для чищення взуття, гоління та стрижки волосся ;
- приміщення для зберігання, очищення та сушіння прибирального інвентарю — не менше 4 м².
- душова для групи 3 «б» повинна мати наскрізний прохід;
- приміщення для відпочинку з розрахунку 0,02 м² на особу.

1.2 Об'ємно-просторові та архітектурно-художні рішення

Об'ємно-просторові рішення базуються на формуванні єдиного комплексу об'єктів промислового парку.

Архітектурно-художні рішення прийняті з урахуванням застосування індустріальної будівельної технології. Швидкокомтований металевий каркас, зовнішні стіни з навісних сендвіч-панелей, плоска покрівля є «аскетичною» основою для створення зовнішнього вигляду будівлі. Художні якості досягаються поєднанням глухих поверхонь з вітражами, а також включенням кольорових фрагментів фасадів.

Кольорове рішення фасадів базується на поєднанні ахроматичних тонів (білого, сірого) з елементами фірмового кольору і відповідає корпоративному стилю.

Художні акценти зосереджені на входних елементах будівлі. Оздоблення зовнішніх огорожувальних конструкцій — металеві облицювальні касети».

Цоколь будівлі виконаний з керамогранітної плитки сірого кольору.

Кольорове рішення представлено на аркушах графічної частини.

Огородження пандусів і ганків виконані з металевих елементів індивідуального виготовлення. Огородження внутрішніх маршів і майданчиків сходів виконані з металевих елементів висотою 1,2 м.

Композиційні прийоми базуються на традиціях конструктивізму в будівництві виробничих комплексів.

Колірна схема скомпонована з урахуванням горизонтального розміщення стінових панелей.

Стіни, перегородки «чистих» приміщень у виробництві апаратури для дистанційного зондування оздоблені модульними конструкціями чистих приміщень виробництва товщиною 60 мм. Модульна конструкція виробництва складається з окремих панелей, які щільно з'єднуються в єдину конструкцію завдяки запатентованій системі кріплень. Герметичність усієї конструкції забезпечується завдяки силіконовій ізоляції. Панелі виготовляються на

замовлення. Передбачена можливість демонтувати окрему панель без розбирання інших частин конструкції, що дозволяє обслуговувати та модернізувати приміщення. Товщина панелей 59 мм. Металеві панелі складаються з двох сталевих листів товщиною 1 мм, між якими знаходиться ізоляція з мінеральної вати. Сталеві листи мають тришарове покриття: фосфатований шар, шар хромування та фінішне фарбування термостійкою епоксидною фарбою.

Матеріал підлоги в кабінетах — пінолекс комерційний антистатичний без тепло- та звукоізоляційного шару.

У технічних приміщеннях — зміцнювальне просочення для бетонних підлог у два шари або аналог.

В адміністративно-побутовій частині підлоги тамбурів, коридорів, майданчиків камер, санвузлів, їдальні, приміщень медпункту, гардеробів, комор обробити керамічною плиткою.

Підлоги виробничих і складських приміщень у виробництві електропровідної продукції, електронних модулів, приладових блоків — іскробезпечне безусадочне непилове покриття або аналог.

Підлоги виробничих і складських приміщень У виробництві пінополіетиленових матеріалів — зміцнювальне просочення для бетонних підлог у два шари або аналог.

Облицювання зовнішніх ганків головних входів-плити облицювальні нековзні гранітні для ганків. Решта ганків-бетонні.

1.5 Архітектурні рішення, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей

Для приміщень, де постійно перебувають люди, передбачено бічне, верхнє та комбіноване природне освітлення.

При виборі раціональних об'ємно-планувальних рішень для приміщень приладової частини , складу ЕРІ, термостатної частини, компоундної частини, приміщень складання та пакування застосовано природне освітлення через.

Розряд і підрозряд зорової роботи офісних приміщень Б-1, Б-2. Тривалість інсоляції приміщень не нормується.

1.6 Архітектурно-будівельні заходи, що забезпечують захист приміщень від шуму, забруднення та інших шкідливих впливів

Для захисту від шуму передбачено звукоізоляцію в огорожувальних конструкціях перекриттів і перегородок.

1.7 Евакуація людей, пожежна безпека

Захист людей на шляхах евакуації забезпечується комплексом об'ємно-планувальних, планувальних, конструктивних, інженерно-технічних та організаційних заходів.

Для кожного виробництва передбачені окремі евакуаційні виходи. Ширина евакуаційних виходів назовні прийнята не менше 0,9 м, і 1,2 м для головних входів. Ширина пожежних маршів, евакуаційних виходів з пожежних камер у вестибюль прийнята не менше 1,2 м. Ширина коридорів прийнята не менше 1,5 м.

Для виробництва електрокабельної продукції, електронних модулів, приладових блоків передбачено шість евакуаційних виходів, розташованих по периметру: по осі А, 24-25, по осі 28, А-Б, по осі 28, В-Г, по осі 28, Ж-И, по осі 28, И-К, по осі К. Виходи по осі А, 26-27 службові.

Евакуація приміщень другого поверху здійснюється через три звичайні сходові клітки

На другому поверсі з приміщення категорії А фарбоприготувальної дільниці (30) передбачено евакуаційний вихід на сходи 3-го типу з ухилом 2:1 для одиночного робочого місця. Приміщення категорії А фарбоприготувальної, малярної (30) з дільницею термостатної (29) мають один евакуаційний вихід для 4-х осіб.

У виробничій частині відстань по шляхах евакуації від дверей найбільш віддалених приміщень до виходу назовні або пожежної клітки не перевищує 60 м, для приміщень категорії А – 40 м. В адміністративно-побутовій частині відстань по шляхах евакуації від дверей найбільш віддалених приміщень (розташованих між сходовими клітками або зовнішніми виходами) до виходу назовні або сходової клітки не перевищує 60 м. Для виробництва апаратури для дистанційного зондування передбачено два рознесених евакуаційних виходи: по осі А, 18-19, по осі А1,21-22. Приміщення електрощитової та теплового пункту з водомірним вузлом мають окремі виходи назовні.

Евакуація приміщень другого поверху адміністративно-побутової прибудови здійснюється через звичайні сходові клітки типу / 1 з однією сходовою кліткою типу 3-20. Евакуація з внутрішніх поверхів у виробничій частині здійснюється по одній відкритій сталевій драбині. При цьому відстань від найвіддаленішої точки до евакуаційного виходу з урахуванням довжини евакуаційного шляху по сходах 2-го типу не перевищує 60 м.

Для виробництва виробів з ПКМ передбачено чотири рознесених евакуаційних виходи: по осі Б, 10-11, по осі Б, 15-16, по осі К, 16-17, по осі К, 7-8. Приміщення теплового пункту з водомірним вузлом має окремий вихід назовні. У виробничій частині відстань по шляхах евакуації від найбільш віддаленого робочого місця в приміщенні до найближчого евакуаційного виходу назовні не перевищує 100 м (щільність евакуаційного потоку менше 1 осіб./м²). Відстань від дверей найбільш віддалених приміщень до найближчого виходу назовні не перевищує 120 м, 30 м для тупикового коридору (щільність евакуаційного потоку менше 2 осіб./м²). Евакуація приміщень другого поверху адміністративно-побутової прибудови здійснюється через дві звичайні сходові клітки типу /1. При цьому відстань по шляхах евакуації від дверей найбільш віддалених приміщень (розташованих між сходовими клітками) до виходу на сходову клітку не перевищує 60 м.

Для виробництва пінополіетиленових матеріалів передбачено три рознесених евакуаційних виходи: по осі 1, Б-В, по осі Б, 3-4, по осі К, 4-5.

У виробничій частині відстань по шляхах евакуації від найбільш віддаленого робочого місця в приміщенні до найближчого евакуаційного виходу назовні не перевищує 100 м (щільність людського потоку менше 1 люд.м²).

Евакуація приміщень другого поверху адміністративно-побутової прибудови здійснюється по одній сходовій клітці типу П1, оскільки кількість евакуйованих не перевищує 20 осіб, а площа поверху менше 300м². При цьому відстань по шляхах евакуації від дверей найбільш віддалених приміщень до виходу на сходову клітку не перевищує 30 м. Вихід на сходову клітку обладнаний дверима 2-го типу. Конструктивні рішення прийняті відповідно до ступенів вогнестійкості всіх елементів несучих та огорожувальних конструкцій і відповідають межах вогнестійкості та поширення вогню. Будівля розділена на два пожежні відсіки протипожежною стіною 1-20 типу між осями 17–18. У пожежному відсіку в осях 1-17, Б-К прибудови адміністративно-побутових приміщень відокремлені від виробничої частини протипожежними перегородками 1-го типу з вогнезахистом колон та інших несучих елементів до показника межі вогнестійкості REI45. У пожежному відсіку в осях 18-28, А-К вбудовані адміністративно-побутові приміщення відокремлені від виробничої частини протипожежними перегородками 1-20 типу та перекриттями 2-го типу. Колони обшиті ГКЛ «Кнауф» у два шари, інші несучі елементи покриваються тонкошаровим вогнезахистом.

Приміщення різних категорій пожежної небезпеки відокремлюються одне від одного, а також ці приміщення від приміщень категорій В4, Г і Д і коридорів протипожежними перегородками 1-го типу та протипожежними перекриттями 3-го типу.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1 Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівлі, включаючи її просторову схему, прийняту при виконанні розрахунків будівельних конструкцій

Конструктивні рішення будівлі та споруд прийняті відповідно до технологічних, архітектурних та планувальних рішень з урахуванням інженерно-геологічних умов будівельного майданчика.

