

_____ 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 Кицкаю Олександру Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект критого льодового 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)

Кицкай О.В.

(прізвище та ініціали)

Баран Д.Я.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ВАРІАНТНЕ ПРОЄКТУВАННЯ.....	9
1.1 Вибір покриття арени.....	9
1.2 Опис та обґрунтування розглянутих конструкцій	10
1.2.1 Варіант 1	11
1.2.2 Варіант 2	12
1.2.3 Варіант 3	13
РОЗДІЛ 2 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	14
2.1 Вихідні дані для проєктування	14
2.1.1 Характеристика об'єкта будівництва	14
2.1.2 Характеристика місця будівництва	15
2.2 Об'ємно-планувальне рішення.....	15
2.3 Функціональне призначення будівлі.....	18
2.4 Конструктивні рішення	19
2.4.1 Характеристика несучих конструкцій.....	19
2.4.2 Характеристика огорожувальних конструкцій	19
2.4.3 Розрахунок утеплювача зовнішніх стінових панелей	20
2.4.4 Зовнішнє оздоблення	23
2.5.7 Оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення.....	23
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	26
3.1 Конструктивні рішення льодового покриття арени	26
3.2 Силкові розрахунки поперечного перерізу споруди	27

3.2.1 Сума навантажень на раму	27
РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК КАРКАСУ БУДІВЛІ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ SCAD	37
4.1 Розрахункова схема.....	37
4.2 Схеми навантажень	37
4.3 Результати підбору перерізів сталевих конструкцій у ПК SCAD.....	39
4.4 Розрахунок вузлів арки.....	42
4.4.1 Опорний вузол	42
4.5 Вузли з'єднання розкосів і поясів	44
4.6 Розрахунок монтажного стику верхнього пояса.....	45
РОЗДІЛ 5 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	48
5.1 Безпека життєдіяльності.....	48
5.2 Заходи з пожежної безпеки	54
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	56
БІБЛІОГРАФІЯ.....	60

ВСТУП

Криті льодові майданчики належать до спеціалізованих спортивних споруд, для яких необхідно забезпечити одночасну реалізацію спортивної, видовищної, тренувальної, громадської та технічної функцій. Особливістю таких об'єктів є значні прольоти покриття, потреба у створенні вільного внутрішнього простору над ареною, організація місць для глядачів, спортсменів, суддів, представників засобів масової інформації, персоналу та технічних служб.

Актуальність кваліфікаційної роботи полягає у розробленні проєкту критого льодового майданчику, придатного для проведення хокейних матчів, змагань із фігурного катання, шорт-треку, навчально-тренувального процесу та інших спортивно-видовищних заходів. Проєктне рішення передбачає багатофункціональне використання споруди протягом року, що вимагає раціонального функціонального зонування, надійної конструктивної системи, належного теплозахисту огорожувальних конструкцій і забезпечення безпечної експлуатації будівлі.

Об'єктом проєктування є критий льодовий майданчик, виконаний у вигляді трирівневого багатофункціонального спортивно-видовищного комплексу. Будівля має прямокутну конфігурацію в плані з габаритами 120×132 м. Основною частиною комплексу є льодова арена місткістю не менше 5000 глядачів, навколо якої організовано глядацькі, спортивні, адміністративні, технічні та допоміжні приміщення.

Планувальна структура будівлі передбачає функціональне розділення потоків глядачів, спортсменів, суддів, представників засобів масової інформації, адміністративного персоналу та технічних служб. У складі комплексу передбачено вестибюльну групу, каси, гардероби, буфети, медичні приміщення, роздягальні спортсменів, тренувальні зали, приміщення для суддів, прес-центр, конференц-зали, VIP-зони, адміністративні кабінети, інженерні та складські приміщення. Вертикальний зв'язок між рівнями забезпечується сходовими клітками та ліфтами.

Важливим етапом роботи є варіантне проектування покриття льодової арени. У роботі розглянуто три конструктивні варіанти: двохарнірну арку з нижнім поясом із тросів, суцільностінну безшарнірну арку та наскрізну безшарнірну арку. Порівняння виконано за архітектурною виразністю, металоємністю, жорсткістю, трудомісткістю виготовлення, умовами монтажу та об'ємом опалюваного простору. Для подальшого проектування прийнято наскрізну безшарнірну арку, яка забезпечує раціональну висоту покриття, уніфікованість елементів та зменшення витрат металу.

Конструктивна схема будівлі прийнята змішаною. Покриття арени утворене сталевими арками, прогонами та системою зв'язків. Арки виконуються із квадратних труб змінного перерізу відповідно до характеру розподілу внутрішніх зусиль. Опорами для аровних конструкцій є монолітні залізобетонні колони. Внутрішні колони, сходово-ліфтові блоки, перекриття та окремі вертикальні елементи також виконуються з монолітного залізобетону. Будівлю розділено на два температурні блоки.

Огороджувальні конструкції передбачені зі стінових і покрівельних сендвіч-панелей, а також алюмінієвих вітражів. Прийняті рішення забезпечують необхідний опір теплопередачі, захист внутрішнього простору від атмосферних впливів і формування сучасного архітектурного вигляду спортивної споруди.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурно-будівельних, конструктивних і фундаментних рішень критого льодового майданчику з урахуванням його спортивно-видовищного призначення, великопрольотної конструктивної схеми, кліматичних впливів, вимог до надійності сталевих і залізобетонних конструкцій та умов експлуатації споруди.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання:

1. Виконано варіантне проектування конструкції покриття льодової арени та обґрунтовано вибір наскрізної безшарнірної арки.
2. Розроблено архітектурно-планувальні рішення критого льодового майданчику, визначено склад приміщень, функціональне зонування та зв'язки між окремими частинами комплексу.

