

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 критого картингового майданчику

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

192 “Будівництво та цивільна інженерія”

(шифр і назва спеціальності)

Студент

_____ Дорошкевич Д. Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник

_____ Ігнат'єв В. Б.
(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 Дорошкевичу Дмитру Богдановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект критого картингового майданчику

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

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Дорошкевич Д.Б.

(прізвище та ініціали)

Ігнат'єва В.Б.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Характеристика району та майданчика будівництва	9
1.2 Рішення генерального плану.....	9
1.4 Об'ємно-планувальне рішення.....	12
1.5 Конструктивні рішення	12
1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни та покриття.....	13
1.6.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	13
1.6.2 Теплотехнічний розрахунок покриття	16
1.7 Опис системи забезпечення безпеки об'єкта капітального будівництва.....	19
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	21
2.1 Програмний комплекс для розрахунку каркаса	21
2.1.1 Опис програмного комплексу	21
2.1.2 Вихідні дані для розрахунку каркаса	22
2.1.3 Призначення матеріалу для конструкцій каркаса.....	22
2.1.4 Збір навантажень на балку	24
2.1.5 Сума навантажень на колону	28
РОЗДІЛ 3 ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ.....	33
3.1 Вихідні дані для розрахунку фундаменту	33
3.2 Оцінка інженерно-геологічних умов.....	33
3.3 Збір навантажень	34
3.4 Розрахунок стовпчастого фундаменту на природному ґрунті	36
3.5 Визначення розрахункового опору ґрунту фундаменту	37
3.6 Визначаємо фактичне напруження, що діє на ґрунт	38
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	40
4.1 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельних майданчиків, ділянок робіт та робочих місць.....	40
4.2 Безпека праці під час вантажно-розвантажувальних робіт	41

4.3 Техніка безпеки при монтажі металевих конструкцій	43
4.4 Техніка безпеки при проведенні покрівельних робіт	43
4.5 Забезпечення пожежної безпеки.....	44
4.6 Техніка безпеки при оздоблювальних роботах.....	44
4.7 Техніка безпеки при виконанні земляних робіт.....	45
4.8 Вимоги безпеки при електрозварювальних роботах	46
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	48
БІБЛІОГРАФІЯ.....	52

ВСТУП

Криті картингові майданчики належать до спеціалізованих спортивно-дозвіллевих об'єктів, призначених для організації тренувань, змагань, активного відпочинку та безпечного керування картами в контрольованих умовах. Проектування таких будівель потребує узгодження вимог до функціонального зонування, руху відвідувачів і технічного персоналу, параметрів трекової зони, розміщення адміністративно-побутових приміщень, надійності металевого каркаса, пожежної безпеки та безпечної експлуатації споруди.

Актуальність кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю створення критого картингового майданчику, який забезпечує можливість цілорічного використання об'єкта незалежно від погодних умов. Розміщення картингової траси у закритому просторі дає змогу організувати контрольований режим експлуатації, передбачити необхідні приміщення для відвідувачів і персоналу, забезпечити зручність обслуговування картів та підвищити рівень безпеки учасників.

Об'єктом проектування є критий картинговий майданчик у місті Суми. Будівельний майданчик розташований на незабудованій території з рівнинним рельєфом. Генеральним планом передбачено розміщення будівлі, автостоянки для легкових автомобілів на 35 машиномісць, складських приміщень, трансформаторної підстанції, внутрішньомайданчикових проїздів, пішохідних доріжок та озелених зон. Площа земельної ділянки становить 16396 м², із яких 22 % займає забудова, 48 % — зелені насадження, 30 % — асфальтовані покриття.

Функціональна структура об'єкта сформована з двох основних частин: адміністративно-побутової та трекової. Адміністративно-побутова частина включає вхідну групу, гардероб, касу, буфет, кімнати персоналу й охорони, кабінети адміністрації, тренажерний зал, інвентарні приміщення, санітарно-побутові приміщення та склад інвентарю. У трековій частині передбачено закриту трасу для руху картів, гараж для їх обслуговування, суддівську та глядацьку зони.

Таке зонування забезпечує відокремлення потоків відвідувачів, персоналу, технічного обладнання та транспортних засобів.

Будівля запроектована окремо розташованою, каркасною, з різною висотою функціональних частин. Адміністративний блок прийнято одноповерховим із висотою приміщень, достатньою для розміщення побутових та обслуговувальних зон. Трекова частина має збільшену висоту, необхідну для влаштування внутрішньої траси, розміщення металевих аркових конструкцій і забезпечення нормативного об'єму простору для експлуатації картингового майданчику.

Конструктивна схема споруди прийнята сталевую каркасною. Несучими елементами адміністративної частини є металеві колони двотаврового перерізу та металеві ферми. Для трекової частини передбачено металеві арки. Огороджувальні конструкції виконуються із сендвіч-панелей, а покриття — з покрівельних сендвіч-панелей. У місці примикання трекової частини до адміністративно-побутового блоку передбачено деформаційний шов, який одночасно виконує функцію антисейсмічного шва.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурно-будівельних, конструктивних і фундаментних рішень критого картингового майданчику з урахуванням функціонального призначення об'єкта, природно-кліматичних умов м. Суми, вимог до безпечної експлуатації, енергоефективності огорожувальних конструкцій, міцності сталевого каркаса та надійності фундаментів.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання:

1. Проаналізовано характеристики району та майданчика будівництва, рельєф території, природно-кліматичні умови, снігові, вітрові та сейсмічні впливи.
2. Розроблено рішення генерального плану з урахуванням транспортного обслуговування, автостоянки, складських приміщень, трансформаторної підстанції, пішохідних зв'язків, озеленення та благоустрою території.
3. Обґрунтовано об'ємно-планувальну організацію критого картингового майданчику, склад приміщень адміністративно-побутової та

трекової частин, функціональні зв'язки між ними, а також розміщення глядацьких, суддівських, технічних і допоміжних зон.

4. Прийнято конструктивну схему будівлі зі сталевими колонами, металевими фермами та арками, сендвіч-панелями стін і покриття, а також деформаційно-антисейсмічним швом між функціональними блоками.

5. Виконано теплотехнічні розрахунки зовнішніх стін і покриття для перевірки відповідності прийнятих сендвіч-панелей вимогам теплозахисту.

6. Розглянуто систему забезпечення пожежної безпеки об'єкта, що включає заходи щодо запобігання виникненню пожежі, протипожежного захисту, блискавкозахисту, безпечної евакуації та протипожежного водопостачання.

7. Виконано збір постійних і тимчасових навантажень на елементи покриття та каркаса, зокрема навантажень від власної ваги конструкцій, сендвіч-панелей, снігового покриву та вітрових впливів.

8. Проведено розрахунок основних сталевих елементів каркаса із застосуванням програмного комплексу SCAD++. У межах розрахунку визначено зусилля в елементах, побудовано епюри поперечних сил і згинальних моментів, а також перевірено роботу балок, прогонів і колон.

9. Виконано підбір геометричних параметрів елементів основи сталевих колон та прийнято конструктивні рішення її опорного вузла.

10. Розглянуто інженерно-геологічні умови майданчика, зібрано навантаження на фундамент, виконано розрахунок стовпчастого фундаменту на природній основі та перевірено напруження під його підшоною.

11. Розроблено заходи з охорони праці та техніки безпеки під час вантажно-розвантажувальних, монтажних, покрівельних, оздоблювальних, земляних і електрозварювальних робіт.

Вихідними даними для проєктування є функціональне призначення об'єкта як критого картингового майданчику, розташування будівлі в м. Суми, рівнинний характер ділянки, прийняте генеральне планування території, наявність адміністративно-побутової та трекової частин, сталевий каркас конструктивний

схема, застосування металевих ферм і арок, сендвіч-панелей для стін і покриття, а також необхідність улаштування стовпчастих фундаментів на природному ґрунті.

Методи виконання роботи включають аналіз містобудівних і функціональних умов проєктування, розроблення архітектурно-планувальних рішень, теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій, збір навантажень, розрахунок сталевих елементів методом кінцевих елементів у програмному комплексі SCAD++, проєктування стовпчастих фундаментів та розроблення заходів із безпеки праці.

Практичне значення роботи полягає у розробленні комплексного проєктного рішення критого картингового майданчику, яке забезпечує функціональне розділення адміністративно-побутової й трекової зон, можливість безпечного проведення тренувань і дозвілєвих заходів, надійну роботу сталевих каркаса, нормативні теплозахисні характеристики огорожувальних конструкцій та безпечні умови будівництва й експлуатації споруди.

Ключові слова: критий картинговий майданчик, сталевий каркас, металеві арки, сендвіч-панелі, стовпчастий фундамент.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика району та майданчика будівництва

Ділянка для будівництва картодрому знаходиться в місті Суми (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 - Місце розташування майданчика будівництва

Територія має рівнинну місцевість. На даний момент територія не забудована, рельєф ділянки має абсолютну відмітку висоти 248 м.

1.2 Рішення генерального плану

Генеральний план картодрому розроблено відповідно до вимог [18].