Будівлі та споруди спроектовані відповідно до вимог будівельних, протипожежних та санітарно-гігієнічних норм і правил. За основу конструктивних рішень будівлі прийнято: металевий каркас, монолітні перекриття з литою опалубкою. Конструктивна схема будівлі — каркасна. Колони та балки — металеві конструкції. Перекриття — монолітні залізобетонні плити на сталевій балковій клітці зі знімною опалубкою. Покриття — профільований настил на металевих прогонах. Покрівля — плоска, комбінована, з мінераловатним утеплювачем із базальтового волокна.

Фундаменти — монолітний залізобетонний ростверк на забивних палях. Основою для підлог слугує монолітна залізобетонна плита на пальовій основі.

Розрахункові схеми каркаса будівлі прийняті у просторовій постановці задачі. Відповідно до технічного завдання виконано розрахунок каркасів будівель з урахуванням таких видів навантажень:

- власна вага конструкцій;
- постійні та тимчасові навантаження на перекриття;
- вітрові навантаження;
- снігові навантаження;
- навантаження від кранів.

Як кінцевих елементів були прийняті стрижневі елементи, переріз яких відповідає конструктивним схемам. Варіанти з'єднання стрижневих елементів

(шарнір, жорстке з'єднання та жорстка вставка) відповідають фактичним кріпленням елементів

Опис та обґрунтування технічних рішень, що забезпечують необхідну міцність, стійкість, просторову незмінність будівель та споруд об'єкта капітального будівництва в цілому, а також їх окремих конструктивних елементів, вузлів, деталей у процесі виготовлення, перевезення, будівництва та експлуатації об'єкта капітального будівництва

Міцність, стійкість та просторова незмінність будівель і споруд забезпечуються необхідною несучою здатністю і жорсткістю несучих конструкцій, жорсткими вузлами рам каркасів, зв'язками та жорсткістю дисків перекриттів і покриттів.

Загальна геометрична стійкість будівлі в поздовжньому та поперечному напрямках забезпечується жорстким кріпленням у фундаменті, зв'язками по колонах.

Просторова стійкість будівель забезпечується дисками перекриттів і покриттів. Міцність елементів будівель забезпечується несучою здатністю конструкцій на відповідні навантаження та їх поєднання, прийняті в розрахункових схемах.

2.2 Компонування конструктивної схеми каркаса

Конструктивну схему каркаса будівлі формуємо відповідно до вихідних даних та з урахуванням технічних, експлуатаційних та економічних вимог, що висуваються до каркасів виробничих будівель.

2.2.1 Розбивка сітки колон

Приймається крок колон 6 м.

Прив'язка зовнішньої грані колони крайнього ряду до поздовжньої осі будівлі. У торцях будівлі колони зміщуються до модульної сітки на 500 мм для

зручності оформлення кутів будівлі стандартними стіновими панелями, що мають модульний розмір 6 м.

2.2.2 Улаштування зв'язків

Зв'язки — це важливі елементи сталевого каркаса, які необхідні для виконання таких вимог:

- забезпечення незмінності просторової системи каркаса та стійкості його стиснутих елементів;
- прийняття та передача на фундаменти деяких навантажень (вітрових, горизонтальних від кранів)
- забезпечення спільної роботи поперечних рам при місцевих навантаженнях (наприклад, кранових);
- створення жорсткості каркаса, необхідної для забезпечення нормальних умов експлуатації;
- забезпечення умов високоякісного та надійного монтажу.

Зв'язки поділяються на зв'язки між колонами та зв'язки по покриттю.

Вертикальні зв'язки між основними колонами нижче рівня балок кранових колій слід розташовувати по можливості в середині або близько середини температурного блоку. Призначаємо вертикальні зв'язки по колонах в осях 8-9, 23-24 близько середини кожного температурного блоку.

Жорсткість торцевих стін-системою вертикальних зв'язків в осях Г-Д.

Призначення зв'язків між колонами:

- створення поздовжньої жорсткості каркаса, необхідної для його нормальної експлуатації, оскільки поздовжня конструкція будівлі сама по собі не має достатньої жорсткості;
- забезпечення стійкості колон;
- прийняття вітрового навантаження, що діє на торцеві стіни будівлі.

Зв'язки по покриттю. Жорсткість покриття забезпечується системою горизонтальних зв'язків і прогонами покриття. Кріплення зв'язків слід здійснювати на болтах класу точності В.

2.3 Статичний розрахунок конструктивної схеми

Для визначення внутрішніх зусиль у елементах рами (M , N , Q) необхідно встановити її розрахункову схему, зібрати навантаження, що діють на неї, та виявити несприятливі комбінації розрахункових зусиль для найбільш характерних перетинів колони.

2.3.1 Вибір розрахункової схеми рами

Для розрахунку поперечної рами її конструктивну схему приводять до розрахункової, в якій встановлюють довжини всіх елементів рами та окремих їх частин з відповідними перерізами. При цьому дотримуються таких правил:

- 1 за осі стрижнів, що замінюють колони, умовно приймають лінії центрів тяжіння перерізів колон, але оскільки їхнє положення заздалегідь невідоме, то осі стрижнів направляють по геометричних осях перерізів колон;
- 2 за геометричну вісь ригеля приймають позначку низу балки покриття.

2.3.2 Визначення навантажень на каркас будівлі

Основними характеристиками навантажень є їхні нормативні (базові) значення.

У разі необхідності врахування впливу тривалості навантажень, при перевірці на витривалість та в інших випадках, передбачених у нормах проектування конструкцій та фундаментів, крім того, встановлюються знижені нормативні значення навантажень від ваги, тварин, обладнання на перекриття

житлових, громадських та сільськогосподарських будівель, від мостових та підвісних кранів, снігових, температурних кліматичних впливів.

Розрахункове значення навантаження слід визначати як добуток його нормативного значення на коефіцієнт надійності за навантаженням f , що відповідає розглянутому граничному стану. Мінімальні значення коефіцієнта надійності f визначаються таким чином:

а) при розрахунку за граничними станами 1-ї групи:

- для металевих конструкцій $\gamma f = 1,05$;
- для металевих конструкцій, у яких зусилля від власної ваги перевищують 50% загальних зусиль, слід приймати $\gamma f = 1,1$;
- бетонні конструкції (зі середньою щільністю вище 1600 кг/м^3), залізобетонні, кам'яні, армокам'яні, дерев'яні — $\gamma f = 1,1$;
- бетонні конструкції (зі середньою щільністю 1600 кг/м^3 і менше), ізоляційні, вирівнювальні та оздоблювальні шари (плити, матеріали в рулонах, засипки, стяжки тощо), що виконуються на будівельному майданчику — $\gamma f = 1,3$.

б) при розрахунку за граничними станами 2-ї групи-приймаються рівними одиниці, якщо в нормах проектування конструкцій та основ не встановлено інших значень.

Розрахункові значення кліматичних навантажень і впливів (снігові та вітрові навантаження, впливи вітру, температури та ін.) допускається призначати в установленому порядку на основі аналізу відповідних кліматичних даних для місця будівництва.

При розрахунку конструкцій та фундаментів для умов зведення будівель і споруд розрахункові значення снігових, вітрових, вітро-снігових навантажень та температурних кліматичних впливів слід знижувати на 20%.

Залежно від тривалості дії навантажень слід розрізняти:

- постійні навантаження P_d ;
- тимчасові навантаження (тривалі P_l , короточасні P_t , особливі P_s).

Навантаження, що виникають під час виготовлення, зберігання та перевезення конструкцій, а також під час зведення споруд, слід враховувати в розрахунках як короточасні навантаження.

До постійних навантажень P_d слід відносити:

- а) вагу частин споруд, у тому числі вагу несучих та огорожувальних будівельних конструкцій;
- б) вагу та тиск ґрунтів (насипів, засипок), гірський тиск;
- в) гідростатичний тиск.

Збережені в конструкції або фундаменті зусилля від попереднього напруження слід враховувати в розрахунках як зусилля від постійних навантажень.

До тривалих навантажень слід відносити:

- а) вагу тимчасових перегородок, підливok і підбетонok під обладнання;
 - б) вагу стаціонарного обладнання: верстатів, апаратів, двигунів, ємностей, трубопроводів з арматурою, опорними частинами та ізоляцією, конвеєрів, постійних підйомних машин з їх канатами та напрямними, а також вагу рідин і твердих тіл, що заповнюють обладнання; розрідження повітря, що виникає під час вентиляції шахт;
 - в) навантаження на перекриття від матеріалів, що складуються, та стелажного обладнання у складських приміщеннях, холодильних камерах, зерносховищах, книгосховищах, архівах та подібних приміщеннях;
 - д) температурні технологічні впливи від стаціонарного обладнання;
 - е) вага шару води на плоских водонаповнених покриттях;
 - ж) вага відкладень виробничого пилу, якщо не передбачені відповідні заходи щодо його видалення;
- 3) знижені навантаження від будь-якого обладнання на перекриття в у житлових, громадських та сільськогосподарських будівель, від мостових та підвісних кранів, снігових, температурних та кліматичних впливів;
- і) коливання, зумовлені деформаціями основи, що не супроводжуються корінною зміною структури ґрунту, а також відтаванням вічномерзлих ґрунтів;

к) впливи, зумовлені зміною вологості, усадкою та повзучістю матеріалів.

До короткочасних навантажень слід відносити:

а) навантаження від обладнання, що виникають у пуско-зупинному, перехідному та випробувальному режимах, а також під час його перестановки або заміни;

б) вагу будь-яких ремонтних матеріалів у зонах обслуговування та ремонту обладнання;

в) навантаження від людей, тварин, обладнання на перекриття житлових, громадських та сільськогосподарських будівель з повними нормативними значеннями, крім навантажень, зазначених у 2.1, а, б, г, д;

2) навантаження від рухомого підйомно-транспортного обладнання (навантажувачів, електрокарів, кранів-штабелерів, тельферів, а також мостових і підвісних кранів з повним нормативним значенням), включаючи вагу вантажів, що транспортуються;

д) навантаження від транспортних засобів;

е) кліматичні (снігові, вітрові, температурні та ожеледні) навантаження.