3. Проаналізовано природно-кліматичні умови району будівництва, необхідні для прийняття навантажень і конструктивних рішень.

4. Прийнято конструктивну схему споруди зі сталевим арочним покриттям, монолітними залізобетонними колонами, перекриттями, ригелями та сходово-ліфтовими блоками.

5. Виконано теплотехнічний розрахунок зовнішніх стінових і покрівельних сендвіч-панелей.

6. Зібрано постійні, снігові та вітрові навантаження на елементи арочного покриття.

7. Виконано розрахунок сталевого каркаса у програмному комплексі SCAD, визначено зусилля в елементах, підібрано перерізи арок, зв'язків і прогонів.

8. Розроблено конструктивні рішення опорного вузла арки, вузлів з'єднання поясів і розкосів, а також монтажного стику верхнього пояса арки.

9. Виконано розрахунок основ і фундаментів з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика та навантажень від будівлі.

Вихідними даними для проєктування є функціональне призначення об'єкта як критого льодового майданчику, місткість арени, параметри будівлі, прийнята арочно-зв'язкова конструктивна схема, застосування сталевих арок, монолітних залізобетонних колон, сендвіч-панелей, залізобетонних перекриттів і фундаментів.

Методи виконання роботи включають варіантне порівняння конструктивних рішень, аналіз архітектурно-планувальних вимог, збір навантажень, теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій, просторовий розрахунок сталевого каркаса у програмному комплексі SCAD, конструювання вузлів арочного покриття та розрахунок фундаментів.

Практичне значення роботи полягає у розробленні технічно обґрунтованого проєктного рішення критого льодового майданчику, яке поєднує спортивне, тренувальне, видовищне та громадське призначення споруди. Прийняті рішення забезпечують створення великопрольотного внутрішнього

простору, раціональну організацію функціональних зон, надійну роботу сталевих арочного покриття та можливість подальшого опрацювання проєктної документації.

Ключові слова: КРИТИЙ МАЙДАНЧИК, СПОРТИВНО-ВИДОВИЩНИЙ КОМПЛЕКС, СТАЛІВІ АРКИ, СЕНДВІЧ-ПАНЕЛІ, ФУНДАМЕНТИ.

РОЗДІЛ 1

ВАРІАНТНЕ ПРОЄКТУВАННЯ

Варіантне проектування полягає у підготовці та виборі оптимального варіанту конструктивних, планувальних, інженерних та інших рішень. Розробка варіантів здійснюється з урахуванням технічних, економічних та інших показників. Ключовою метою такого методу є обґрунтований вибір рішень, які відповідатимуть технічному завданню та вимогам замовника.

Основні критерії

- 1) економія металу та зменшення маси конструкцій за рахунок уточнення методів розрахунку, ліквідації невиправданих запасів міцності та конструктивних надмірностей, застосування сталей підвищеної міцності.
- 2) зниження трудомісткості виготовлення та монтажу, яке залежить від проектного рішення та технології. відповідати нормам будівельної безпеки.
- 3) об'єм опалювального приміщення, що залежить від конструктивних рішень.

1.1 Вибір покриття арени

Будівлі з великопрольотними конструкціями відносять до унікальних споруд, що свідчить про індивідуальність проектування кожної з них. Такі конструкції виконуються з різних матеріалів: сталь, спеціальні тканини, залізобетон, дерево та інші. У даному проекті розглянуто оптимальну роботу металевих покриттів із залізобетонними опорами в монолітному виконанні.

Колони виконані в монолітному виконанні з метою збільшення протипожежних властивостей каркаса будівлі та максимального здешевлення будівництва. В якості покриття арени приймаємо арочно-зв'язкову конструктивну схему. Прольоти металевих арочних конструкцій, що застосовуються для промислових, громадських та сільськогосподарських будівель і споруд, можуть бути 30 – 150 м.

У порівнянні з балковими та рамними конструкціями арокні мають ряд переваг: менша витрата металу; ефективність арок збільшується зі зростанням прольоту (згинальний момент у 5-8 разів менший, ніж у балкових, і в 3-5 разів менший, ніж у рамних системах, за рахунок раціонального контуру арок); більша жорсткість (прогин арок у 2-3 рази менший, ніж у рамах); архітектурна виразність.

Розглянемо три варіанти арок: двошарнірну арку та безшарнірні з суцільним перерізом пояса з решітчастою конструкцією поясів.

Вибір конструктивної форми впливає на остаточні габаритні розміри споруди, можливість застосування типових елементів, конструктивні рішення вузлів і з'єднань. А сама конструктивна форма впливає на технологію та монтаж.

Важливими критеріями є:

- архітектурна виразність;
- вибір типів вузлів і з'єднань;
- уніфікованість елементів конструкцій
- трудомісткість виготовлення та монтажу;
- маса конструкції;
- економічність виготовлення та монтажу.

Габарити конструкції визначені з урахуванням необхідного простору, щоб забезпечити можливість розміщення в ньому льодової арени місткістю не менше 5000 місць з дотриманням усіх вимог, а також реалізувати корисний простір приміщення для дозвілєво-соціальних потреб населення. Габарити можуть бути уточнені в ході подальшої розробки.