Земельна ділянка під будівництво має прямокутну форму та розміри 183,6×125,8м.

Головний під'їзд до об'єкта будівництва здійснюється із західного напрямку, з боку вулиці Пирятинська.

На території ділянки розташовані:

- одна автостоянка для легкових автомобілів, загальною місткістю 35 місць;
- три складські приміщення;
- трансформатор.

Ширина автомобільної дороги становить 6 м.

Техніко-економічні показники генплану:

- площа ділянки -16396 м²;
- площа озеленення -8000 м²;
- площа асфальтованого покриття –4884 м²;
- щільність забудови - 22%;
- загальна площа забудови –3512 м².

Зв'язок між будівлями здійснюється по доріжках з асфальтовим покриттям.

З метою благоустрою території на ділянці висаджено листяні, хвойні дерева та газон.

Техніко-економічні показники генерального плану представлені в таблиці 1.1:

Таблиця 1.1 - Техніко-економічні показники генерального плану

Поз.	Найменування	Площа, м ²	%
1	Загальна площа	16396	100
2	Площа забудови	3512	22
3	Площа зелених насаджень	8000	48
4	Площа асфальтового покриття	4884	30

Територія картодрому є відкритою місцевістю для проникнення вітрових потоків. Для правильної орієнтації будівлі в просторі та розробки заходів щодо захисту будівлі від вітру застосовується графік вітрових напрямків, що показує напрямок і частоту руху повітряних вітрових потоків.

Роза вітрів для м. Суми складена на підставі даних метеорологічної служби WorldWeather. Дані щодо напрямку вітрів наведено в таблицях 1.2, 1.3.

Таблиця 1.2 - Розрахунок рози вітрів (січень)

Пункт	Січень							
м. Суми	С	П-С	П	П-С	П	П-З	З	С-З
%	19	1	1	7	15	36	11	10

Таблиця 1.3 - Розрахунок вітророзподілу (липень)

Пункт	Липень							
м. Суми	С	П-С	У	ПД	П	П-З	З	С-З
%	29	8	6	8	15	17	10	7

Побудована роза вітрів представлена на рисунку 1.2.

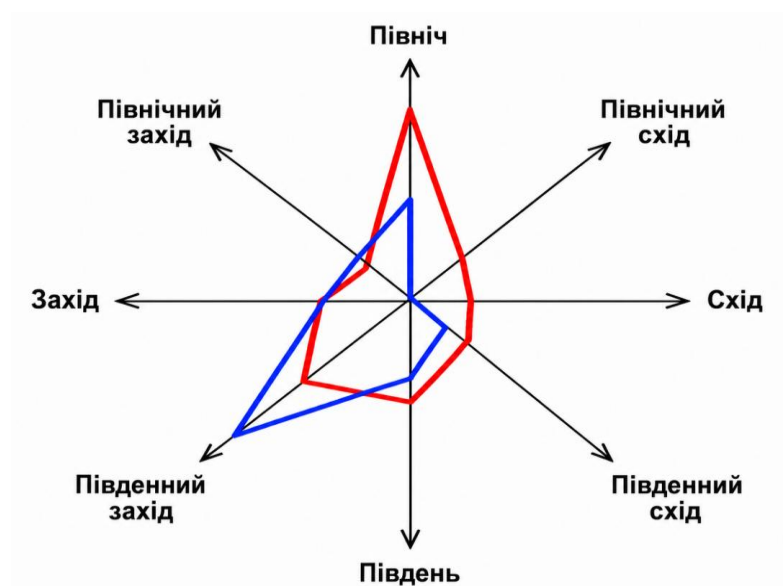


Рисунок 1.2 - Графік вітрової троянди

Для даного району будівництва південно-західний напрямок вітру є переважаючим.

1.4 Об'ємно-планувальне рішення

Об'ємно-планувальне рішення прийнято на підставі [18,19]. Проектована будівля картодрому має прямокутну форму в плані, розмірами 97,42 × 32,18м .

Ділянка для будівництва є незабудованою, тому будівля окремо стояча, каркасна, одноповерхова в адміністративній частині висотою 3 м, а в трековій зоні 11,55 м.

Передбачається один вхід до адміністративного центру — головний.

На першому поверсі картодрому розташовані: тамбур, гардероб, чотири господарські приміщення, завантажувальна, буфет, каса, кімната відпочинку персоналу, кімната охорони, приймальня, кабінет заступника директора, кабінет директора, тренажерний зал, дві інвентарні, тренерська, санвузол (чоловічий), санвузол (жіночий), коридор, склад інвентарю, гараж, трекова зона, суддівська, глядацька зона.

1.5 Конструктивні рішення

Проектований картодром має каркасну конструктивну схему. Будівля розташована на території з сейсмічністю 7 балів, при її проектуванні та зведенні передбачаються антисейсмічні заходи.

Картодром складається з двох відділів: адміністративно-побутового та трекової частини. Адміністративно-побутовий відділ (1), одноповерхового призначення, має розміри в осях 24 × 30 м (рисунок 1.3), висота до низу несучих конструкцій 3,3 метра, крок колон - 6 метрів. Трекова частина (2) - розмірами в осях 32,18 × 72 м (рисунок 1.3), висота до низу несучих конструкцій 11,5 м .

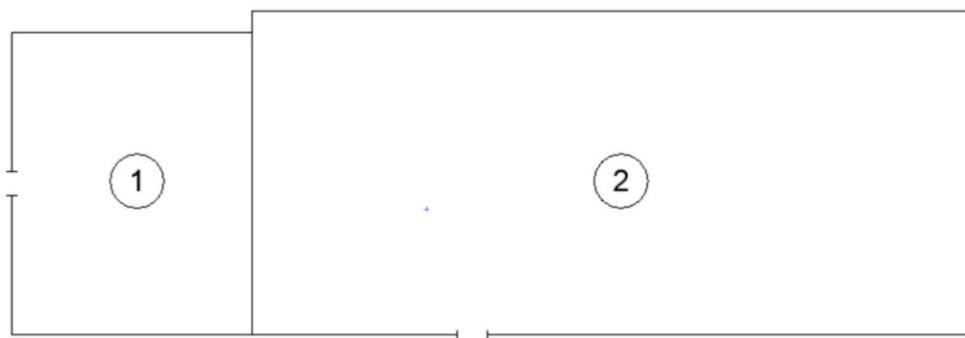


Рисунок 1.3 - Розташування адміністративної та трекової будівель картодрому

Для з'єднання будівель передбачено деформаційний шов у місці з'єднання трекової зони з адміністративно-побутовою будівлею. Антисейсмічні шви збігаються з деформаційними в місцях з'єднання будівель.

Конструктивні рішення:

– адміністративна частина:

Колони - металеві двотаврового перерізу;

Ригелі - металеві ферми;

Огородження — сендвіч-панелі (150 мм), сендвіч-панелі покрівельні (180 мм);

Прорізи - дверні, віконні (стандартного виготовлення).

– трекова частина;

– арки - металеві;

Огородження - сендвіч-панелі (150мм), сендвіч-панелі покрівельні (180 мм);

1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни та покриття

1.6.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Район будівництва: Суми

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

Тип будівлі або приміщення: Адміністративні та побутові

Вид огорожувальної конструкції: Зовнішні стіни

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

Згідно з таблицею 1 [3] при температурі внутрішнього повітря будівлі $t_f = 20^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря $\varphi_f = 55\%$ вологісний режим приміщення встановлюється як нормальний.

Визначимо базове значення необхідного опору теплопередачі Ro^{Tp} виходячи з нормативних вимог до наведеного опору теплопередачі п. 5.2 [3] згідно з формулою:

$$Ro^{mp} = a \cdot \Gamma\text{СОП} + b \quad (1.1)$$

де a і b - коефіцієнти, значення яких слід приймати за даними [3] для відповідних груп будівель.

Так, для огорожувальної конструкції виду — зовнішні стіни та типу будівлі — адміністративні та побутові $a = 0.0003$; $b = 1.2$

Визначимо градусо-добу опалювального періоду $\Gamma\text{СОП}$, $^\circ\text{C} \cdot \text{доб}$, за [3]

$$\Gamma\text{СОП}(t_B - t_{оп})z_{оп}, \quad (1.2)$$

де t_B - розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі, $^\circ\text{C}$

$t_B = 20^\circ\text{C}$ $t_{оп}$ - середня температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$, що приймаються за таблицею 1 [3] для періоду із середньою добовою температурою зовнішнього повітря не більше 8°C для типу будівлі - адміністративні та побутові $t_{об} = -7.9^\circ\text{C}$

$z_{оп}$ -тривалість, дін, опалювального періоду, що приймаються за таблицею 1 [3] для періоду із середньодобовою температурою зовнішнього повітря не більше 8°C для типу будівлі — адміністративні та побутові

$$z_{оп} = 223 \text{ доби.}$$

$$\text{Тоді } \Gamma\text{СОП}(20 - (-7.9))223 = 6221.7^\circ\text{C} \cdot \text{дін}$$

За формулою в таблиці 3 [3] визначаємо базове значення необхідного опору теплопередачі $Ro^{необ}(m^2 \cdot ^\circ C / B\tau)$.

$$Ro^{норм} = 0.0003 \cdot 6221.7 + 1.2 = 3.07 m^2 \cdot ^\circ C / B\tau$$

Оскільки населений пункт Суми належить до зони сухої вологості, при цьому вологісний режим приміщення — нормальний, то відповідно до таблиці 2 [3] теплотехнічні характеристики матеріалів огорожувальних конструкцій будуть прийняті, як для умов експлуатації А.