До особливих навантажень слід відносити:

а) сейсмічні впливи;

б) вибухові впливи;

в) навантаження, що викликаються різкими порушеннями технологічного процесу, тимчасовою несправністю або поломкою обладнання;

2) впливи, зумовлені деформаціями основи, що супроводжуються корінною зміною структури ґрунту (наприклад, при замочуванні осідаючих ґрунтів) або осіданням його в районах гірничих виробок та в карстових;

д) навантаження, зумовлені пожежею;

е) навантаження від зіткнень транспортних засобів з частинами споруди

Розрахункові значення особливих навантажень встановлюються у відповідних нормативних документах або в завданні на проєктування.

Нормативні значення рівномірно розподілених тимчасових навантажень на плити перекриття в побутових приміщеннях (гардеробних, умивальних тощо) промислових підприємств згідно з [14] дорівнюють 2,0 кПа. Оскільки повне нормативне значення дорівнює 2 кПа, то згідно з [14] коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma f = 1,2$.

Розрахункове рівномірно розподілене навантаження на балку перекриття від рівномірно розподіленого навантаження дорівнює:

$$\begin{aligned} Pt &= Pt \gamma f i B = 1,2 \cdot 2,06 = 14,4 \text{ кН/м}, \\ 0,35 \cdot Pt &= 0,35 \cdot 14,4 = 5,04 \text{ кН/м} - , \\ \gamma f &= 1,2 - \\ B &= 6 \text{ м} \end{aligned}$$

Схема дії рівномірно розподілених навантажень наведена на рис. 2.1.

Параметри підвісного крана вантажопідйомність $Q = 5 \text{ т}$.

Характеристики крана:

- проліт крана $L_{cr} = 15 \text{ м}$;
- повна довжина $L = 18 \text{ м}$;
- довжина консолей $L = 1,5 \text{ м}$;
- $A_{\min} = 900 \text{ мм}$;
- ширина підвісного крана $B = 2100 \text{ мм}$;
- $b = 1050 \text{ мм}$;
- $h = 2240 \text{ мм}$;
- $h_1 = 720 \text{ мм}$;
- навантаження на колію від колеса $F = 8,95 \text{ кН}$;
- навантаження на колію від візка $F_{п, \text{тах}} = 17,9 \text{ кН}$;
- конструктивна маса — $G_c 3,28 \text{ т} = 32,8 \text{ кН}$;
- номер профілю — 36М;
- вантажопідйомність $Q = 5 \text{ т} = 50 \text{ кН}$;
- режим роботи — 3К.

Мінімальний тиск від одного колеса кранового моста

$$F_{n, \min} = (Q + G_c) / 2 - F_{n, \max} = (50 + 32,8) / 2 - 17,9 = 2,8 \text{ кН}.$$

Нормативне значення горизонтального навантаження, спрямованого поперек кранової колії та викликаного гальмуванням електричного візка, слід приймати рівним 0,05 суми підйомної сили крана та ваги візка для кранів з гнучким підвісом вантажу. Це навантаження слід враховувати при розрахунку поперечних рам будівель і балок кранових колій. При цьому приймається, що навантаження передається на одну сторону (балку) кранової колії, розподіляється порівну між усіма колесами крана, що спираються на неї, і може бути спрямовано як всередину, так і назовні розглянутого прольоту.

Нормативне горизонтальне навантаження від гальмування візка крана з вантажем, що передається через одне колесо кранового моста, дорівнює:

$$Hn = 0,05(Q + Gn)/n = 0,05(50 + 17,9)/2 = 1,70 \text{ кН}$$

($n = 2$ — кількість коліс на одній стороні кранового моста; 0,05 — для кранів з гнучким підвісом вантажу).

Горизонтальні навантаження від гальмування візка крана та бічні сили вважаються прикладеними в місці контакту ходових коліс крана з рейкою.

Коефіцієнт надійності за навантаженням для кранових навантажень слід приймати рівним $\gamma_f = 1,2$ для всіх режимів роботи.

Розрахункове короткочасне вертикальне навантаження на колони одного крана:

$$D_{\max} = \gamma_f \cdot F_{\eta, \max} \cdot \sum y_i = 1,28,95 - 1,85 = 19,87 \text{ кН};$$

$$D_{\min} = \gamma_f \cdot F_{\eta, \min} \cdot \sum y_i = 1,22,81,85 = 6,22 \text{ кН},$$

де $\sum y_i$ — сума ординат з епюри розподілу навантаження.

Горизонтальне навантаження від кранів-гальмування кранів. Сила T прикладена в місці кріплення верхньої полиці підкранової балки до стійки рами (1000 мм-висота підкранової балки). Горизонтальне кранове навантаження від двох кранів на колону при поперечному гальмуванні дорівнює: $T = \gamma_f \cdot Hn \sum y_i = 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1,85 = 13,62 \text{ кН}$.

Горизонтальний тиск на ригель передається через підкранові балки, встановлені з ексцентриситетом відносно осі ригеля, внаслідок чого виникають кранові моменти, на які розраховують раму:

$$m_{1,2} = T \cdot ek_1 = 13,620,72 = 9,81 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$m_{3,4} = T \cdot ek_3 = 13,620,35 = 4,77 \text{ кН}.$$

Розрахункові схеми від горизонтального кранового навантаження наведені на рисунку.

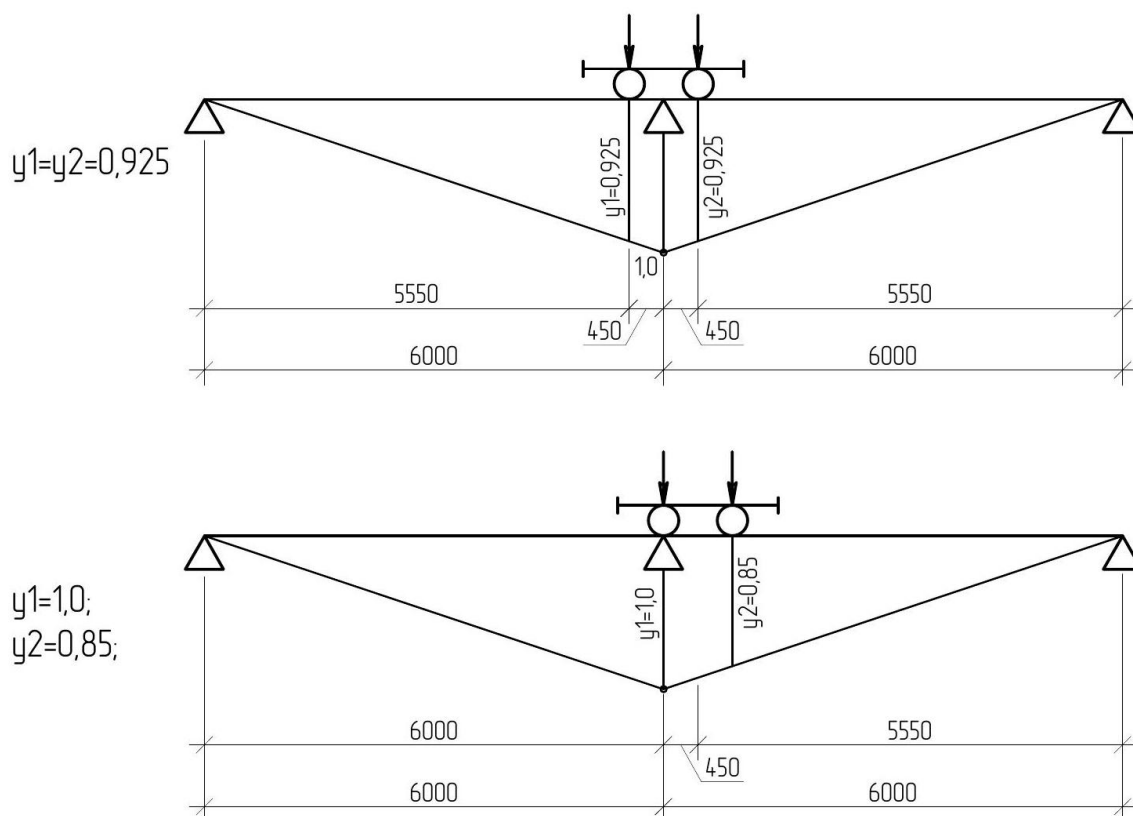


Рисунок 2.1 – Схема розподілу навантажень від крана

Нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття слід визначати за формулою:

$$S_o = 0,7 \mu S_g = 0,7 \cdot 2,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,68 \text{ кПа};$$

$$S_o = 0,7 \cdot S_o = 0,7 \cdot 1,68 = 1,176 \text{ кПа};$$

$\mu = 1$ — коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття;

$S_q = 180 \text{ кг}$ — вага снігового покриву на 1 м^2 горизонтальної поверхні землі.

0,7 — тривале навантаження-знижене навантаження від короткочасного з коефіцієнтом 0,7 для районів із середньою температурою січня не менше 5°C і нижче.

Розрахункове рівномірно розподілене навантаження на ригель від снігу дорівнює:

$$q = S_o \gamma f \cdot B = 1,41,68.6 = 14,112 \text{ кН/м-короткочасне навантаження,}$$

$$q = S_o \gamma f \cdot B \cdot 1,40,886 = 9,89 \text{ кН/м — тривале навантаження,}$$

де $\gamma f = 1,4$ — коефіцієнт надійності за сніговим навантаженням.

$B = 6 \text{ м}$ — крок колон.

Нормативне значення вітрового навантаження w слід визначати як суму середньої w_m і пульсаційної w_p складових

$$w = w_m + w_p. \quad (2.1)$$

При визначенні внутрішнього тиску w_i пульсаційну складову вітрового навантаження допускається не враховувати.

Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження w_m залежно від еквівалентної висоти z_e над поверхнею землі слід визначати за формулою

$$w_m = w_o \cdot k_{(z_e)} \cdot c,$$

де $w_o = 0,38 \text{ кПа}$ — нормативне значення вітрового навантаження для III вітрового району. Приймається за [14];

$k_{(z_e)}$ — коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску для висоти z_e . Приймається згідно з [14] для типу місцевості В (міські території, лісові масиви та інші місцевості, рівномірно вкриті перешкодами висотою понад 10 м). Еквівалентна висота z_e визначається як $z_e = h$, м. к. h_{sd} ,

$h = 7,2 \text{ м}$ — висота будівлі по осі К до низу конструкцій; $h = 7,13 \text{ м}$ — по осі Б до низу конструкцій;

$d = 42,7 \text{ м}$ — розмір будівлі (без урахування стилобатної частини) у напрямку, перпендикулярному розрахунковому напрямку вітру (поперечний розмір);

с-аеродинамічний коефіцієнт: навітряна стіна — 0,8; підвітряна стіна — 0,5.

Розрахункове значення середньої складової вітрового навантаження $q(\text{розр.}) = \gamma f \cdot w_{ok}(z_e) \cdot c(e)$. Визначимо методом лінійної інтерполяції значення $k(z_e)$ для висоти:

$$\begin{aligned} +7,13 \text{ м: } k(7,13) &= ((0,65 - 0,5)/5) \cdot (7,13 - 5,0) + 0,5 = \\ 0,564; +7,20 \text{ м: } k(7,2) &= ((0,65 - 0,5)/5) \cdot (7,20 - 5,0) + 0,5 = 0,566; \\ +8,375: k(8,375) &= ((0,65 - 0,5)/5) \cdot (8,375 - 5,0) + 0,5 = \\ 0,601; +8,46: k(8,46) &= ((0,65 - 0,5)/5) \cdot (8,46 - 5,0) + 0,5 = 0,604; \end{aligned}$$

Найбільші розрахункові значення вітрового тиску на поверхні стін на всіх відмітках 0 мм. +5,000:

$$\text{з навітряного боку } q(1) = \gamma \cdot w \cdot k(5,0) \cdot c(e) = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0,21 \text{ кН/м}^2;$$

$$\text{з підвітряного боку } q'(1) = \gamma f \cdot w \cdot k(5,0) \cdot c(e) = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,13 \text{ кН/м}^2.$$

0 мм. +10,000:

$$\text{з навітряного боку } q(2) = \gamma f \cdot w \cdot k(10,0) \cdot c(e) = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,277 \text{ кН/м}^2;$$

$$\text{з підвітряного боку } q'(2) = \gamma f \cdot w \cdot k(10,0) \cdot c(e) = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,65 \cdot 0,5 = 0,17 \text{ кН/м}^2.$$

0 мм. +7,130:

$$\text{з навітряного боку } q(3) = \gamma f \cdot w_{ok}(7,13) \cdot c(e) = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,564 \cdot 0,8 = 0,24 \text{ кН/м}^2;$$

$$\text{з підвітряного боку } q'(3) = \gamma f \cdot w \cdot k(7,13) \cdot c(e) = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,564 \cdot 0,5 = 0,15 \text{ кН/м}^2.$$

0 мм. +7.200:

$$\text{з навітряного боку } q(4) = \gamma \cdot w_0 \cdot k(7,20) \cdot c(e) = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,566 \cdot 0,8 = 0,241 \text{ кН/м}^2;$$

$$\text{з підвітряного боку } q'(4) = \gamma f \cdot w_0 \cdot k(7,20) \cdot c(e) = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,566 \cdot 0,5 = 0,151 \text{ кН/м}^2.$$

0 мм. +8,375:

з навітряного боку $q(4) = \gamma f \cdot w \cdot k(8,375) \cdot (e) = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,601 \cdot 0,8 = 0,256 \text{ кН/м}^2$;

з підвітряного боку $q(4) = \gamma f \cdot w_0 \cdot k(8,375) \cdot c(e) = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,601 \cdot 0,5 = 0,160 \text{ кН/м}^2$.

0 мм. +8,460:

з навітряного боку $q(4) = \gamma \cdot w_0 \cdot k(8,46) \cdot (e) = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,604 \cdot 0,8 = 0,257 \text{ кН/м}^2$;

з підвітряного боку $q(4) = \gamma f \cdot w \cdot k(8,46) \cdot c(e) = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,604 \cdot 0,5 = 0,161 \text{ кН/м}^2$.

Наведемо розрахункове рівномірно розподілене навантаження у горизонтальному напрямку, зосереджене на відмітках +7,130 по осі Б та на відмітці +7,200 по осі К:

на відм. +7,130:

з навітряного боку $w_1 = (0,24 + 0,256) \cdot 0,5 \cdot (8,375 - 7,130) \cdot 6 = 1,85 \text{ кН}$;

з навітряного боку $\overline{w_1} = (0,151 + 0,161) \cdot 0,5 \cdot (8,46 - 7,2) \cdot 6 = 1,18 \text{ кН}$;

0 мм. +7,200:

з навітряного боку $w_2 = (0,241 + 0,257) \cdot 0,5 \cdot (8,46 - 7,200) \cdot 6 = 1,88 \text{ кН}$;

з підвітряного боку $\overline{w_2} = (0,15 + 0,16) \cdot 0,5 \cdot (8,375 - 7,13) \cdot 6 = 1,16 \text{ кН}$;

Розрахункова схема вітрового навантаження наведена на рис. 12.

Епюре розрахункових навантажень між відмітками -0,150 і +7,130 – для прольоту по осі Б, -0,150 і +7,200.

Для прольоту по осі К відповідають еквівалентним за моментом В при забиванні стійок рівномірно розподіленим навантаженням з навітряної q_1 і підвітряної $\overline{q_1}$. Дані величини визначимо наступним чином: з навітряного боку по осі Б; з підвітряного боку по осі К; з підвітряного боку по осі Б; з навітряного боку по осі К.

2.3.3 Статичний розрахунок поперечної рами

Мета статичного розрахунку поперечної рами — визначення внутрішніх зусиль від діючих навантажень.

Під час виконання статичного розрахунку, з огляду на великий обсяг навантажень, використовується метод кінцевих елементів, реалізований у програмному комплексі «SCAD».

Назва навантажень:

- 1 — «постійні»;
- 2 — «рівномірно розподілене короткочасне»;
- 3 — «рівномірно розподілене тривале»;
- 4 — «кранова зліва»;
- 5 — «кранова праворуч»;
- 6 — «кранова горизонтальна // праворуч»;
- 7 — «кранова горизонтальна / ліва»;
- 8 — «кранова горизонтальна П праворуч»;
- 9 — «кранова горизонтальна П ліворуч»;
- 10 — «снігова тривала»;
- 11 — «снігова короткочасна»;
- 12 — «Вітер зліва»;
- 13 — «Вітер праворуч». Сили та напруження в елементах, отримані в результаті розрахунку.

2.3.4 Визначення розрахункових комбінацій зусиль

Розрахунки елементів каркаса будівлі повинні виконуватися з урахуванням найбільш несприятливих поєднань навантажень та відповідних їм зусиль. Ці поєднання встановлюються на основі аналізу можливих варіантів одночасної дії різних навантажень. Для цього статичний розрахунок рами проводять окремо для кожного навантаження (снігового, вітрового тощо) або групи навантажень, які не

можуть діяти ізольовано одне від одного (власна вага конструкцій покриття, стін, підкранових балок тощо). Користуючись даними такого розрахунку, для кожного розрахункового перерізу рами знаходять свою комбінацію навантажень, яка створює найбільш несприятливі умови роботи цього перерізу.

Залежно від розглянутого складу навантажень слід розрізняти [14]):

а) основні комбінації навантажень, що складаються з постійних, тривалих і короткочасних $S_m = P_d + (\Psi(1.P_{l1} + \Psi_{l2}.P_{l2} + \Psi(3.P_{l3} \dots)) + (\Psi + 1.P + 1 + \Psi + 2.P + 2 + \Psi + 3.P + 3 \dots);$

$\Psi_{Li} (1,2, 3, \dots,)$ — коефіцієнти поєднань для тривалих навантажень;

$\Psi_{+i} (1,2, 3, \dots)$ — коефіцієнти поєднань для короткочасних навантажень.

Для основних та особливих поєднань навантажень, за винятком випадків, передбачених у нормах проектування споруд у сейсмічних районах та у нормах проектування конструкцій і фундаментів, коефіцієнт поєднання тривалих навантажень визначається таким чином:

– Для рівномірно розподілених тривалих навантажень

$$\Psi(1 = 1,0; \Psi \vee 2 = \Psi \vee 3 = \dots = 0,95,$$

де Ψ_{L1} — коефіцієнт комбінацій, що відповідає основному за ступенем впливу тривалому навантаженню;

Ψ_{l2}, Ψ_{l3} — коефіцієнти поєднання для решти тривалих навантажень: Для кранових навантажень відповідно до вказівок п. 9.19 [2] — приймаємо $\Psi_{l2} = 1$;

Для інших навантажень 1,0.

Для основних поєднань необхідно використовувати наступні значення коефіцієнтів поєднань короткочасних навантажень:

$$\Psi + 1 = 1,0; \Psi + 2 = 0,9, \Psi + 3 = \Psi + 4 = \dots = 0,7,$$

де $\Psi + 1$ — коефіцієнт поєднання, що відповідає основному за ступенем впливу короткочасного навантаження;

Ψ_2 — коефіцієнт поєднання, що відповідає другому короткочасному навантаженню;

$\Psi + 3, \Psi + 4$ — коефіцієнти поєднання для решти короткочасних навантажень.