1.2 Опис та обґрунтування розглянутих конструкцій

Оскільки розміри перетину профілів, що складають будь-який з розглянутих варіантів, на даному етапі вказати неможливо, то основним критерієм для порівняння буде об'єм внутрішнього простору.

1.2.1 Варіант 1

Двошарнірна арка з нижнім поясом з тросів.

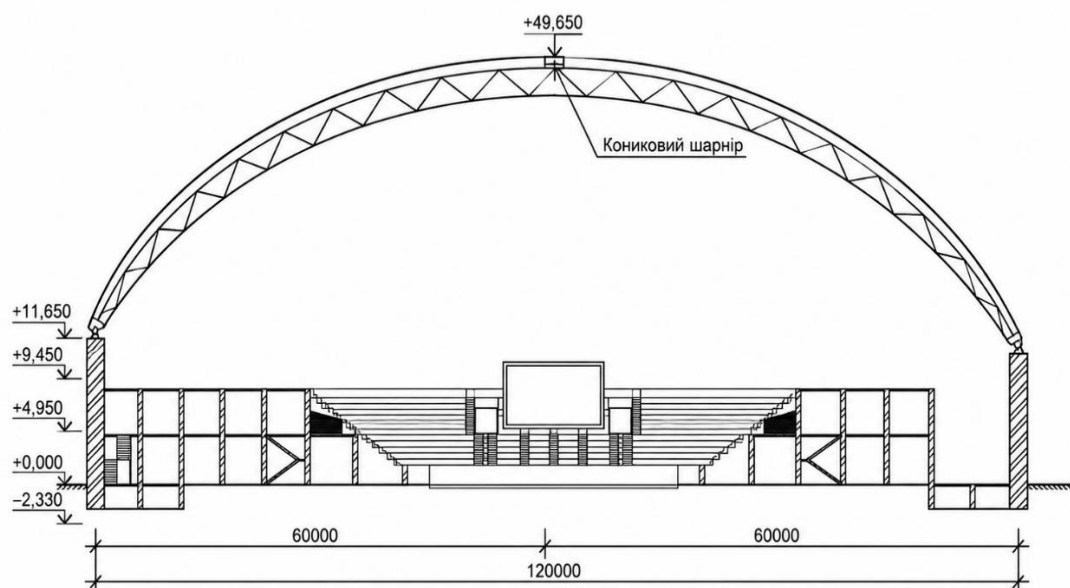


Рисунок 1.1 - Варіант 1. Суцільностінна арка з нижнім поясом з тросів

Для високих арок доцільно приймати обриси по ланцюговій лінії катеноїда. Однак у високих арках великі зусилля викликає вітрове навантаження, яке може давати дві різко розбіжні лінії тиску. У цьому випадку обриси арки доцільно приймати за середнім значенням на епюрі між двома крайніми лініями тиску.

Нижній пояс виконаний з попередньо напружених тросів.

Габарити будівлі в осях становлять:

- план — 120x132 м;
- висота до верху арки — 43,3м.

Таким чином, об'єм опалювального простору становить 340,57 тис.м³.

Її переваги:

- архітектурна виразність;
- сприятливий розподіл моментів по всій довжині;
- низька чутливість до осідання опор (при влаштуванні 3-х шарнірної арки) -можливість побудувати форму, наближену до кривої дії моментів.

Мінуси:

- велика висота (відповідно витрати на опалення);
- необхідність влаштування потужних опор або влаштування попередньо напруженого затягування (внаслідок дії розпірання);
- складність монтажу через криволінійний контур;
- криволінійний контур суцільних арок ускладнює їх виготовлення.

1.2.2 Варіант 2

Суцільностінна безшарнірна арка.

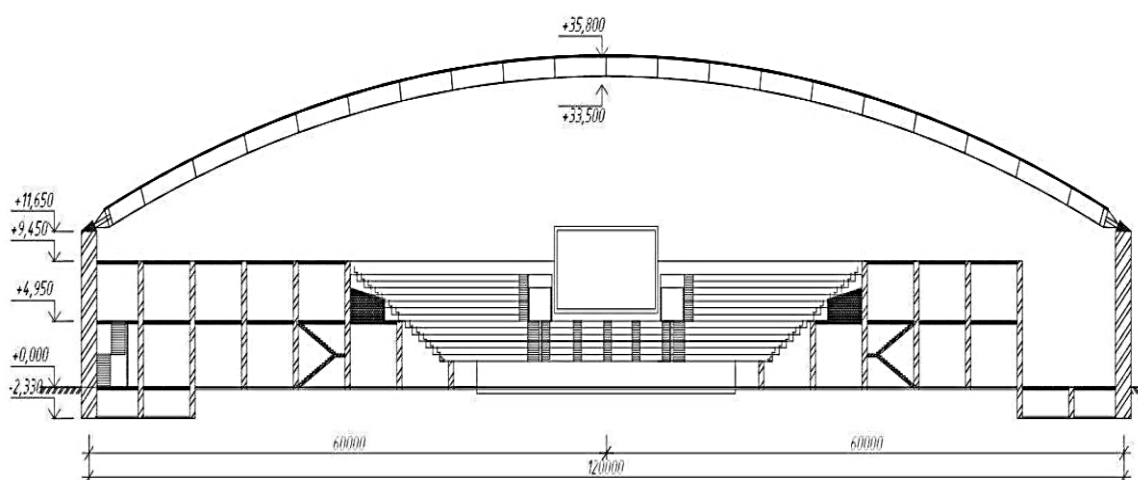


Рисунок 1.2 - Варіант 2. Суцільностінна безшарнірна арка

Висоту перерізу суцільних арок призначають у межах $(1/50 \div 1/80)$ прольоту. Габарити будівлі в осях становлять:

- план — 120×132 м;
- висота до верху арки — 43,3 м.