Будова огорожувальних конструкцій представлена на рисунку 1.4

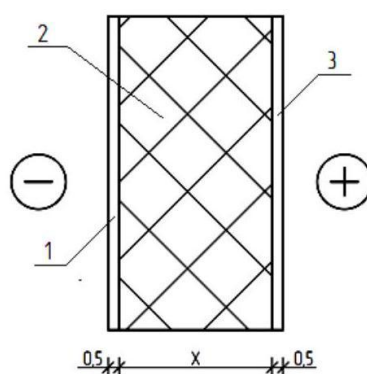


Рисунок 1.4 - Розріз зовнішньої стіни

Склад матеріалів зовнішніх стін представлений у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Склад матеріалів стінових панелей

№ п/п	Назва матеріалу	ρ , кг/м ³	δ , мм	λ , Вт/(М ² · °С)	R , м ² · °С/Вт
1	Оцинкований профлист	7820	0,5	58	0,009
2	Пінополістирол	100	x	0,041	x
3	Оцинкований профлист	7820	0,5	58	0,009

Умовний опір теплопередачі $R_0^{ум}$, (м² · °С/Вт) визначимо за [3]:

$$R_0^{ум} = 1/\alpha_f + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_{ext} \quad (1.3)$$

де α_f - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, Вт/(М²·°С), що приймається за [3]

$\alpha_{\text{int}} = 8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ α_{ext} - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій для умов холодного періоду, що приймається за таблицю 6 [3]

$\alpha_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ - згідно з [3] для зовнішніх стін.

$$R_0^{\text{ум}} = 1/8.7 + 0.0005/58 + 0.15/0.041 + 0.0005/58 + 1/23 R_0^{\text{ум}} \\ = 0.82 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Наведений опір теплопередачі $R_0^{\text{пр}}$, ($\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) визначимо за формулою [21]:

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{ум}} \cdot r \quad (1.4)$$

r - коефіцієнт теплотехнічної однорідності огорожувальної конструкції, що враховує вплив стиків, укосів прорізів, обрамлюючих ребер, гнучких зв'язків та інших теплопровідних включень

$$r = 0.92$$

$$\text{Тоді } R_0^{\text{пр}} = 3.82 \cdot 0.92 = 3.51 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Висновок: величина приведенного опору теплопередачі $R_0^{\text{пр}}$ більша за необхідну $R_0^{\text{норм}}$ ($3.51 > 3.07$) отже, представлена огорожувальна конструкція відповідає вимогам щодо теплопередачі.

1.6.2 Теплотехнічний розрахунок покриття

Район будівництва: Суми

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

Тип будівлі або приміщення: Громадські, крім житлових, лікувально-профілактичних та дитячих закладів, шкіл, інтернатів

Вид огорожувальної конструкції: Покриття

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

Згідно з [3] при температурі внутрішнього повітря будівлі $t_f = 20^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря $\varphi_f = 55\%$ вологісний режим приміщення встановлюється як нормальний.

Визначимо базове значення необхідного опору теплопередачі Ro^{Tp} виходячи з нормативних вимог до наведеного опору теплопередачі п. 5.[3] згідно з формулою:

$$Ro^{mp} = a \cdot \Gamma COП + b \quad (1.5)$$

Де a і b - коефіцієнти, значення яких слід приймати за даними таблиці 3 [3] для відповідних груп будівель.

Так, для огорожувальної конструкції виду покриття та типу будівлі громадські, крім житлових, лікувально-профілактичних та дитячих закладів, шкіл, інтернатів $a = 0.0004$; $b = 1.6$

Визначимо градусо-добу опалювального періоду $\Gamma COП$, $^\circ\text{C} \cdot \text{дб}$ [3]

$$\Gamma COП = (t_B - t_{оп})z_{оп} \quad (1.6)$$

Де t_B - розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі, $^\circ\text{C}$, $t_B = 20^\circ\text{C}$

$t_{оп}$ - середня температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$, що приймаються за [3] для періоду із середньою добовою температурою зовнішнього повітря не більше 8°C для типу будівлі - громадські, крім житлових, лікувально-профілактичних та дитячих закладів, шкіл, інтернатів

$t_{ов} = -7.9^\circ\text{C}$ $z_{оп}$ - тривалість, дб, опалювального періоду, що приймаються [3] для періоду із середньодобовою температурою зовнішнього повітря не більше 8°C для типу будівлі - громадські, крім житлових, лікувально-профілактичних та дитячих закладів, шкіл, інтернатів

$z_{от} = 223$ доби.

Тоді

$$ГСОП=(20-(-7.9))223=6221.7 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{діб}$$

За формулою в таблиці 3 [3] визначаємо базове значення необхідного опору теплопередачі $R_{o}^{нпр} (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт})$

$$R_{o}^{норм} = 0.0004 \cdot 6221.7 + 1.6 = 4.09 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{В т}$$

Оскільки населений пункт Суми відноситься до зони вологості - сухої, при цьому вологісний режим приміщення - нормальний, то відповідно [3] теплотехнічні характеристики матеріалів огорожувальних конструкцій будуть прийняті, як для умов експлуатації А.

Будова конструкцій покриття представлена на рисунку 1.5

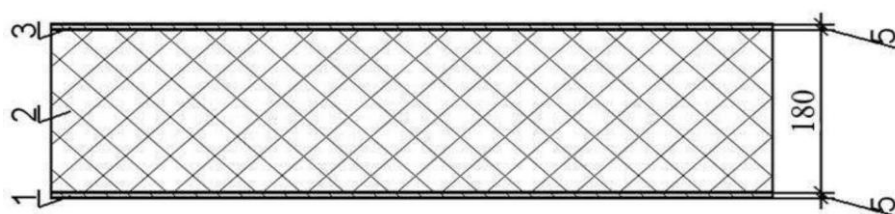


Рисунок 1.5 - Конструкція покрівлі

Склад матеріалів конструкції покрівлі представлений у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Склад матеріалів конструкції покриття

№ п/п	Назва матеріалу	δ , мм	$\lambda_A \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$	$\lambda_5 \text{ Вт}/(\text{Вт}^\circ\text{C})$	$\mu\text{мг}/(\text{м}\cdot\text{год}\cdot\text{Па})$
1	Оцинкований профлист	0,5	58	58	0
2	Пінополістирол	x	0,041	0,052	0,05
3	Оцинкований профлист	0,5	58	58	0

Умовний опір теплопередачі $R_{o}^{ум} (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт})$ визначимо за [3]:

$$R_{o}^{ум} = 1/\alpha_f + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_{ext} \quad (1.7)$$

Де α_f - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$, що приймається за [3]

$$\alpha_f = 8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

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

$\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{С}^\circ)$ - згідно з [3] для покриттів.

$$\begin{aligned} R_0^{ум} &= 1/8.7 + 0.0005/58 + 0.18/0.041 + 0.0005/58 + 1/23 R_0^{ум} \\ &= 4.55 \text{ м}^2 \text{С}^\circ / \text{Вт} \end{aligned}$$

Наведений опір теплопередачі $R_0^{пр}$, ($\text{м}^2 \text{С}^\circ / \text{Вт}$) визначимо за [10]:

$$R_0^{пр} = R_0^{ум} \cdot r \quad (1.8)$$

r - коефіцієнт теплотехнічної однорідності огорожувальної конструкції, що враховує вплив стиків, укосів прорізів, обрамлюючих ребер, гнучких зв'язків та інших теплопровідних включень

$$r = 0.92 \text{ Тоді}$$

$$R_0^{пр} = 4.55 \cdot 0.92 = 4.19$$

Висновок: величина приведенного опору теплопередачі $R_0^{пр}$ більша за необхідну $R_0^{норм}$ ($4.19 > 4.09$) отже, представлена огорожувальна конструкція відповідає вимогам щодо теплопередачі.

Висновок: приймаємо сендвіч-панель товщиною, що дорівнює 180мм .

1.7 Опис системи забезпечення безпеки об'єкта капітального будівництва

Система забезпечення пожежної безпеки об'єкта захисту включає в себе:

1. Систему запобігання пожежі;
2. Систему протипожежного захисту;
3. Комплекс організаційно-технічних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки;
4. Комплекс заходів, що виключають можливість перевищення значень допустимого пожежного ризику.

Усунення умов утворення горючого середовища в даному проєкті забезпечується такими технічними рішеннями:

- застосування негорючих речовин і матеріалів. Усунення умов утворення в горючому середовищі (або внесення в нього) джерел займання забезпечується такими технічними рішеннями.