При розрахунку комбінацій навантажень за одиницю тимчасового навантаження слід брати:

а) навантаження певного виду від одного джерела (тиск або розрідження в ємності, снігове, вітрове, ожеледичне навантаження, температурні кліматичні впливи, навантаження від одного навантажувача, електрокара, мостового або підвісного крана);

б) навантаження від декількох джерел, якщо їх спільна дія врахована в розрахункових значеннях навантаження (навантаження від обладнання, будь-яких матеріалів, що складаються, на одне або кілька перекриттів.

При розрахунку одного крана вертикальні та горизонтальні навантаження від нього необхідно приймати без зменшення. При підсумовуванні зусиль від кранового обладнання в даній групі слід враховувати одночасну дію вертикальних і горизонтальних навантажень (не можна враховувати гальмування кранів без вертикального тиску).

При складанні комбінацій розрахункових зусиль у стовпах рами необхідно виявити в кожному розрахунковому перерізі групи зусиль:

$+M_{\max}, N_{\text{відпов.}}$ — максимальний згинальний момент позитивного значення та відповідна йому поперечна сила;

$-M_{\min}, N_{\text{відпов.}}$ — мінімальний згинальний момент та відповідна йому поздовжня сила;

$N_{\max}, M_{\text{відпов.}}$ — максимальна поздовжня сила та відповідний їй згинальний момент.

Для розрахунку анкерних болтів у нижньому перерізі колони, у вузлі з'єднання основи колони з фундаментом, складають додаткову комбінацію зусиль, здатну створити розтягнення в фундаментних болтах (зазвичай це поєднання постійного та вітрового навантажень). Якщо постійне навантаження розвантажує анкерні болти, то його слід приймати з коефіцієнтом 0,9.

2.5.1 Конструктивний розрахунок

Розрахунок на стійкість елементів суцільного перерізу при центральному стисненні силою N , слід виконувати за формулою:

$$\frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_{y\gamma}} \quad (2.2)$$

Необхідна площа перерізу стрижня колони:

$$A = \frac{N}{\varphi R_{y\gamma}} \quad (2.3)$$

де-коефіцієнт поздовжнього згину, попередньо приймається рівним 0,75. За сортаментом (СТО АСУМ 20-93) приймаємо для стрижня колони мінімальний переріз 20 К 1. Геометричні характеристики:

$$\begin{aligned} W_x &= 392,5 \text{ см}^3; & S_x &= 216,4 \text{ см}^3; & i_x &= 8,54 \text{ см}; \\ |x| &= 3846 \text{ см}^4; & h &= 196 \text{ мм}; & i_y &= 4,99 \text{ см}; \\ b_f &= 199 \text{ мм}; & s &= 6,5 \text{ мм}; & A &= 52,69 \text{ см}^2; \\ t &= 10 \text{ мм}; \end{aligned}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ef, y}}{i_y} = \frac{866,7}{4,99} = 173,7;$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef, x}}{i_x} = \frac{551,95}{8,54} = 64,63;$$

$$\lambda_y = \lambda_y \cdot \sqrt{R_y/E} = 173,7 \cdot \sqrt{230/2,06 \cdot 10} = 5,8.$$

Перевіряємо умову стійкості Для прийнятого стрижня колони 20К1:

$$\frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_{y\gamma c}} = \frac{398,4}{0,226 \cdot 52,69 \cdot 230 \cdot 10} = 1,45 > 1.$$

Тут коефіцієнт поздовжнього вигину $\varphi = 0,226$ підраховано за найбільшою гнучкістю $\lambda_y = 5,8$ для перерізу типу b [12].

Оскільки стійкість не забезпечена, приймаємо наступний профіль 25К1 з геометричними характеристиками:

$$i_x = 10,73 \text{ см};$$

$$i_y = 6,23 \text{ см};$$

$$A = 79,72 \text{ см}^2.$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef, y}}{i_y} = \frac{866,7}{6,23} = 139,1;$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef, x}}{i_x} = \frac{551,95}{10,73} = 51,44;$$

$$\lambda_y = \lambda_y \cdot \sqrt{R_y/E} = 139,1 \cdot \sqrt{230/2,06 \cdot 10} = 4,65.$$

Перевіряємо умову стійкості Для прийнятого стрижня колони 25К1:

$$\frac{N}{\varphi A R_{yc}} = \frac{398,4}{0,359 \cdot 79,72 \cdot 230 \cdot 10} = 0,6 < 1.$$

Тут коефіцієнт поздовжнього згину $\varphi = 0,359$ підраховано за найбільшою гнучкістю $\lambda_y = 4,65$ для перерізу типу b [12].

Гранична гнучкість стрижня основної колони згідно з [12]:

$$[\lambda] = 180 - 60\alpha = 180 - 900,6 = 144,$$

де коефіцієнт α розрахований за формулою:

$$\frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_{yc}} = \frac{398,4}{0,359 \cdot 79,72 \cdot 230 \cdot 10} = 0,6 > 0,5.$$

Перевірка місцевої стійкості елементів стрижня з прокатного профілю типу К не потрібна. Перевіряємо необхідність зміцнення стінки колони поперечними ребрами жорсткості, вони необхідні, якщо $\lambda_w \geq 2,3$, де

$$\lambda_w = \frac{h_{ef}}{t_w} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{198}{8} \cdot \sqrt{\frac{230}{2,06 \cdot 10}} = 0,827.$$

тут $h_{ef} = h - 2(2t_f) = 246 - 2(2 \cdot 12) = 198$ мм — розрахункова висота стінки для прокатного двотавра.

Оскільки $\lambda w < 2,3$ поперечні ребра ставити не потрібно, однак розглядаючи колону як опорний елемент, необхідно зміцнити її стінку не менше, ніж двома поперечними ребрами жорсткості.

Розміри поперечних ребер жорсткості:

$$br = hw/30 + 40 \text{ мм} = 246/30 + 40 = 48,2 \text{ мм};$$

$$tr \geq 2br \cdot \sqrt{R_y/E} = 2 \cdot 48,2 \cdot \sqrt{230/2,06 \cdot 10} = 3,22 \text{ мм}.$$

Відповідно до цих розрахунків можна було б прийняти $b=60$ мм але припускаючи, що деякі з цих ребер будуть використовуватися також як елементи для кріплення вертикальних зв'язків з площини між колонами, слід прийняти $br = 90$ мм і $t=6$ мм.

Поперечні ребра приварюються до колон суцільним двостороннім швом з катетом $k_f=4$ мм,

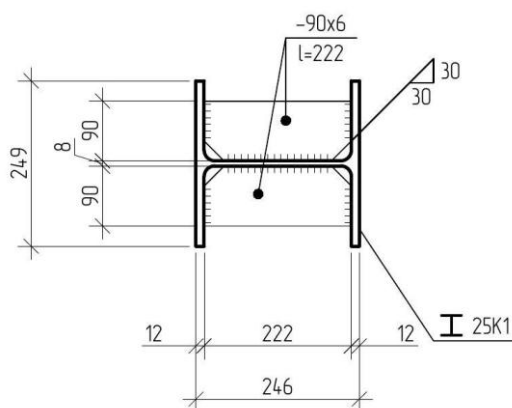


Рисунок 2.2 – Стрижень колони з поперечними ребрами

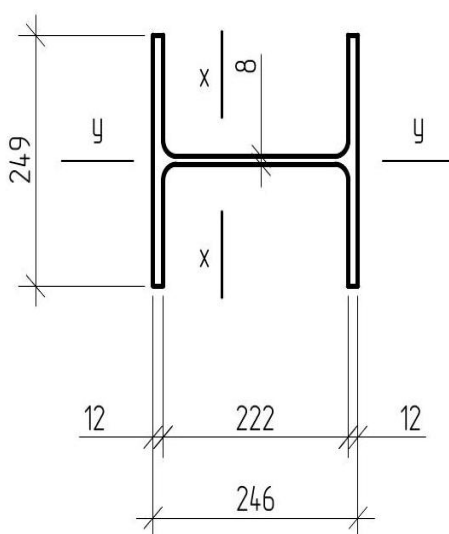


Рисунок 2.3 – Епюри напружень у балці

РОЗДІЛ 3

ПРОЄКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ

Під колони каркасних будівель застосовують фундаменти дрібного закладення (окремі фундаменти) та пальові кушові. Окремі фундаменти не підвищують жорсткість споруди, тому їх зазвичай застосовують у тих випадках, коли нерівномірність осідання не перевищує допустимих значень. Пальові фундаменти влаштовують під колони споруд та опори, що передають значні вертикальні навантаження.

3.1 Завдання на проєктування

На підставі завдання на проєктування розробляють 2 види фундаментів: пальовий із забивних паль, перерізом 300×300 мм, та пальовий із буронабивних паль, перерізом 320 мм. За результатами техніко-економічного порівняння варіантів здійснюють остаточний вибір фундаменту. Необхідні дані (навантаження на обріз фундаменту та ґрунтові умови будівельного майданчика) беруться з таблиці 3.1 — розрахункове поєднання зусиль з розділу 2 «Конструктивні рішення».

Розрахунок основи стовпчастого фундаменту виконують за другою групою граничних станів (за осіданнями), а тіла фундаменту — за I-ою групою.

Розрахунок пальового фундаменту проводять за I-ою групою граничних станів. У випадках, коли пальовий фундамент розташований у слабких ґрунтах, розрахунок основи проводять за другою групою граничних станів.

Таблиця 3.1 – Навантаження на обріз фундаменту

Навантаження на обрізі фундаменту							Перетин колони, мм
1-а комбінація			2-га комбінація			Навантаження від стіни, Nзм., кН	
Nmax, кН	Mвідпов, кНм	Qвідпов., кН	Mmax, кНм	Nвідпов, кН	Qвідпов., кН		
423,31	-38,84	7,23	45,73	375,81	8,56	24,36	I 25K1

3.2 Оцінка інженерно-геологічних умов ділянки будівництва

3.2.1 Дані про топографічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні, метеорологічні та кліматичні умови земельної ділянки, наданої для розміщення об'єкта капітального будівництва

Розріз ґрунтів фундаменту представлений насипними відкладами, алювіальними відкладами, пиловими пісками та гальковими ґрунтами, які підстиляються юрськими твердими глинами.