Таким чином, об'єм опалювального простору становить 183,64 тис. м³.

Її плюси:

- архітектурна виразність;
- велика несуча здатність при невеликих перерізах елементів;
- має велику жорсткість у площині арки;
- відносна простота у виготовленні та монтажі.

Недоліки: -велика металоємність.

1.2.3 Варіант 3

Наскрізна безшарнірна арка

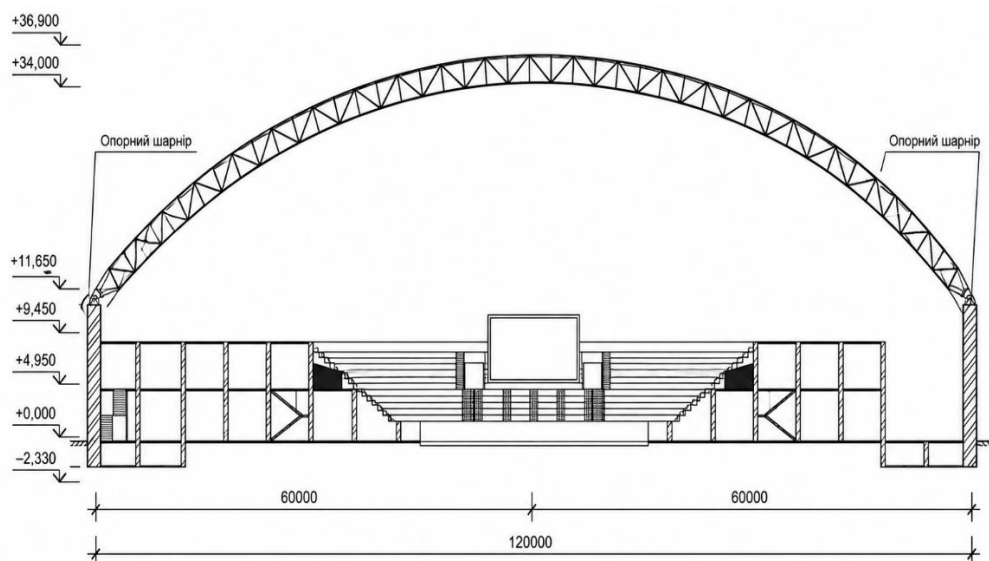


Рисунок 1.3 - Варіант 3. Наскрізна безшарнірна арка

Висоту перерізу наскрізних арок призначають у межах ($1/30 \div 1/60$) прольоту. Рекомендується призначати постійну висоту перерізу наскрізних арок, тобто з паралельними поясами, що найбільш повно відповідає характеру зміни зусиль по довжині.

Габарити будівлі в осях становлять: план — 120×132 м; висота до верху арки — 34 м.

Таким чином, об'єм опалювального простору становить 207,82 тис. м³.

Її переваги: найменша металоємність; велика однотипність елементів; оптимальна архітектурна висота покриття.

Недоліки: має меншу жорсткість з площини арки; відносно велика трудомісткість виготовлення.

Варіант 3 прийнятий до розробки, оскільки є найбільш оптимальним і найбільш металоємним. Укрупнені елементи арок заводської готовності, що поставляються прямо на будівельний майданчик із заводу, є габаритними і транспортуються із заводу-виробника на необхідних видах транспорту

РОЗДІЛ 2

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вихідні дані для проєктування

2.1.1 Характеристика об'єкта будівництва

Об'єкт будівництва — трирівневий багатофункціональний спортивно-видовищний комплекс у місті Чернігів.

Льодову арену планується звести на лівому березі р. Десна (рисунок 2.1). Спортивно-видовищний комплекс стане одним із центрів розвитку Лівобережного округу та всього лівобережжя м. Чернігів, він перетвориться на упорядкований район міста: у перспективі тут будуть облаштовані парк, автостоянка, кафе та ресторани.