- застосування електрообладнання, що відповідає класу пожежонебезпечної зони;

- застосування засобів захисного відключення електроустановок;

- застосування обладнання, що виключає утворення статичної

- електрики;

- облаштування блискавкозахисту будівлі.

На території ділянки кінноспортивного комплексу влаштовано два протипожежні гідранти, призначені для гасіння пожежі у разі її глобального поширення по всьому комплексу або території об'єкта.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Програмний комплекс для розрахунку каркаса

2.1.1 Опис програмного комплексу

Пакет SCAD Office являє собою набір програм, призначених для виконання розрахунків міцності та проектування різних видів будівельних конструкцій. До складу пакету входять програми чотирьох видів:

- обчислювальний комплекс Structure CAD (БК SCAD), який є універсальною розрахунковою системою кінцево-елементного аналізу конструкцій і орієнтований на вирішення задач проектування будівель і споруд досить складної структури;
- допоміжні програми, призначені для «обслуговування» БК SCAD і забезпечують формування та розрахунок геометричних характеристик різного виду перерізів стрижневих елементів (Конструктор перерізів, КОНСУЛ, ТОНУС, СЕЗАМ), визначення навантажень і впливів на споруду, що проектується (ВЕСТ), обчислення коефіцієнтів підґрунтя, необхідних при розрахунку конструкцій на пружному підґрунті (КРОСС), а також препроцесор ФОРУМ, що використовується для формування укрупнених моделей та при імпорті даних з архітектурних систем;
- проектно-аналітичні програми КРИСТАЛ і АРБАТ, які призначені для вирішення окремих завдань перевірки та розрахунку елементів сталевих і залізобетонних конструкцій відповідно до вимог нормативних документів (СП);
- проектно-конструкторські програми КОМЕТА та МОНОЛІТ, призначені для розробки конструкторської документації на стадії детального опрацювання проектного рішення.

Комплекс SCAD використовується при розрахунку та проектуванні конструкцій різного виду та призначення. Маючи у своєму складі розвинені засоби підготовки даних, розрахунку та аналізу результатів, він не накладає практичних обмежень на розміри та форму споруд, що проектуються. Разом з тим

для інженера-проектувальника не менш (а в багатьох випадках і більш) важливими є «прості» завдання, вирішення яких займає у нього значну частину часу. Перевірка перерізів елементарних балок, збір навантажень на елементи конструкції, визначення геометричних характеристик складених перерізів — ось далеко не повний перелік такого роду рутинних проектних завдань.

2.1.2 Вихідні дані для розрахунку каркаса

Вихідні дані для розрахунку колони:

Матеріал — С255 [4];

Проліт балки - 6 м;

Висота - 3,3 м;

Профіль - двотавр;

2.1.3 Призначення матеріалу для конструкцій каркаса

Балка:

Вибір матеріалу:

Матеріал: С255 (таблиця В. 3 [4])

Розрахункова температура: $t_{min} = -40^{\circ}C$, $t_{max} = 34^{\circ}C$ [4].

Ударна в'язкість: $KCV = 34$ Дж/см² [4];

Хімічний склад: вуглець(C) = 0,22%, фосфор(P) = 0,04%, сірка(S) = 0,025 [4];

Марка сталі С255 [4];

$$R_{yn} = 255 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_{un} = 380 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_y = 250 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_u = 370 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_s = 0,58 \cdot R_y = 145 \text{ Н/мм}^2,$$

де R_{yn} - нормативний опір сталі за межею плинності [4];

R_{un} - нормативний опір сталі за тимчасовим опором [4];

R_y - розрахунковий опір за межею плинності [4];

R_u - розрахунковий опір за тимчасовим опором [4];

R_s - розрахунковий опір на зсув [4].

Колона:

Вибір матеріалу:

Матеріал: C255 (таблиця В. 3 [4])

Розрахункова температура: $t_{min} = -40^\circ C$, $t_{max} = 34^\circ C$ (додаток Е карти 4, 5 [4]).

Ударна в'язкість: $KCV = 34 \text{ Дж/см}^2$ (таблиця В. 1 [4]);

Хімічний склад: вуглець(C) = 0,22% , фосфор(P) = 0,04% , сірка(S) = 0,025 (додаток В, таблиця В. 2 [4]);

Марка сталі C255 [4]:

$$R_{yn} = 255 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_{un} = 380 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_y = 250 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_u = 370 \text{ Н/мм}^2;$$

$$R_s = 0,58 \cdot R_y = 145 \text{ Н/мм}^2,$$

де R_{yn} - нормативний опір сталі за межею плинності [4];

R_{un} - нормативний опір сталі за тимчасовим опором [4];

R_y - розрахунковий опір за межею плинності (таблиця 2 [4]);

R_u - розрахунковий опір за тимчасовим опором (таблиця 2) [4];

R_s - розрахунковий опір на зсув (таблиця 2 [4]);

2.1.4 Збір навантажень на балку

Для виконання статичного розрахунку в програмному комплексі SCAD++ необхідно відобразити постійні та тимчасові навантаження, що діють на конструкцію.

Постійними навантаженнями є навантаження від власної ваги всіх конструкцій (покрівля, конструкції ферм, колон, зв'язків, стінових панелей). Власна вага конструкцій у програмному комплексі задається автоматично, коефіцієнт надійності за навантаженням прийнято 1,05 (таблиця 7.1 [3]). Постійне навантаження від ваги покрівлі прикладено до прогонів покриття. До колон прикладено навантаження від ваги стінових панелей.

Тимчасовими навантаженнями є кліматичні та сейсмічні впливи. Кліматичні умови району будівництва:

- сніговий район II [2];
- вітровий район III [2];
- розрахункова температура зовнішнього повітря — мінус 27°C [2];
- сейсмічність району будівництва - 7 балів [5].

Нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття за формулою 10.1 [16]:

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g \quad (2.1)$$

$$S_0 = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8 \text{ кПа}$$

де $c_e = (1,2 - 0,1V\sqrt{k})(0,8 + 0,002b)$ - коефіцієнт, що враховує знесення снігу з покриттів будівель під дією вітру або інших факторів;

$k = 0,65$ - приймається за таблицею 11.2 [2];

$V = 2,3 \text{ м/с}$ [2].

b - ширина покриття [2];

Для подальшого розрахунку металевої кроквяної ферми тепличного відділення потрібно провести збір навантажень на 1 м^2 покриття, виконане зі склопакетів. Збір навантажень представлений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Збір навантажень на покриття

№ п/п	Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кН/м^2
1 Постійне навантаження				
1	Покрівельні сендвіч-панелі $t_{\text{листа}} = 180 \text{ мм}$; Маса $1 \text{ м}^2 = 30 \text{ кг}$	0,30	1,0	0,30
	Разом постійна	0,30		0,30
2 Тимчасове навантаження				
1	Снігове навантаження Навантаження на $1 \text{ м}^2 = 102 \text{ кг}$	1,02	1,4	1,428
	Разом тимчасове	1,02		1,428

Навантаження на прогони визначається виходячи з його вантажної площі (рисунок 2.1):

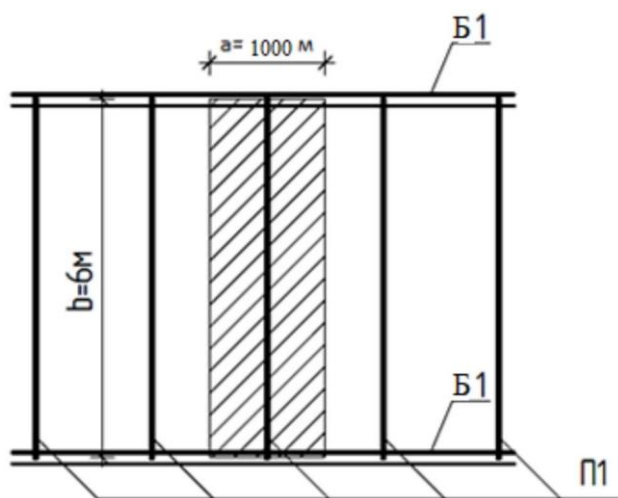


Рисунок 2.1 - Вантажна площа прогонів

Розрахунок навантаження, що діє від сендвіч-панелей на прогін:
Нормативна:

$$q_{CT}^H = a \cdot b \cdot q \quad (2.2)$$

де a - ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 1 м ;

b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м;

q - нормативне значення навантаження на 1 м² :

$$q_{CT}^H = 6 \cdot 1 \cdot 30 = 180 \text{ кг} = 0,180 \text{ т} ;$$

Розрахункова:

$$q_{CT}^p = a \cdot b \cdot q \cdot \gamma_f \quad (2.3)$$

Де a - ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 1 м ;

b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; q - нормативне значення навантаження на 1 м²;

γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням, що приймається [16]:

$$q_{CT}^p = 6 \cdot 1 \cdot 26 \cdot 1 = 156 \text{ кг} = 0,156 \text{ т}.$$

Розрахунок снігового навантаження, що діє на прогін:

Нормативна:

$$q_{CT}^H = a \cdot b \cdot q \quad (2.4)$$

де a - ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 1 м ;

b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; q - нормативне значення снігового навантаження на 1 м² (див. формулу 2.1):

$$q_{CT}^H = 6 \cdot 1 = 600 \text{ кг} = 0,6 \text{ т}$$

Розрахункова:

$$q_{сг}^p = a \cdot b \cdot q \cdot \gamma_f \quad (2.5)$$

Де a - ширина вантажної площі прогону, що дорівнює кроку прогонів 1 м ;

b - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м;

q - нормативне значення снігового навантаження на 1 м^2 (див. формулу 2.1);

γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням, що приймається за [4]:

$$q_{сг}^p = 6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,4 = 840 \text{ кг} = 0,840 \text{ т.}$$

Перетин прогону прийнято - двотавр 18 Б2 (рисунок 2.2):

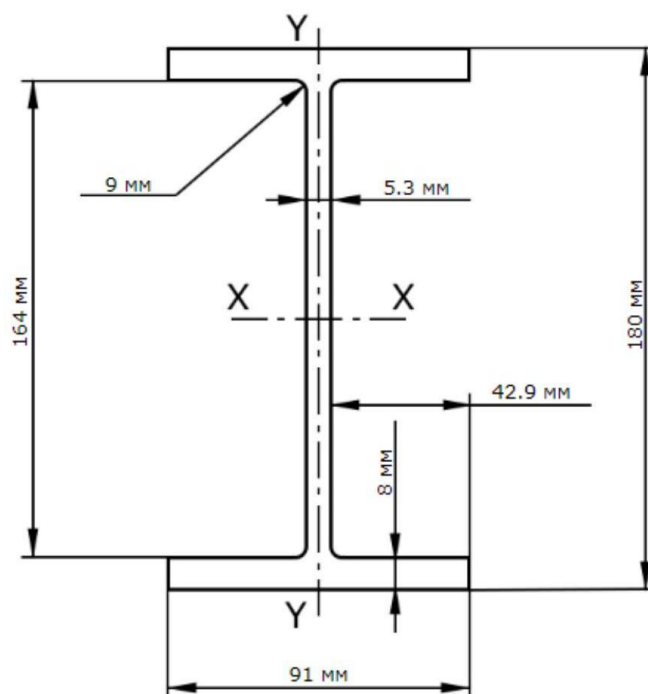


Рисунок 2.2 - Перетин прогону

Визначення ваги одного прогону, що діє на балку: Нормативна:

$$q_{пр}^H = m \cdot l \quad (2.6)$$

де m - маса 1 м колони;

l - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м;

$$q_{пр}^H = 18,8 \cdot 6 = 112,8 \text{ кг} = 0,113 \text{ Т.}$$

Розрахункова:

$$q_{\text{пр}}^p = m \cdot l \cdot \gamma_f \quad (2.7)$$

дет — маса 1 м колони; l — довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м; γ_f — коефіцієнт надійності за навантаженням, який береться за [2]

$$q_{\text{пр}}^p = 18,8 \cdot 6 \cdot 1,05 = 118,4 \text{ К} = 0,12 \text{ Т}.$$

Вітрове навантаження

Вітрове навантаження обчислюється відповідно до [2]. Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження w визначається як сума середньої та пульсаційної складової за формулою [2]:

$$w = w_m + w_p \quad (2.8)$$

Нормативне значення середньої складової:

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c \quad (2.9)$$

Де w_0 - нормативне значення вітрового тиску [2];

$k(z)$ - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску для висоти z [2];

c - аеродинамічний коефіцієнт [2].

$$w_0 = 38 \text{ кГ/м}^2 \quad k(z_e) = 0,65$$

Пульсаційна складова - задається програмно.

Вітрове навантаження дорівнює:

$$w_m = 38 \cdot 1 \cdot 3,5 \text{ т} = 38 \text{ кГ м}$$

Аеродинамічні коефіцієнти для огорожувальних конструкцій прийняті відповідно до [2].

2.1.5 Сума навантажень на колону

Сталева колона К1 є центронатиснутою, оскільки конструкції покриття спираються на колону з двох боків, що призводить до стискання даної конструкції колони (рисунок 2.3).

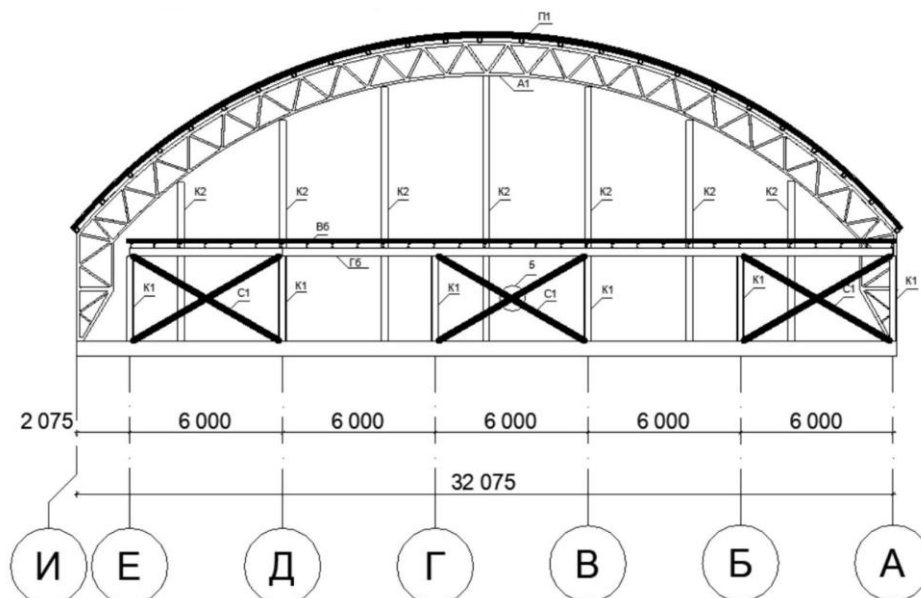


Рисунок 2.3 - Розріз будівлі

Колона передає навантаження на фундамент, отже, на неї діють усі навантаження від вищерозташованих конструкцій. Вантажна площа колони показана на рисунку 2.4.

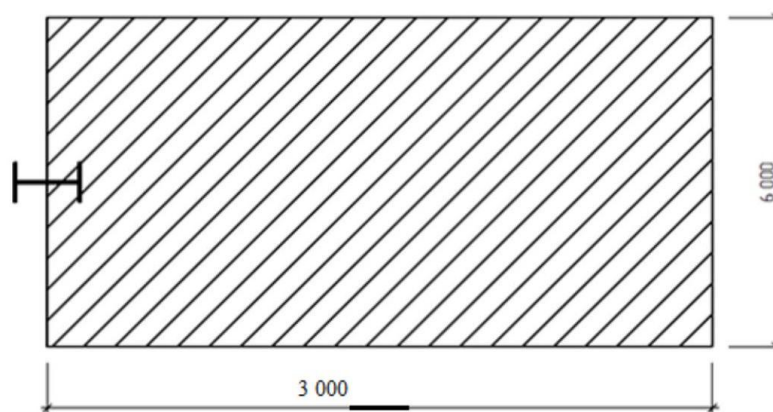


Рисунок 2.4 - Вантажна площа колони

Довжина вантажної площі дорівнює половині прольоту балки 6 м. Ширина вантажної площі дорівнює кроку колон 6 м. Сума навантажень, що діють на колону, представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Сума навантажень на колону

№ п/п	Вид навантаження		Нормативне навантаження, $к Н/м^2$	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, $к Н/м^2$
1 Постійне навантаження					
1	Сендвіч-панелі $t_{\text{листа}} = 180$ мм; Маса $1 м^2 = 30$ кг		0,3	1,0	0,3
	Разом постійна		0,3		0,6
2 Тимчасове навантаження					
1	Снігове навантаження Навантаження на $1 м^2 = 80$ кг		0,8	1,4	1,12
2	Бічне вітрове навантаження Навантаження на $1 м^2 = 38$ кг		0,38	1,4	0,53
	Разом тимчасове		0,12		1,65

Навантаження від прогонів покриття:

Нормативна (див. формулу 2.7):

$$q_{\text{пр}}^{\text{н}} = m \cdot l \cdot n \quad (2.10)$$

$$q_{\text{пр}}^{\text{н}} = 25,8 \cdot 6 \cdot 7 = 1,09 \text{ т.}$$

де m — маса 1 м колони;

l — довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м;

n — кількість прогонів.

Розрахункова (див. формулу 2.8):

$$q_{\text{пр}}^{\text{р}} = m \cdot l \cdot \gamma_f \cdot n \quad (2.11)$$

$$q_{\text{пр}}^{\text{р}} = 25,8 \cdot 6 \cdot 1,05 \cdot 7 = 1,14 \text{ т.}$$

det - маса 1 м колони; l - довжина прогону, що дорівнює кроку колон 6 м;
 γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням, що приймається за [2],
 n - кількість прогонів.