Товща ґрунтів основи до розвіданої глибини 22,0 м неоднорідна, в її межах виділено 9 інженерно-геологічних елементів:

ІГЕ-1 насипні пілоподібні піски, вологонасичені, пухкі;

ІГЕ-2 суглинки м'якопластичні, слабозаторфовані;

ІГЕ-3 суглинки тугопластичні;

ІГЕ-4 сщпеси текучі;

ІГЕ-5 піски пілоподібні, водонасичені, середньої щільності;

ІГЕ-6 піски пілоподібні середньої крупності, середньої щільності, водонасичені;

ІГЕ-7 галькові ґрунти з піщаним заповнювачем, у середньому 34,2%;

ІГЕ-8 глини тверді.

У межах досліджуваної ділянки до специфічних ґрунтів віднесені насипні пілоподібні піски, потужністю 1,4 – 4,2 м, розкриті з поверхні на всій площі, та м'якопластичні слабкозаторфовані суглинки, потужністю 0,9 – 2,7 м, які залягають під насипними ґрунтами.

Категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями в природному стані та при водонасиченні. Для насипних пілоподібних пісків (ІГЕ-1), м'яко-глинистих суглинків (ІГЕ-2), текучих пісків (ІГЕ-4), пиловатих пісків (ІГЕ-5) та пісків середньої крупності водонасичених (ІГЕ-6) — III, а для галькових ґрунтів (ІГЕ-7), твердих глин (ІГЕ-8) і пісковиків (ІГЕ-9) — II.

У межах майданчика досліджень до небезпечних геологічних та інженерно-геологічних процесів віднесені заболочування та високий (практично на поверхні)

рівень підземних вод. Умовами, що сприяють утворенню боліт на ділянці розвідки, є рівнинний рельєф, переважання глинистих порід, що служать водозатримкою, надмірне зволоження, обумовлене дефіцитом випаровування, та близьке до поверхні залягання ґрунтових вод. Крім атмосферних опадів, значну роль у живленні болота та підтримці максимально високого рівня ґрунтових вод навіть у міженьний період відіграють промислові скиди підприємств. Сучасний стан відведення стоку з майданчика в цілому задовільний.

У зоні сезонного промерзання залягають: насипні пилоподібні піски (ІГЕ-1) і м'якопластичні слабозаторфовані суглинки (ІГЕ-2). За ступенем морозонебезпеки, визначеним розрахунком, вищезазначені ґрунти віднесені до сильнопучистих.

Відносна деформація пучення, визначена для насипних пилюватих пісків (ІГЕ-1) і м'якопластичних слабозаторфованих суглинків (ІГЕ-2) — 7,0–10,0 %.

Одинична дотична сила морозного здимання, визначена для насипних пилюватих пісків (ІГЕ-1) та м'якопластичних слабозаторфованих суглинків (ІГЕ-2), становить 91 кПа.

3.2.3 Дані про міцнісні та деформаційні характеристики ґрунту в фундаменті об'єкта капітального будівництва

ІГЕ-1 — насипні пилоподібні піски, пухкі, водонасичені, розкриті на всій площі від поверхні до глибини 2,2–4,2 м. У зв'язку з неоднорідним складом і пухким станом, характеристики міцності не нормуються.

ІГЕ-2 представлений м'якопластичними слабозаторфованими суглинками, які розкриті на всій ділянці, під насипними ґрунтами, потужністю 1,1 – 3,4 м. Вміст органічних речовин змінюється від 12 до 16%, в середньому становить 15%. При значенні коефіцієнта водонасичення (S_r), що дорівнює 1, дані м'якопластичні суглинки залишаються м'якопластичними, оскільки повністю насичені водою, але показник текучості збільшується з 0,62 до 0,69. Нормативні значення щільності

(ρ), модуля деформації (E), кута внутрішнього тертя (φ) та цілковитого зчеплення (c) ґрунтів у природному стані склали $1,902/\text{см}^3$, $2,96 \text{ МПа}$, 15° та 20 кПа .

ІГЕ-3 представлений тугопластичними суглинками, що залягають на глибині $2,6\text{--}6,2 \text{ м}$, потужністю $0,9\text{--}2,7 \text{ м}$. При значенні коефіцієнта водонасичення (S_r), що дорівнює 1 , ці тугопластичні суглинки набувають м'якопластичної консистенції при середньому показнику текучості $0,67$. Нормативні значення щільності (ρ), модуля деформації (E), кута внутрішнього тертя (φ) та питомого зчеплення (c) ґрунтів у природному стані склали $1,89 \text{ г/см}^3$, $4,07 \text{ МПа}$, 19° і 26 кПа , а при водонасиченні — $1,942/\text{см}^3$, $3,78 \text{ МПа}$, 17° і 24 кПа .

ІГЕ-4 — супіски текучі, залягають на всій площі з глибини $4,5\text{--}7,3 \text{ м}$, потужністю $1,1\text{--}2,7 \text{ м}$. Значення природної щільності (ρ) визначено методом ріжучого кільця і становить $1,902/\text{см}^3$.

Нормативні значення модуля деформації (E) — $3,0 \text{ МПа}$, питомого зчеплення (c) — $4,5 \text{ кПа}$ та кута внутрішнього тертя (φ) — 9° . ІГЕ-5 — піски пілоподібні, водонасичені, середньої щільності. Поширені на всій ділянці, крім частини північної та південно-східної ділянок (свердловини №№ 066 і 067), потужністю $0,7\text{--}1,3 \text{ м}$.

Значення природної щільності (ρ) визначено методом ріжучого кільця і становить $1,92 \text{ г/см}^3$. Нормативні значення модуля деформації (E) — $9,0 \text{ МПа}$, внутрішнього зчеплення (c) — $1,0 \text{ кПа}$ та кута внутрішнього тертя (φ) — 23° .

ІГЕ-6 — піски середньої крупності, середньої щільності, водонасичені. Обмежено поширені на майданчику, зустрічаються у вигляді лінз і прошарків, потужністю $0,4\text{--}1,3 \text{ м}$ у галькових ґрунтах. Значення природної щільності (ρ) визначено методом ріжучого кільця і становить $1,97 \text{ г/см}^3$. Нормативні значення модуля деформації (E) — $26,0 \text{ МПа}$, питомого зчеплення (σ) — $0,5 \text{ кПа}$ та кута внутрішнього тертя (φ) — 33° .

ІГЕ-7 — галькові ґрунти з піщаним заповнювачем від $24,3$ до $42,1 \%$, у середньому — $32,8 \%$. Уламки складаються з магматичних порід, добре окатані, ґрунти насичені водою. Зустрічаються на глибині $8,4\text{--}10,1 \text{ м}$, залягають

товщиною 4,9 – 7,6 м. Нормативні значення щільності (ρ) прийнято $2,202/\text{см}^3$, модуля деформації (E) – 50,0 МПа та кута внутрішнього тертя (φ) – 40° .

Ґрунти ПЕ-8 представлені твердими глинами юрського періоду, які на глибині 14,0–17,1 м підстиляють четвертинні відкладення, розкритою потужністю 1,9 – 5,2 м. При повному водонасиченні ці тверді глини залишаються твердими. Нормативні значення щільності (ρ), модуля деформації (E), кута внутрішнього тертя (φ) та питомого зчеплення (c) твердих глин у природному стані склали $2,052/\text{см}^3$, 6,80 МПа, 21° та 46 кПа.

3.2.4 Рівень ґрунтових вод, їх хімічний склад, агресивність ґрунтових вод і ґрунту щодо матеріалів, що використовуються при будівництві підземної частини об'єкта капітального будівництва

Підземні води на період буріння свердловин виявлено на глибині 0,0–0,2 м від поверхні землі. Встановлений рівень відповідає зафіксованому рівню води.

За ступенем агресивного впливу підземні води визначені як:

- на конструкції з бетону за водневим показником і вмістом агресивного вуглекислоти – слабоагресивні;

- на арматуру залізобетонних конструкцій за вмістом хлоридів при постійному та періодичному зануренні – неагресивні;

- на металеві конструкції, виходячи з водневого показника та сумарної концентрації.

Ступінь корозійної активності підземних вод щодо алюмінієвої та свинцевої

Ґрунти основи не засолені і не агресивні до бетону. Ступінь активності ґрунтів до сталі низький і середній, а до алюмінієвої оболонки – високий.

3.3 Визначення навантажень, що діють на фундамент і основу

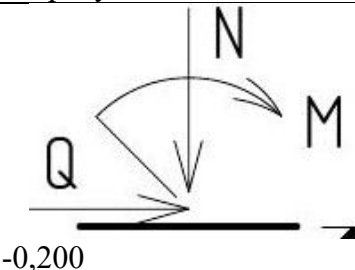
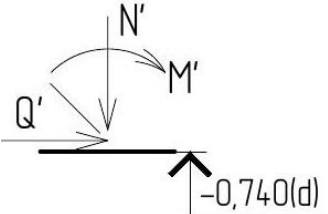
Згідно із завданням на проєктування на обрізі фундаменту (на відмітці — 0,20 м) діють дві найбільш несприятливі комбінації навантажень:

1. $N_{\max}$, $M_{\text{відпов.}}$, $Q_{\text{відпов.}}$, $N_{\min}$;
2. $M_{\max}$, $N_{\text{відпов.}}$, $Q_{\text{відпов.}}$, $N_{\min}$.

Значення цих навантажень наведені для розрахунку за першою групою граничних станів. При розрахунку за другою групою граничних станів значення N , M , Q необхідно поділити на коефіцієнт надійності за навантаженням 1,15, а величину $N_{\text{ст}}$ — на коефіцієнт 1,1.