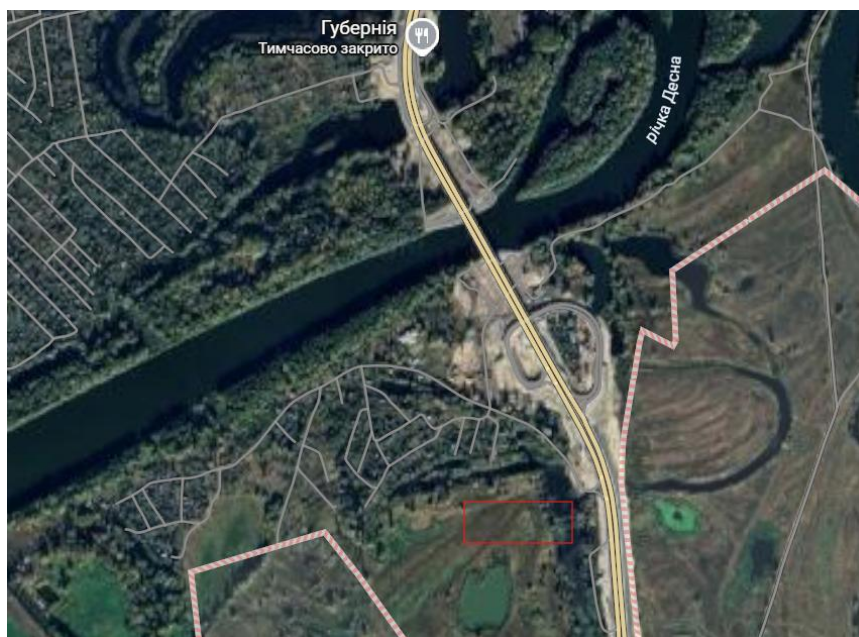


Рисунок 2.1 - Місце розташування об'єкта

Будівля в плані прямокутної конфігурації з розмірами по осях 120 м на 132 м, триповерхова. Монолітні залізобетонні колони, на які спираються конструкції покриття вздовж будівлі. Для захисту від впливу навколишнього середовища встановлюємо сендвіч-панелі та вітражі.

Конструкція покриття виконана зі сталевих безшарнірних арок, які захищаються від навколишнього середовища сендвіч-панелями.

Вид будівництва - нове.

2.1.2 Характеристика місця будівництва

Ділянка під будівництво розташована в м. Чернігів. Абсолютні відмітки поверхні змінюються в межах 210–145 м.

Будівельний майданчик розташований у межах міської забудови, частково покритий лісовими масивами. Територія проектного об'єкта межує: з півночі житлова зона; з заходу житлові будинки; зі сходу — дорога; з півдня - житлові будинки через дорогу. Під'їзд до об'єкта здійснюється із західного боку, а також виїзд на південний бік по проєктованих автомобільних дорогах.

Кліматична характеристика району наведена на підставі [2]. Клімат району помірний.

Таблиця 2.1 - Розрахункові характеристики зовнішнього та внутрішнього середовища

Параметри	Значення параметрів
Населений пункт	м. Чернігів
Температура найхолоднішої п'ятиденки з забезпеченістю 0,98, °C	-29
Середня розрахункова температура опалювального періоду, °C	-3,4
Тривалість опалювального періоду із середньодобовою температурою нижче 8°C , діб	202
Розрахункова температура внутрішнього повітря, °C	22
Відносна вологість внутрішнього повітря, %	67
Режим вологості приміщень	Вологий
Зона вологості території	3 (суха)

2.2 Об'ємно-планувальне рішення

Основне функціональне призначення об'єкта, що проєктується, — проведення змагань, групових матчів з хокею з шайбою серед чоловічих і жіночих

команд, змагань із шорт-треку, фігурного катання, проведення навчально-тренувального процесу. До складу споруд об'єкта входять:

багатофункціональний спортивно-видовищний комплекс з льодовою ареною місткістю не менше 5000 місць;

- охолоджувальна установка;
- буфети для гостей;
- каси;
- магазини сувенірів та квитків;
- зона роздягалень для спортсменів/артистів;
- кімнати медичного обслуговування для гостей та спортсменів
- конференц-зал для інтерв'ю команд
- зал хореографії
- зал силових тренувань
- кімнати охорони, служби зв'язку
- зони самообслуговування.

До основної ари примикає вхідна зона, яка включає в себе: вестибюль, гардероби, зони самообслуговування, виходи на трибуни, приміщення охорони, санвузли, каси. З фойє по просторих застаклених сходах можна піднятися на другий поверх у зону фойє з буфетами для розміщення глядачів на трибунах. Усі функціональні зони розділені відповідно до технологічного призначення на зони, доступні для:

– глядачів — окремі входи на основну арену та тренувальну /вестибюль, фойє, гардероби, санвузли, каси, буфети, приміщення першої медичної допомоги для глядачів/ — розміщуються на 1-му поверсі.

– спортсменів - окремий вхід, роздягальні на 30 місць, кімнати для сушіння форми, душові кабінки, масажні, кімната тренерів, сантехнічні приміщення, приміщення для заточування лез, приміщення для розміщення пральні, тренувальні спортивні приміщення, медико-оглядові приміщення тощо, допінг-контроль, харчування-кав'ярня на 30 місць.

– приміщення для ЗМІ, приміщення для прес-конференцій, прес-центр, мікс-зона, стаціонарні коментаторські кабінети, прес-бар, розміщуються на 2 – 3 -му поверхах.

Зона суддів та посадових осіб, що проводять змагання /окремий вхід, приміщення для польових суддів, центр управління з технічними приміщеннями та робочими кімнатами розміщуються на 1 та 3 поверхах.

Зона для глядачів категорії VIP — окремий ліфт, гардероб, санвузли, приміщення чергової служби, вузол спецзв'язку, VIP-ложа та інші приміщення розміщуються на 1,2,3 -му поверхах.

Служба охорони — приміщення МВС, серверні, кімнати зв'язку та охорони розміщуються на 1 та 3 поверхах.

Адміністративна зона — кабінети адміністрації, фотокопіювальні центри, офісні приміщення — розміщуються на 1, 2 та 3 поверхах.

Зона технічних приміщень — приміщення льодоприбиральних машин, приміщення для зберігання обладнання для догляду за льодом, інвентарні для спортивного інвентарю, захисного покриття та обладнання для трансформації арени, запасних крісел, в'їзд вантажного транспорту на арену, склад, приміщення для точки ковзанів, підсобні приміщення, інвентарні, диспетчерська, службові приміщення — розміщуються на 1, 2 та 3 поверхах.