Після проведення розрахунків програмний комплекс SCAD++ будує епюри, необхідні для розрахунку підбору

Епюра поперечних зусиль Q (кН) від розрахункового поєднання навантажень наведена на рисунку 2.5.

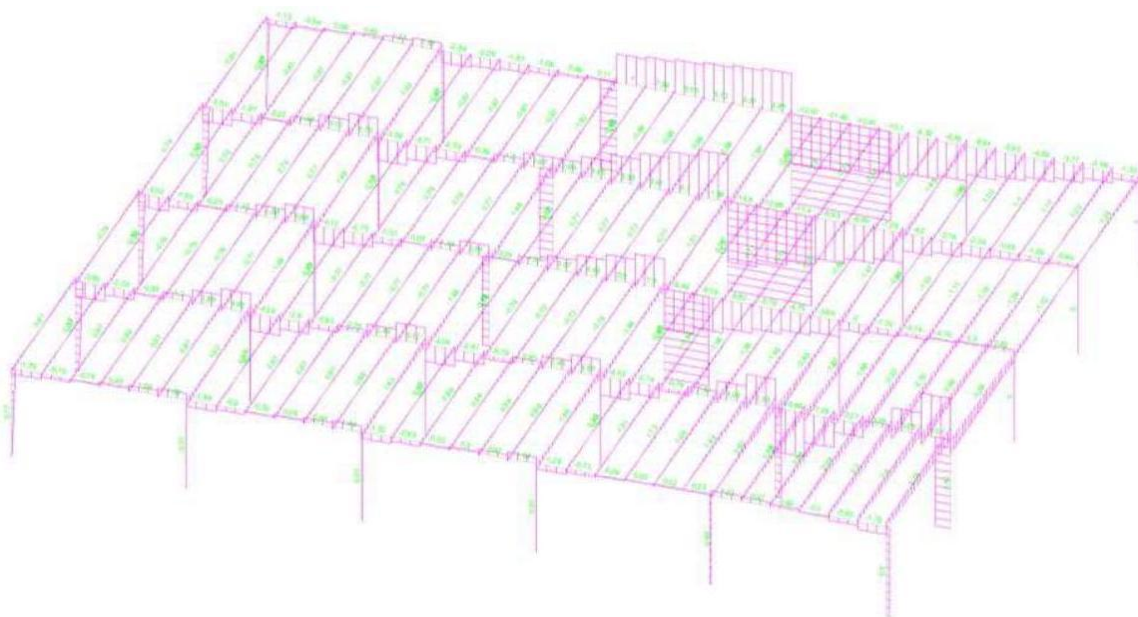


Рисунок 2.5 - Епюра поперечних зусиль Q (кН)

Епюра моментів M (кН·м) від розрахункового поєднання навантажень представлена на рисунку 2.6.

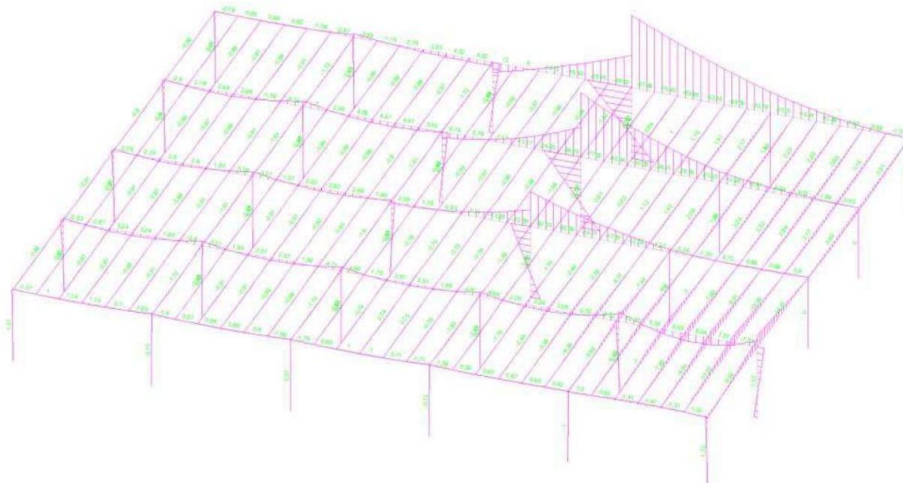


Рисунок 2.6 - Епюра згинальних моментів M (кН·м)

Геометричні параметри основи колони наведені в таблиці 2.3.

Приймаємо траверсу висотою 100 мм (рисунок 2.7).

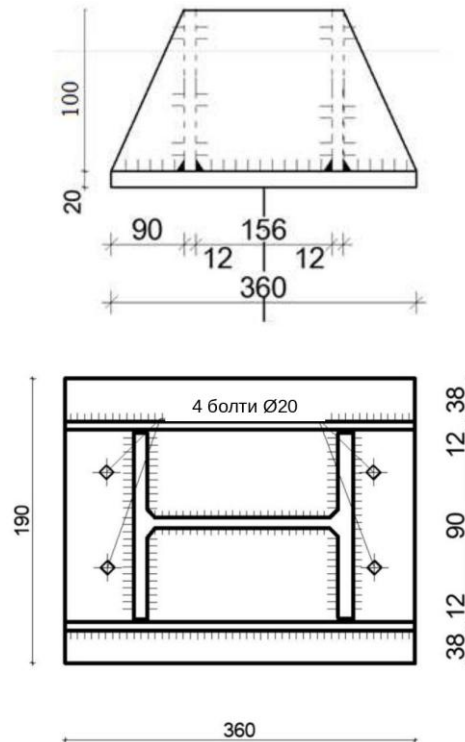


Рисунок 2.7 - Траверса колони

Висновок: підібрані перерізи головної балки, балки настилу та колони забезпечують жорсткість, міцність, стійкість цих конструкцій під час експлуатації.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

3.1 Вихідні дані для розрахунку фундаменту

Проект «Картодром у місті Суми» ,в його рамках буде проводитися розробка варіанту стовпчастого фундаменту на природному ґрунті.

Вихідні дані

Район будівництва - м. Суми. Конструктивне рішення — каркасне.

Висота будівлі—3,5 м. Розміри будівлі в плані—30 × 24 м .

Фундамент — стовпчастий.

Зовнішні стіни - металеві сендвіч-панелі.

Покриття — покрівельні сендвіч-панелі.

Дах — плоский.

3.2 Оцінка інженерно-геологічних умов

Будівельний майданчик має спокійний рельєф з абсолютною відміткою 251 (рисунок 3.1).

Ґрунт складається з таких шарів:

1-й шар: супісок, товщиною 1,1м

- густиною ґрунту $\rho = 1,78 \text{ т/м}^3$;
- щільністю твердих частинок ґрунту $\rho_s = 2,68 \text{ т/м}^3$;
- вологість ґрунту $\omega = 0,19$;
- вологість на межі розкочування $\omega_p = 0,20$;
- -вологість на межі текучості $\omega_L = 0,25$.
- 2-й шар: галечник, товщиною 3 м
- густиною ґрунту $\rho = 2,08 \text{ т/м}^3$
- густиною твердих частинок ґрунту $\rho_s = 2,69 \text{ т/м}^3$

Супісок — пухка гірська порода або ґрунт, що складається, головним чином, з піщаних і пилюватих частинок з додаванням близько 3 – 10% алевритових, пелітових або глинистих частинок. Галечник — нецементована осадова порода псефітової структури, уламкова фракція якої представлена переважно галькою, хоча до 10% може складатися з валунів, гравію, піску, супіску.

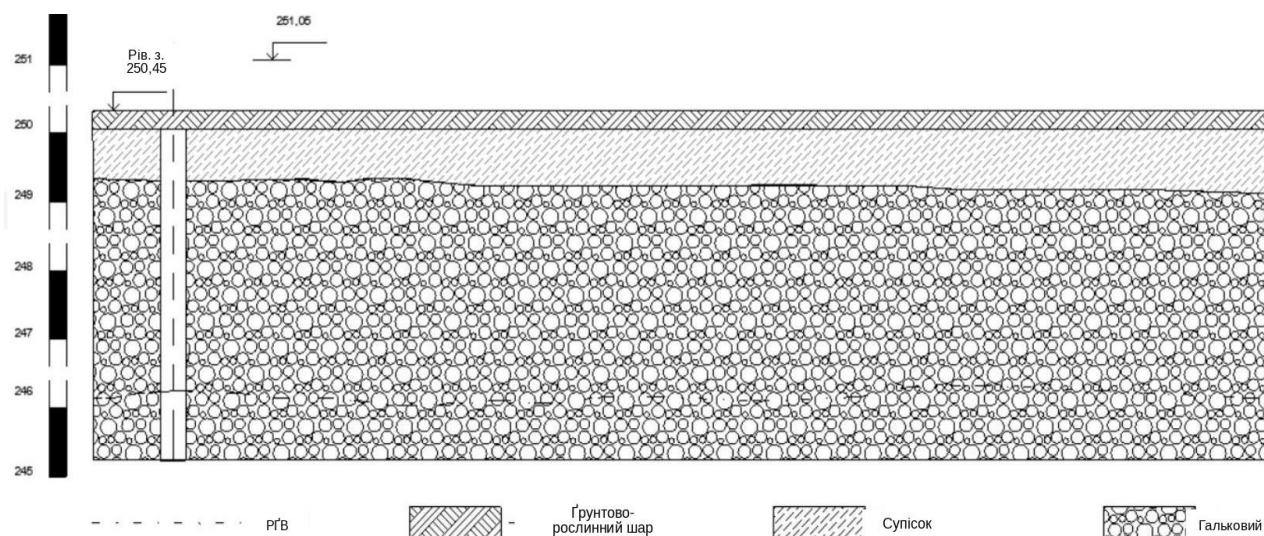


Рисунок 3.1 - Геологічний розріз

3.3 Збір навантажень

Виконуємо збір навантажень на центрово стиснуту колону. Збір навантажень представлений у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Збір навантажень на вантажній площі колони