Збір навантажень здійснюється наступним чином. Для розрахунку тіла фундаменту навантаження приймаються за заданими значеннями.

Таблиця 3.2 – Значення навантажень

Розрахункова схема	Але розрахунок	Комбінація	N , кН	M , кН•м	Q , кН
	Для розрахунку тіла фундаменту за I граничним станом	.	$N_{\max} + N_{\text{см.}} = 423,31 + 24,36 = 447,67$	$M_{\text{відпов.}} - N_{\text{см.}} \cdot a = -38,84 - 24,36 \cdot 0,19 = -43,47$	7,23
			$N_{\text{відпов.}} + N_{\text{см.}} = 375,81 + 24,36 = 400,17$	$-M_{\max} - N_{\text{см.}} \cdot a = -45,73 - 24,36 \cdot 0,19 = -50,36$	-8,56
	Для розрахунку тіла фундаменту за II граничним станом	1	$N_{\max} / 1,15 + N_{\text{см.}} / 1,1 + G = 423,31 / 1,15 + (24,36) / 1,1 + 406,98 + G$	$M_{\text{відпов.}} / 1,15 + Q(d - 0,2) / 1,15 - N_{\text{см.}} / 1,1 = 38,84 / 1,15 + 7,23(0,74 - 0,2) / 1,15 - 24,36 \cdot 0,19 / 1,1 = 41,37$	$Q / 1,15 = 7,23 / 1,15 = 6,29$
			$N_{\text{відпов.}} / 1,15 + N_{\text{см.}} / 1,1 + G = 375,81 / 1,15 + 24,36 / 1,1 + 406,98 + G$	$M_{\max} / 1,15 + Q(d - 0,2) / 1,15 - N_{\text{см.}} / 1,1 = 45,73 / 1,15 + 8,56(0,74 - 0,2) / 1,15 - 24,36 \cdot 0,19 / 1,1 = 48,0$	$-Q / 1,15 = -8,56 / 1,15 = -7,44$

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельних майданчиків, ділянок робіт та робочих місць

Облаштування територій, їх технічна експлуатація повинні відповідати вимогам будівельних норм і правил, державних стандартів, санітарних, протипожежних, екологічних та інших чинних нормативних документів.

Будівельні майданчики та ділянки робіт у населених пунктах або на території організації з метою уникнення доступу сторонніх осіб повинні бути огорожені.

Конструкція захисних огорож повинна відповідати таким вимогам:

1. Висота огорожі виробничих територій повинна бути не менше 1,6 м, а ділянок робіт - не менше 1,2 м;
2. Огорожі, що примикають до місць масового проходу людей, повинні мати висоту не менше 2 м і бути обладнані суцільним захисним козирком;
3. Огорожі не повинні мати отворів, крім воріт і хвіртки, що контролюються протягом робочого часу та замикаються після його закінчення.

Біля в'їзду на будівельний майданчик необхідно встановлювати схему внутрішньобудівельних доріг і проїздів із зазначенням місць складування матеріалів і конструкцій, місць розвороту транспортних засобів, об'єктів пожежного водопостачання тощо.

Внутрішні автомобільні дороги будівельних територій повинні відповідати будівельним нормам і правилам та бути обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху

Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби повинні бути освітлені відповідно до вимог державних стандартів. Освітлення закритих приміщень повинно відповідати вимогам будівельних норм і правил.

Освітленість повинна бути рівномірною, без сліпучого впливу освітлювальних приладів на працюючих. Виконання робіт у неосвітлених місцях не допускається.

Колодязі, шурфи та інші виїмки повинні бути закриті кришками, щитами або огорожені.

Робочі місця та проходи до них, розташовані на перекриттях, покриттях на висоті понад 1,3 м і на відстані менше 2 м від межі перепаду по висоті, повинні бути огорожені захисними або страхувальними огорожами, а при відстані понад 2 м — сигнальними огорожами, що відповідають вимогам державних стандартів.

4.2 Безпека праці під час вантажно-розвантажувальних робіт

При виконанні транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт залежно від виду транспортних засобів поряд з вимогами цих правил та норм [14] повинні дотримуватися правила з охорони праці на автомобільних перевезеннях, міжгалузеві правила з охорони праці та державні стандарти.

Вантажно-розвантажувальні роботи слід виконувати механізованим способом за допомогою підйомно-транспортного обладнання та засобів малої механізації. Підіймати та переміщувати вантажі вручну необхідно з дотриманням норм, встановлених чинним законодавством.

Вантажно-розвантажувальні роботи слід виконувати відповідно до технологічних карт, проектів виконання робіт, а також правил, норм, інструкцій та інших нормативно-технологічних документів, що містять вимоги безпеки при виконанні робіт даного виду.

Рух транспортних засобів у місцях виконання вантажно-розвантажувальних робіт має бути організовано за схемою, затвердженою адміністрацією підприємства, з установленням відповідних дорожніх знаків, а також знаків, що застосовуються на залізничному транспорті.

Місця виконання вантажно-розвантажувальних робіт повинні бути розміщені на спеціально відведеній території з рівним покриттям, допускається

проведення вантажно-розвантажувальних робіт на спланованих майданчиках з твердим ґрунтом, здатним сприймати навантаження від вантажів та підйомно-транспортних машин.

Усі робочі місця, де проводяться вантажно-розвантажувальні роботи, повинні утримуватися в чистоті, проходи та проїзди повинні бути добре освітлені, вільні та безпечні для руху пішоходів і транспорту. Не допускається розміщувати вантажі в проходах і проїздах.

При обслуговуванні вантажопідйомних механізмів і вантажозахватних пристосувань повинні дотримуватися такі вимоги:

Усі механізми та пристосування повинні бути зареєстровані та обліковані у спеціальних журналах, які зберігаються у осіб, відповідальних за їх справний стан.

Вантажопідйомні механізми та вантажозахватні пристосування повинні бути забезпечені табличками та бирками із зазначенням інвентарного номера, допустимої вантажопідйомності та дати чергового огляду.

Механізми та пристосування повинні зберігатися на стелажах, настилах.

Вантажопідйомні механізми та вантажопідйомні пристосування (такелажне обладнання) повинні відповідати «Правилам влаштування та безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів», «Правилам безпечної роботи з інструментом та пристосуваннями».

До стропальних (такелажних) робіт належать: підйом, переміщення, установка та закріплення вантажів за допомогою вантажопідйомних механізмів, спеціальних пристосувань та оснащення, найпростіших пристосувань та вручну, а також підготовчі та завершальні роботи під час установки та звільнення такелажних пристосувань і механізмів.

До стропальних (такелажних) робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд та відповідне навчання, інструктаж, перевірку знань вимог безпеки. При цьому вони повинні знати правила надання першої долікарської допомоги потерпілим у разі нещасного випадку.

Кожен працівник, якщо він сам не може вжити заходів щодо усунення порушення Правил та інструкцій з техніки безпеки, зобов'язаний негайно повідомити адміністрацію про всі помічені ним порушення правил та інструкцій, а також про несправності машин, механізмів, пристосувань та інструментів, що застосовуються під час роботи, які становлять небезпеку для людей.

4.3 Техніка безпеки при монтажі металевих конструкцій

У процесі зведення будівлі має бути забезпечена стійкість як окремих конструкцій, що монтуються, як частин будівлі, так і всієї будівлі в цілому. У процесі монтажу конструкцій мають бути встановлені та закріплені всі монтажні зв'язки. Монтажні зв'язки знімають після закінчення кріплення елемента.

На будівельному майданчику не можуть перебувати особи, які не досягли 18-річного віку. При цьому має бути пройдено медичну комісію.

До монтажу допускаються досвідчені працівники з необхідним кваліфікаційним рівнем.

Відпочивати та курити на будівельному майданчику можна тільки у відведеному місці, щоб уникнути травм під час роботи.

Усі робітники зобов'язані пересуватися по будівельному майданчику суворо в захисній касці.

Якщо роботи виконуються на висоті понад 5 м, то використовуються драбини та страхування висотника.

Необхідні інструменти потрібно кріпити карабінами до допоміжних конструкцій та спецодягу, щоб уникнути випадкового їх падіння.

4.4 Техніка безпеки при проведенні покрівельних робіт

Місце роботи огорожують тимчасовими міцними огорожами висотою 1 м з бортовими дошками висотою не менше 15 см. При роботах на краях дахів покрівельник повинен бути в нековзному взутті та в запобіжному поясі.

При проведенні робіт на мокрих дахах слід обов'язково застосовувати переносні драбини з нашитими планками. При ожеледиці, густому тумані, вітрі понад 6 балів, зливовому дощі або сильному снігопаді проведення покрівельних робіт не дозволяється.

4.5 Забезпечення пожежної безпеки

Пожежна безпека на будівельному майданчику повинна бути забезпечена на рівні не нижче вимог [21].

На території будівельного майданчика є два виїзди з протилежних сторін майданчика. Дороги повинні мати покриття, придатне для проїзду пожежних автомобілів у будь-яку пору року, ширина проїздів не менше 6 м. Ворота для в'їзду повинні мати ширину не менше 6 м.

Біля в'їзду на будівельний майданчик вивішуються схеми розміщення будівель, складів, місць розташування джерел води, засобів пожежогасіння та зв'язку, схема мережі доріг.

На будівельному майданчику розташовані два протипожежні щити. Також на території знаходяться протипожежні гідранти.

4.6 Техніка безпеки при оздоблювальних роботах

Робочі місця для виконання оздоблювальних робіт на висоті обладнані засобами підмоцнування та драбинами-сходами для підйому на них.

При роботі зі шкідливими або вогненебезпечними та вибухонебезпечними матеріалами приміщення безперервно провітрюються під час роботи, а також протягом 1 години після її закінчення, застосовуючи природну або штучну вентиляцію.