Зона інженерних приміщень — електрощитові, вентиляційні камери, індивідуальний тепловий пункт, водомірний вузол, водопідготовка, вогнегасильна, серверні — розміщуються в підвалі та на 1,2,3 і нижньому технічному поверхах. За відносну відмітку 0,000 прийнято абсолютну відмітку 210 м. Кількість надземних поверхів - 3. Зовнішній та внутрішній вигляд будівлі обумовлений її функціональним призначенням — спортивна споруда міжнародного стандарту. Зв'язок між поверхами забезпечується закритими пожежними сходами з аварійним освітленням. Будівля оснащена 14 ліфтами. Проектні рішення будівлі, що забезпечують доступ для груп населення з обмеженими можливостями пересування та рівні умови життєдіяльності з іншими категоріями населення, прийняті відповідно до [4].

2.3 Функціональне призначення будівлі

Стоянки для автомобілів та автобусів розміщуються навколо багатофункціонального комплексу. Планувальне рішення спортивно-видовищного комплексу підпорядковане його функціональній організації з чітким поділом зон для глядачів, спортсменів, преси та суддів.

У підвальному поверсі (відм. -2,250) розташована зона технічних приміщень: приміщення насосної, ІТП, насосна АПТ, вузол введення, електрощитові, вентиляційні камери.

Приміщення першого поверху (відм. 0,000) представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.2 - Експлікація приміщень першого поверху

№	Назва	Площа,м.кв.
3105	Ложа гостьового обслуговування Very vip глядачів	93,2
3106	Розподільна	3,26
3107	Приміщення для збору посуду	6,2
3108	Підсобне приміщення	5,8
3109	Санітарний вузол для персоналу	3,3
3110	Підсобне приміщення	4,3
3111	Приміщення для збору посуду	4,5
3112	Розподільна	4,2
3113	Підсобне приміщення	5,1
3114	Розподільна	4,3
3115	Робочий простір для ЗМІ	115,8
3116	Буфет для ЗМІ	125,9
3117	Акредитація ЗМІ	24,3
3118	Акредитаційна ЗМІ	12,2
3119	Буфет для ЗМІ	43,3
3120	Сходові клітки № 1	36,4
3121	Ліфтовий хол	17,3
3122	Шафа ЕОМ	3,41
3123	Шафа СС	3,32
3124	Комунікації	4,03
3125	Шафа ЕОМ	3,79
3126	Шафа СС	3,29
3127	Комунікації	3,68

2.4 Конструктивні рішення

2.4.1 Характеристика несучих конструкцій

Конструкція будівлі вирішена двома температурними блоками. Просторова жорсткість і геометрична незмінність каркаса будівлі забезпечується за рахунок жорсткого з'єднання монолітних залізобетонних колон. Коефіцієнт надійності за відповідальністю — 1,0. Антикоровий захист сталевих конструкцій виконується згідно з [8]. Всі зварні елементи несучого каркаса ґрунтувати складами на алкідній основі в один шар, товщина шару 80 мкм. У разі порушення заводського антикорозійного покриття під час монтажу або транспортування, виконати фарбування у всіх місцях з попереднім очищенням та знежиренням аналогічним складом у 2 рази. Фарбування здійснювати при температурі не нижче +5°C, керуючись [17] і [18]. Після нанесення вогнезахисного складу всі металеві конструкції необхідно пофарбувати фарбою БТ-117 колір за RAL. Товщина шару фарбування - 80 мкм. Антикоровий захист залізобетонних конструкцій здійснюється за рахунок вибору відповідної марки бетону за водонепроникністю, влаштування захисного шару арматури, а також влаштування гідроізоляції.

2.2 Характеристика огорожувальних конструкцій

Зовнішні стіни — сендвіч-панелі тов. 200 мм, алюмінієві вітражі із заповненням стемалітом. Внутрішні стіни ліфтових шахт і льодової ари — монолітний залізобетон. Внутрішні перегородки технічних приміщень, стінки шахт сходів — керамічна цегла М 100 товщиною 120 мм на цементно-піщаному розчині М 100, армована через 5 рядів кладочною сіткою Вр 5 мм, марка цегли КР-р-по250 × 120 × 65/1 НФ/100/2,0/50/, перемички типу ПБ.

Внутрішні перегородки в інших приміщеннях — ГВЛ на металевому каркасі тип. Комплектні системи Кнауф марка С362. Перегородки поелементного

складання з гіпсокартонних листів на металевому каркасі для житлових, громадських та виробничих будівель.

Покрівля: Сендвіч-панель: THERMO товщиною 100 мм.

2.4.3 Розрахунок утеплювача зовнішніх стінових панелей

Теплотехнічні показники складових частин стінової панелі наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Теплотехнічні показники шарів стінової панелі

Номер шару	Назва	Товщина шару δ , м	Щільність матеріалу γ , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м · 0с)
1	Профільований лист	0,005	-	58
2	Мінеральна вата на основі базальтового волокна	X	115	0,044
1	Профільований лист	0,005	-	58

Нормальний вологісний режим приміщення та умови експлуатації огорожувальних конструкцій - А.