№ поз.	Вид навантаження	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f	Розрахункове навантаження, т
1	Постійне:		
	- головна балка 6 м: $m = 297,6$ кг0,3 тонни; кількість-25; $q = 0,3 = 0,3$ т.	1,05	0,315

Продовження таблиці 3.1

№ поз.	Вид навантаження	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f	Розрахункове навантаження, т
2	- покриття, виконане з покрівельних сендвіч-панелей: $T_{\text{покp}} = 180 \text{ мм}; S_{\text{покp.}} = 36 \text{ м}^2$; Маса $1 \text{ м}^2 = 30 \text{ кг}$ $m_{\text{заг}} = 36 \cdot 30 = 1080 \text{ кг} = 1,08 \text{ т.}$	1,0	1,08
3	- сталеві прогони для листів покриття: (двотавр 1852 6 м) $m = 112,8 \text{ кг}$; кількість — 7 шт. $m_{\text{заг.}} = 112,8 \cdot 7 = 789,6 \text{ кг} = 0,79 \text{ т.}$	1,05 (	0,83
Разом постійної:			2,22
Тимчасова:			
1	-снігова: $S_{\text{покp.}} = 36 \text{ м}^2$; Навантаження на $1 \text{ м}^2 = 100 \text{ кг}$; $q_{\text{сн}} = 36 \cdot 100 = 3600 \text{ кг} = 3,6 \text{ т.}$	1,2	4,32
Разом тимчасова:			4,32

Визначення навантаження на фундамент від власної ваги колони:

-колонна сталева:

$$h_{\text{кол}} = 3,3 \text{ м};$$

$$S_{\text{се 4}} = 0,003 \text{ м}^2;$$

$$m_{\text{кол}} = 85,14 \text{ кг} = 0,08 \text{ т};$$

$$m_{\text{к.с коеф.н}} = 0,08 \cdot 1,05 = 0,084 \text{ т.}$$

Проводимо перерахунок навантаження з тонн у кН:

$$N = q_{\text{расч}} \cdot q, \quad (3.1)$$

де $q_{\text{роз}}$ - розрахункове навантаження на фундамент (т/м), визначається за формулою:

$$q_{\text{роз}} + q_{\text{покрит}}$$

l – прискорення вільного падіння, рівне 9,8. У розрахунку приймаємо $10 \text{ (м/с}^2 \text{)}$.

$$N = (0,084 + 6,54) \cdot 10 = 66,24 \text{ кН}$$

3.4 Розрахунок стовпчастого фундаменту на природному ґрунті

Визначаємо попередньо площу основи фундаменту.

Попередні розміри фундаменту визначаємо за [25]:

$$A = \frac{N}{R_0 - y \cdot d}, \quad (3.2)$$

N - вертикальне навантаження від колони, рівне 66,24 кН (п.3.1);

d - глибина закладення фундаменту;

y - середнє значення питомої ваги фундаменту та ґрунту на його обрізах, попередньо прийняте $y = 20 \text{ кН/м}^3$;

R_0 - розрахунковий опір ґрунту, призначений для попереднього розрахунку [25].

$$A = \frac{66,24}{600 - 20 \cdot 1,7} = 0,3 \text{ м}^2$$

Оскільки фундамент є центровим стиснутим, то отримане значення площі; тоді $a = 0,3 \text{ м}^2$., приймаємо фундамент монолітного типу і призначаємо ширину подушки, рівну $0,6 \times 0,6 \text{ м}$ (рисунки 3.2 і 3.3).

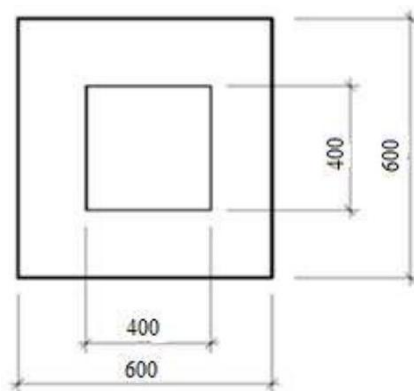


Рисунок 3.2 - Геометричні параметри стовпчастого фундаменту

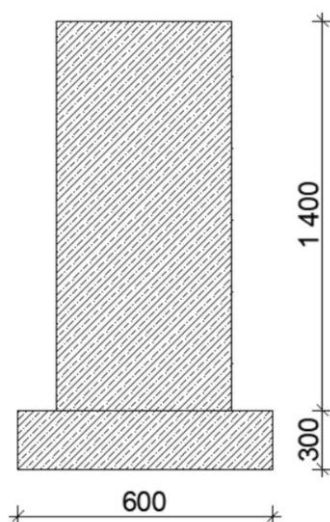


Рисунок 3.3 - Геометричні параметри стовпчастого фундаменту

3.5 Визначення розрахункового опору ґрунту фундаменту

Розрахунковий опір ґрунтів основи слід визначати з урахуванням прийнятої глибини закладення та ширини підшви фундаменту.

Для гальковика, за таблицею А6 [25]:

$$\varphi = 43^\circ$$

$$c_n = 0,002$$

$$E = 50$$

$$M_\gamma = 3,12$$

$$M_q = 13,46$$

$$M_c = 13,37$$

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot M_c \cdot c_{II}); \quad (3.3)$$

Де γ_{c1}, γ_{c2} — коефіцієнти умов експлуатації відповідно ґрунтового фундаменту та будівлі або споруди у взаємодії з фундаментом;

k - коефіцієнт, що приймається рівним одиниці, якщо характеристики міцності ґрунту (φ_{II}) визначені безпосередніми випробуваннями, і $k = 1,1$;

M_γ, M_q, M_c — коефіцієнти, що залежать від кута внутрішнього тертя;

k_z - коефіцієнт, що приймається рівним одиниці 1;

b - ширина підшви фундаменту, м;

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

γ'_{II} - для ґрунтів, що залягають вище підшви фундаменту, кН/м^3 ;

c_{II} - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту;

d_1 - глибина закладення фундаментів, м.

$$R = \frac{1,25 \cdot 1}{1,1} \cdot (3,12 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 21,6 + 13,46 \cdot 1,5 \cdot 17,2 + 13,37 = 470,96 \text{ кН};$$

3.6 Визначаємо фактичне напруження, що діє на ґрунт

$$\sigma = \frac{N + F_\phi}{A} \quad (3.4)$$

F_ϕ - навантаження від фундаменту;

N - навантаження від будівлі;

A - площа підшви фундаменту;

Визначаю об'єм підшви фундаменту:

$$V = a \cdot b \cdot h \quad (3.5)$$

$$V = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,3 = 0,108 \text{ м}^3$$

Визначаю вагу фундаментної подушки:

$$F = V \cdot \rho \cdot 10 \quad (3.6)$$

$$F = 0,108 \cdot 2,5 \cdot 10 = 2,7 \text{ кН}$$

Визначаю об'єм стакана:

$$V = a \cdot b \cdot h \quad (3.7)$$

$$V = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 1,4 = 0,22 \text{ м}^3;$$

Визначаю вагу стакана:

$$F = V \cdot \rho \cdot 10 \quad (3.8)$$

$$F = 0,22 \cdot 2,5 \cdot 10 = 5,5 \text{ кН};$$

$$F_{\phi} = 2,7 + 5,5 = 8,2$$

$$\sigma = \frac{66,24 + 8,2}{0,16} = \frac{72,94}{0,16} = 455 \text{ кН};$$

$$455 \text{ кН} < 470,96 \text{ кН}$$

Умова $\sigma < R$ виконується.

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 [33].

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.

4.8 Вимоги безпеки при електрозварювальних роботах

Електрозварник повинен бути екіпірований у спецодяг, а також взуття, що забезпечує гарантований захист від потрапляння на тіло розплавлених частинок металу. До комплекту одягу входять брезентові штани та куртка, що мають

кишені, закриті спеціальними клапанами (одягатися слід тільки на випуск), шнурівка взуття повинна бути щільною. На руках повинні бути зварювальні рукавички.