Місця, над якими проводяться скляні або облицювальні роботи, огорожуються.

При виконанні робіт з розчинами, що містять хімічні добавки, використовуються засоби індивідуального захисту (гумові рукавички, захисні мазі, захисні окуляри) згідно з інструкцією заводу-виробника застосовуваного складу.

При сухому очищенні поверхонь та інших роботах, пов'язаних з виділенням пилу та газів, а також при механізованому шпаклюванні та фарбуванні використовують респіратори та захисні окуляри.

При нанесенні розчину на стельову або вертикальну поверхню використовують захисні окуляри.

Не допускається застосовувати розчинники на основі бензолу, хлорованих вуглеводнів, метанолу.

При виконанні фарбувальних робіт із застосуванням фарбувальних пневматичних агрегатів необхідно:

- до початку роботи перевіряти справність обладнання, захисного заземлення, сигналізації;

- у процесі виконання робіт не допускати перегинання шлангів та їх дотику до рухомих сталевих канатів;

- відключати подачу повітря та перекривати повітряний вентиль під час перерви в роботі або виявлення несправностей механізму агрегату.

4.7 Техніка безпеки при виконанні земляних робіт

Заходи з техніки безпеки при виконанні земляних робіт на діючих будівельних майданчиках розробляються та затверджуються замовником і генеральним підрядником. Відповідальність за їх дотримання несуть керівники будівельно-монтажних організацій та діючого підприємства.

Технологічні процеси, що виконуються на території будівельного майданчика, відносяться до робіт підвищеної небезпеки, тому вони повинні виконуватися за нарядами-допусками.

Для проходу робітників у траншеї слід встановлювати драбини шириною не менше 0,6 м з поручнями або приставні сходи.

Забороняється встановлення будівельних і транспортних машин та різного обладнання в межах призми обвалення ґрунту виїмки.

При влаштуванні виїмок з кріпленням машини та обладнання можуть перебувати в межах призми обвалення за умови відповідних розрахунків, що враховують міцність кріплення та величину навантаження.

Розробляти перезволожені піщані ґрунти слід тільки за індивідуальними проектами зі штучним зниженням рівня води, шпунтовим та іншим кріпленням.

Стінки траншей, що розробляються землерийними машинами, повинні кріпитися безпосередньо за розробкою ґрунту.

При розробці котловану екскаватор під час роботи потрібно встановлювати на спланованій площадці; щоб уникнути самовільного переміщення, необхідно закріплювати його інвентарними упорами. Під час перерви в роботі екскаватор слід перемістити від краю котловану на відстань не менше 2 м, а ківш опустити на ґрунт.

Під час роботи екскаватора забороняється перебувати людям у радіусі дії екскаватора 5 м, а також виконувати будь-які інші роботи з боку забою. Поєднувати земляні роботи з іншими роботами в котловані можна лише відповідно до розроблених технологічних карт.

Одностороння зворотна засипка фундаментів і стін допускається лише після досягнення бетоном необхідної міцності. Ущільнювати ґрунт трамбуванням поблизу підпірних стін фундаментів та інших конструкцій потрібно на відстані та в порядку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено проєкт виробничо-технічного корпусу промислового парку, призначеного для розміщення кількох технологічно самостійних виробництв, складських зон, адміністративно-побутових приміщень та інженерної інфраструктури. Прийняті рішення спрямовані на формування виробничого середовища, у якому забезпечено раціональне розміщення обладнання, безпечне переміщення персоналу й вантажів, належні умови праці та надійну роботу несучих конструкцій.

У процесі проєктування визначено склад і функціональні зв'язки чотирьох виробничих блоків: виробництва пінополіетиленових матеріалів, виробів із полімерних композиційних матеріалів, апаратури для дистанційного зондування та електропровідної продукції, електронних модулів і приладових блоків. Оскільки зазначені виробництва не мають безпосереднього технологічного зв'язку між собою, їх відокремлено глухими перегородками, протипожежними перешкодами та самостійними евакуаційними шляхами.

Об'ємно-планувальне рішення корпусу прийнято з поділом на одно- та двоповерхову частини, розмежовані протипожежною стіною. У виробничих блоках передбачено приміщення для складування, комплектації, монтажу, контролю якості, пакування, електромонтажних, слюсарних, малярних, зварювальних, токарних, фрезерних та інших технологічних операцій. Адміністративно-побутові зони включають гардеробні, санітарні приміщення, їдальні, медичні кабінети, приміщення для відпочинку працівників, кабінети управлінського, конструкторського й технологічного персоналу.

Для окремих діляниць враховано підвищені вимоги до чистоти повітря. У виробництві апаратури для дистанційного зондування, електронних модулів і приладових блоків передбачено шлюзи, тамбури, спеціальні вентиляційні системи та ізольовані приміщення, що обмежують перенесення пилу, аерозолів і виробничих забруднень. Це створює необхідні умови для виконання точних технологічних операцій і роботи з електронними компонентами.

Архітектурне вирішення будівлі відповідає характеру сучасного промислового об'єкта. Фасади сформовано із сендвіч-панелей, металевих облицювальних касет, світлопрозорих конструкцій та кольорових акцентів у зонах входів. Цокольні частини передбачено облицювати керамогранітними плитами. Стримана кольорова гама з використанням нейтральних тонів і корпоративних акцентів забезпечує цілісний індустріальний образ корпусу.

Внутрішнє оздоблення та конструкції підлог прийнято відповідно до умов експлуатації різних приміщень. У чистих виробничих зонах застосовано модульні герметичні перегородки, в адміністративно-побутовій частині — керамічну плитку та інші зносостійкі матеріали, у виробничих і складських приміщеннях — непилові, іскробезпечні або зміцнені бетонні покриття. Для приміщень із постійним перебуванням людей передбачено природне освітлення, а для захисту від шуму й шкідливих виробничих впливів — відповідні огорожувальні та вентиляційні рішення.

Важливою складовою є пожежна безпека. Будівлю поділено на два пожежні відсіки, а приміщення різних категорій пожежної небезпеки ізольовано протипожежними перегородками та перекриттями. Для кожного виробничого блоку запроєктовано окремі евакуаційні виходи, сходові клітки та безпечні маршрути руху людей. Передбачені вогнезахисні заходи для сталевих колон і балок, а також автономні виходи з технічних приміщень.

Несучу систему корпусу прийнято каркасною. До її складу входять сталеві колони, балки, металеві прогони, вертикальні та горизонтальні зв'язки, монолітні залізобетонні перекриття по сталевій балковій клітці й покриття з профільованого настилу. Просторова жорсткість будівлі забезпечується жорсткими вузлами поперечних рам, роботою дисків перекриттів і покриття, зв'язками між колонами та жорстким закріпленням колон у фундаментних конструкціях.

У розрахунково-конструктивному розділі виконано компонування сітки колон, визначено розташування зв'язків у поздовжньому та поперечному напрямках, зібрано постійні, тимчасові, снігові, вітрові й кранові навантаження. Для поперечної рами сформовано розрахункову модель, що дало змогу визначити

внутрішні зусилля в колонах і ригелях, встановити несприятливі комбінації навантажень та перевірити роботу основних елементів сталевго каркаса.

Під час розрахунків враховано роботу підвісного вантажопідіймального обладнання. Для окремих виробничих діляниць передбачено електричні талі та підвісні крани різної вантажопідйомності, що впливають на формування навантажень на рами, колони й елементи покриття. Врахування вертикальних і горизонтальних кранових впливів дозволило обґрунтувати прийняту конструктивну схему корпусу.

Фундаментну частину вирішено у вигляді монолітних залізобетонних ростверків на забивних палях. Таке рішення прийнято з урахуванням інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов ділянки, характеру навантажень від сталевго каркаса, перекриттів, покриття, виробничого обладнання та вантажопідіймальних механізмів. Монолітна залізобетонна плита на пальовій основі забезпечує надійну основу підлог виробничих зон.

У розділі безпеки життєдіяльності опрацьовано вимоги до організації будівельного майданчика, виконання вантажно-розвантажувальних, монтажних, покрівельних, земляних і оздоблювальних робіт.

Мету досягнуто: визначено функціональну структуру корпусу, розроблено архітектурно-планувальні та протипожежні рішення, прийнято сталеву каркасну систему, виконано статичний розрахунок поперечної рами з урахуванням кранових і кліматичних навантажень, запроєктовано фундаментну систему на забивних палях та опрацьовано заходи з охорони праці. Сукупність прийнятих рішень формує технічно обґрунтований проєкт виробничо-технічного корпусу промислового парку.

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 IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 1, 26-26.
9. Hud, M., Koval, I., & Frankiv, M. (2024). Переваги та недоліки легких сталевих тонкостінних конструкцій. *SWorldJournal*, (25-02), 15-22.
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Hud, M., Chornomaz, N., Ihnatieva, V., & Koval, I. (2022). Analysis of the effect of horizontal ties on the deformability of the bottom of the floating pool. *Вісник Тернопільського національного технічного університету*, 106(2), 133-137.
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. Кіцак, І., & Коваль, І. В. (2022). Визначальні фактори енергоефективності будівлі. *Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання"*, 146-146.

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 клеєні. 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. Ясній, В. П., & Микитишин, Т. (3.7). Вплив форми та розміру зразків на міцність бетону за стиску. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 111(3.8), 97-105.
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. Політов, Л. Л., & Коваль, І. В. (2020). Принципи проектування сейсмостійких будівель. *Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 1, 115-115.
32. Древницький, В. І., & Коваль, І. В. (2020). Теплоізоляція стіни різними ізоляційними шарами. *Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 1, 62-62.
33. Гаврилишин, Р. І., & Коваль, І. В. (2023). Вогнестійкість EPS сендвіч-панелей. *Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 27-27.
34. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. — Київ: Мінрегіон України, 2009. — 38 с.
35. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. — 50 с.