Градусо-доби опалювального періоду слід визначати за формулою

$$D_d = (t_{в} - t_{ht}) * Z_{ht} \quad (2.1)$$

Де D_d - градусо-доби опалювального періоду;

$t_{f=20^{\circ}C}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря будівлі;

$t_{ht} = -3,4^{\circ}C$ - середня температура зовнішнього повітря для періоду із середньодобовою температурою зовнішнього повітря не більше $8^{\circ}C$ [2]

$z_{ht} = 202$ днів - тривалість опалювального періоду із середньодобовою температурою повітря не більше $+8^{\circ}$ [2].

Зовнішні огорожувальні конструкції будівлі повинні відповідати необхідному опору теплопередачі R_{0req} , при цьому має виконуватися умова:

$$R_0 \geq R_{req}, \quad (2.2)$$

де R_{0req} — нормоване значення опору теплопередачі, $\text{м}^2\text{C}/\text{Вт}$;

$R_0 \text{ C}/\text{Вт}$ - опір теплопередачі огорожувальної конструкції/ Нормоване значення теплопередачі розраховуємо методом інтерполяції

$$R_{req} = a \cdot D_d + b = 0,0003 \cdot 4727 + 1,2 = 2,62 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}),$$

де a , b — коефіцієнти, значення яких слід брати за даними [3] для громадських будівель. Загальний опір огорожувальних конструкцій:

$$(R_0 = R_{si} + R_k + R_{se}) \quad (2.3)$$

де $R_{si} = 8,7$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

$$R_{se} = 1/a_{ext}, \quad (2.3)$$

$a_{ext} = 23$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій для умов холодного періоду, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$);

$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{a.l}$ - термічний опір огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, де $R_1, R_2, \dots, R_n$ - термічні опори окремих шарів огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{В}$; $R_{a.1} = 0$ - термічний опір замкнутого повітряного прошарку.

$$R_n = \sigma_n / \lambda_n, \quad (2.4)$$

де σ - товщина шару n , м;

λ_n - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару n , Вт/(м $\cdot$ °C).

Профільований металевий лист: $\sigma = 0,0005$ мм, $\lambda = 58$ Вт/(м $\cdot$ C); мінераловатні плити $C\gamma = 1,15$ кН/м 3 : $\sigma = x$ м; $\lambda = 0,044$ Вт/(м $\cdot$ C). Визначимо необхідну товщину теплоізоляційного шару.

$$R_k = 22 \times \frac{0,005}{58} + \frac{x}{0,044} + 0 = 0,00017 + \frac{x}{0,044}$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + 0,00017 + \frac{x}{0,044} + \frac{1}{23} = 0,115 + \frac{x}{0,044}$$

$$R_0 = R_{\text{req}} : 0,115 + \frac{x}{0,044} = 2,62$$

$x = 0,110$ м = 110 мм - необхідна товщина утеплювача. Приймаємо товщину утеплювача - 200 мм з наведеним опором теплопередачі панелі $R_0 = 4,54$ м 2 °C/Вт.

Нормальний вологісний режим приміщення та умови експлуатації огорожувальних конструкцій - А. Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, $\alpha_{\text{ext}} = 23$ Вт/(м 2 · °C). Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,

$$\alpha = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}. \text{ Нормоване значення теплопередачі}$$

$$R_{\text{req}} = a \cdot D_d + b = 0,0004 \cdot 4727 + 1,6 = 3,49 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C/Вт)}$$

Конструкція покриття: оцинкована тонколистова сталь з полімерним покриттям $d = 0,6$ мм ; Мінеральна напівжорстка плита з базальтового волокна; оцинкована тонколистова сталь з полімерним покриттям $d = 0,6$ мм.

Термічний опір R , м 2 · C/Вт, однорідного шару багат шарової огорожувальної конструкції слід визначати за [3]:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (2.6)$$

де δ - товщина шару, м, що приймається за таблицею 2.2; λ - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/м · C, що приймається згідно з [3].

Перетворимо формулу (2.4) за допомогою формул (2.5) і (2.6), отримаємо

$$R_0 = R_{si} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + R_{se}. \quad (2.7)$$

Приймаємо: $\alpha = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{C}$, $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{C}$.

Підставляємо значення у формулу (1), отримаємо:

$$\frac{2,764}{0,9} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,002}{0,16} + \frac{x}{0,050} + \frac{1}{23}.$$

Виразимо товщину шару утеплювача x :

$$x = 0,050 \cdot \left(3,07 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - \frac{0,002}{0,16} \right) = 0,06 \text{ м} = 60 \text{ мм}.$$

$x = 0,06 \text{ м} = 60 \text{ мм}$ - необхідна товщина утеплювача. Приймаємо товщину теплоізоляційного шару - 100 мм.

2.4.4 Зовнішнє оздоблення

Таблиця 2.4 - Відомість про оздоблення фасаду

Елементи фасаду	Оздоблення	Стандартний колір, номер кольору за каталогом RAL
Стіни	Сендвіч-панелі, алюмінієві вітражі з заповненням стемалітом	RAL 5012, 5015, 5017
Колони та елементи фасаду	Алюмінієві панелі	RAL 5015

2.5.7 Оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення

Приміщення основного призначення: льодова арена, вестибюль, фойє, приміщення для VIP та very VIP глядачів, зали силових підготовки та хореографії, роздягальні спортсменів — згідно з дизайн-проектом у складі робочої документації;

Льодова арена:

- стеля - без підвісної стелі

- стіни - фарба інтер'єрна
- підлоги - спеціальне покриття навколо арени, трибуни - бетон з армуванням поверхні.