Повинна бути перевірена електрична ізоляція струмопровідних елементів (електрокабель) і тримача електродів.

Перевіряється надійність і правильність заземлення таких елементів: корпусу зварювального агрегату, його електричної частини, заготовки, що зварюється, та рубильника.

Усі з'єднання кабелю та зварювального агрегату повинні бути надійними.

У місці проведення робіт не повинні знаходитися будь-які легкозаймисті матеріали, відстань від робочої площадки до місця їх можливого розміщення повинна становити не менше 10 метрів. Проводити роботи на відкритій території під час атмосферних опадів (сніг, дощ) заборонено, після їх завершення зварювання дозволено тільки із застосуванням діелектричних рукавичок, взуття та килимків, які повинні проходити обов'язкову перевірку у встановлені терміни. При заміні електрода забороняється торкатися вільною рукою до заготовки, що зварюється. Для захисту органів зору та обличчя обов'язковим є застосування захисних масок або щитків, вони повинні забезпечити захист усього обличчя. Також необхідно передбачити захист від впливу зварювальної дуги сторонніх осіб. З цією метою встановлюються спеціальні екрани або щити, що не допускають засліплення оточуючих зварника.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено проєкт критого картингового майданчику в місті Суми. Прийняті рішення спрямовані на створення спеціалізованого спортивно-дозвілєвого об'єкта, у якому забезпечено умови для проведення тренувань і змагань з картингу, розміщення адміністративно-побутових приміщень, обслуговування відвідувачів, зберігання інвентарю та безпечної експлуатації будівлі.

В архітектурно-будівельному розділі охарактеризовано умови земельної ділянки в місті Суми. Майданчик є вільним від забудови, має рівнинний рельєф та абсолютну відмітку 248 м. Під час проєктування враховано природно-кліматичні та сейсмічні умови району, зокрема снігові, вітрові й температурні впливи. Аналіз рози вітрів показав переважання південно-західного напрямку вітру, що враховано під час розміщення будівлі та формування її архітектурно-планувального рішення.

Рішення генерального плану передбачають раціональне використання території та зручне транспортне обслуговування об'єкта. Головний під'їзд запроєктовано із західного боку, з боку вул. Пирятинської. На ділянці передбачено автостоянку для 35 легкових автомобілів, складські приміщення, трансформаторну підстанцію, проїзди та пішохідні доріжки з твердим покриттям. Площа ділянки становить 16396 м², площа забудови — 3512 м², площа озеленення — 8000 м², а площа асфальтобетонного покриття — 4884 м². Значна частка озеленення сприяє формуванню комфортного середовища та покращенню санітарного стану території.

Об'ємно-планувальна структура об'єкта сформована відповідно до його функціонального призначення. Будівля має прямокутну форму в плані та складається з адміністративно-побутової і трекової частин. Адміністративна зона запроєктована одноповерховою, а трекова частина має збільшену висоту, необхідну для розміщення критої гоночної траси та забезпечення безпечного внутрішнього простору.

У межах адміністративно-побутової частини передбачено тамбур, гардероб, касу, буфет, кімнату охорони, приймальню, кабінети адміністрації, приміщення для персоналу, тренажерний зал, інвентарні, складські та господарські приміщення, санітарні вузли, суддівську та глядацьку зони. Таке функціональне зонування дає змогу розділити потоки відвідувачів, персоналу, спортсменів і технічного обслуговування, а також забезпечити необхідні умови для проведення спортивно-дозвіллевих заходів.

Конструктивну систему критого картингового майданчику прийнято каркасною з металевих елементів. Адміністративно-побутова частина вирішена із застосуванням металевих колон двотаврового перерізу та металевих ферм. Трекова частина запроєктована з металевими арковими конструкціями, що дає змогу перекрити значний внутрішній простір без улаштування проміжних опор у зоні руху картів. Огороджувальні конструкції передбачено з сендвіч-панелей, а покрівельне покриття — з утеплених покрівельних панелей.

Для спільної роботи двох функціонально різних частин будівлі передбачено деформаційний шов між адміністративно-побутовою та трековою зонами. Антисейсмічні шви суміщено з деформаційними, що забезпечує можливість незалежних переміщень частин комплексу під час температурних і сейсмічних впливів. Таке рішення підвищує надійність будівлі та зменшує ризик появи пошкоджень у місцях з'єднання різновисотних об'ємів.

У роботі виконано теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін і покриття. Для зовнішніх огороджувальних конструкцій прийнято сендвіч-панелі з утеплювачем із пінополістиролу та зовнішніми обшивками з оцинкованого профільованого листа. Результати розрахунків підтвердили, що прийняті конструкції забезпечують необхідний опір теплопередачі та відповідають вимогам теплозахисту для адміністративно-побутових приміщень об'єкта.

У розділі пожежної безпеки передбачено комплекс організаційно-технічних та конструктивних заходів. Вони включають застосування негорючих або важкогорючих матеріалів у відповідних конструкціях, використання електрообладнання відповідно до класу пожежонебезпечної зони, захисне

відключення електроустановок, блискавкозахист будівлі та можливість застосування засобів пожежогасіння. Прийняті рішення спрямовані на запобігання виникненню пожежі, обмеження її поширення та забезпечення безпечної евакуації людей.

У розрахунково-конструктивному розділі виконано розрахунок елементів металевих каркаса у програмному комплексі SCAD++. Під час розрахунку враховано власну вагу конструкцій, навантаження від огорожувальних елементів покриття, снігові та вітрові впливи. Розрахункову схему сформовано з урахуванням геометричних параметрів каркаса, кроку колон, прольотів і характеру передавання навантажень на основні несучі елементи.

Для елементів покриття виконано збір навантажень на прогони та визначено навантаження, що передаються на балки й колони. Як конструктивний елемент покриття прийнято двотавровий прогін 18Б2. У результаті розрахунку встановлено зусилля в елементах каркаса, отримано епюри поперечних сил і згинальних моментів, а також визначено параметри опорної частини колони.

У роботі розглянуто роботу центрально стиснутої сталевих колони, на яку передаються навантаження від покриття, прогонів, огорожувальних конструкцій, снігових і вітрових впливів. Результати розрахунку підтверджують, що прийняті перерізи головної балки, балки настилу та колони забезпечують необхідні показники міцності, жорсткості та стійкості в експлуатаційних умовах.

У розділі основ і фундаментів проаналізовано інженерно-геологічні умови майданчика. Ґрунтова основа представлена супіском і галечником, для яких розглянуто основні фізико-механічні властивості. На підставі характеристик ґрунтів, навантажень від металевих каркаса та конструктивних вимог прийнято рішення щодо влаштування стовпчастих фундаментів на природному ґрунті.

Для фундаментів виконано збір навантажень, визначено розрахунковий опір основи та проведено перевірку фактичних напружень у ґрунті. Прийняте фундаментне рішення забезпечує передавання навантажень від металевих колон на ґрунтову основу та сприяє стійкій роботі каркаса критого картингового майданчику.

У розділі охорони праці та техніки безпеки розглянуто вимоги до облаштування і утримання будівельного майданчика, організації робочих місць, виконання вантажно-розвантажувальних, монтажних, покрівельних, оздоблювальних, земляних та електрозварювальних робіт. Окрему увагу приділено безпечному монтажу металевих конструкцій, роботам на висоті, запобіганню падінню матеріалів та інструментів, безпечній експлуатації вантажопідіймальних механізмів і виконанню робіт у котлованах та траншеях.

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. Ігнат'єва, В. Б. (2019). Посилення несучих конструкцій фіброармованими системами та сталевими конструкціями. *Матеріали XXI наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*, 102-104.
9. Підгурський, М. І., Підгурський, І. М., Сташків, М. Я., Ігнат'єва, В. Б., Данильченко, С., Биків, Д., & Підлужний, О. (2023). Особливості дослідження напружено-деформівного стану будівельних сталевих перфорованих балок методом скінчених елементів. *Вісник Тернопільського національного технічного університету*, 111(3), 126-138..
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Ігнат'єва, В. Б., & Скакун, Д. В. (2018, November). Залежність фізико-механічних властивостей бетонних сумішей від виду модифікуючих добавок.

In *Konferencja międzynarodowa "Naukowy i innowacyjny potencjał prezentacji"*.

12. Мещерякова, О. М., & Ясній, В. П. (2022). Bim: ефективний інструмент для реконструкції будівель та споруд. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві, 18, 61-70.

13. Ігнат'єва, В. Б., & Шинкляр, Н. В. (2019, October). Аналіз способів посилення залізобетонних будівельних конструкцій. In *Scientific discoveries: projects, strategies and development*. European Scientific Platform.

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. Ihnatieva, V. Mykola Pidgurskyi; Ivan Pidgurskyi; Mykola Stashkiv; Viktoriia Ihnatieva; Svitlana Danylchynko; Denys Bykiv; Oleh Pidluzhnyi.
30. Mykhailo, H., Ihnatieva, V., & Denys, B. (2024). Influence of mass distribution on natural vibrations of a reinforced concrete building frame..
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.