Вестибюль, фойє:

- стеля - сталева касетна;
- стіни - - водно-дисперсійна фарба;
- підлога - керамічна плитка.

Зал силовій підготовки:

- стеля - алюмінієва касетна;
- стіни - водно-дисперсійна фарба;
- підлога - спортивне покриття.

Зал хореографії:

- стеля - алюмінієва касетна;
- стіни - водно-дисперсійна фарба;
- підлога - керамічна плитка.

Гардероби:

- стеля - алюмінієва касетна;
- стіни - водно-дисперсійна фарба;
- підлога - керамічна плитка.

Роздягальні:

- стеля - алюмінієва касетна;
- стіни - високоякісне фарбування;
- підлога - керамічна плитка.

Приміщення служб безпеки - відповідно до вимог відповідних служб.

Коридори, кабінети, тренерські, суддівські:

- стеля — алюмінієва касетна;
- стіни - високоякісне фарбування водно-дисперсійною фарбою;
- підлога - керамічна плитка.

Приміщення вологого та мокрого циклу (санвузли, душові, умивальні, комори для прибирального інвентарю, підсобні приміщення їдальні персоналу):

- стеля - рейкова підвісна стеля;
- стіни - керамічна плитка;
- підлога - неслизька керамічна плитка.

Побутові приміщення, їдальня персоналу:

- стеля - рейкова підвісна стеля;
- стіни - керамічна плитка;
- підлога - неслизька керамічна плитка.

Технічні та підсобні приміщення:

- стеля – фарбування;
- стіни – фарбування;
- підлога - неслизька керамічна плитка.

Сходові клітки:

- стеля та нижня частина маршів - високоякісне фарбування;
- стіни - високоякісне фарбування;
- підлоги - неслизька керамічна плитка;
- сходи - керамограніт з насічкою.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Конструктивні рішення льодового покриття ацени

Розмір будівлі становить 120000 x 132000 мм в осях А-Ц/1-24. Крок арок 6 м, висота будівлі 36,9 м. Конструктивна схема покриття є ааточною. Каркас виконаний із змішаних конструкцій. Елементи арок виконані з квадратних труб різних перетинів. Висота стінки, ширина поясів та їх товщина змінюються по довжині відповідно до огинаючої епюри внутрішніх силових факторів від різних комбінацій зовнішніх впливів. Зв'язки також спроектовані з квадратних труб перерізом 120 і 180 мм. У якості розпірок виступають труби круглого перерізу. Покрівля виконана з сендвіч-панелей. Фахверкові стійки під стінові сендвіч-панелі з відм. +11,65 виконані з квадратних труб 80x6 мм і розташовуються з кроком 6 метрів. Каркас будівлі вирішений двома температурними блоками виходячи з рекомендацій. Відстань деформаційного шва прийнята конструктивно.

Внутрішні колони монолітні перерізом 600 × 600 мм. Служать опорою для міжповерхових перекриттів і ригелів, на які спираються порожнисті залізобетонні плити товщиною 220 мм.

I. Крайні колони монолітні перерізом 1000 × 1800 мм виконані з бетону класу міцності В30, марки водонепроникності W6, марки морозостійкості F100. Служать опорою для арок. В якості армування використовувалися арматурні стрижні діаметром 28 мм А500С за [5].

II. Ліфтові блоки виконані в монолітному виконанні. Товщина стін – 200 мм. Виконані з бетону класу міцності В30, марки водонепроникності W6, марки морозостійкості F100. Армування сходово-ліфтових блоків виконано з арматури діаметрами 12; 14; 18 А500С за [15].

III. Перекриття виконані з багатопорожнистих залізобетонних плит 1 ПК60.30 розмірами 6000 x 3000 мм та 1 ПК51.30 розмірами 5100 x 3000 мм. Товщина перекриттів 220 мм.

IV. Ригелі залежно від сприйманих навантажень виконані з двотаврових балок 25 Б2 і 30 Б1. Збірні елементи трибун виконані з металевого профілю в заводських умовах. Збірні елементи трибун являють собою плити різної довжини та висоти. Товщина плити становить 140 мм. Виконані з бетону класу міцності В30, марки водонепроникності W 4, марки морозостійкості F 100. Армування виконано з арматури діаметром 8 мм А500С за [5].

3.2 Силкові розрахунки поперечного перерізу споруди

3.2.1 Сума навантажень на раму

Відповідно до вимог [13] для розрахунку придатності до нормальної експлуатації застосовано нормативні навантаження, для розрахунку несучої здатності – розрахункові навантаження.

Усі навантаження поділяються за тривалістю впливу на постійні, тимчасові тривалої дії, короткочасні та враховуються в розрахунках у вигляді основного поєднання (особливого поєднання немає через відсутність особливих навантажень). В основному поєднанні:

- постійні навантаження прийняті з коефіцієнтом $\psi = 1$; - всі тривалі навантаження прийняті з коефіцієнтом $\psi_{11} = 1$ в запас міцності;

Постійні навантаження.

Навантаження на арку від ваги конструкцій покриття та покрівлі наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Навантаження на арку від ваги конструкцій покрівлі.

Конструкція покриття	Вимірювач	Нормативне навантаження	γ_f	Розрахункове навантаження
Покрівля 1. Сендвіч-панель товщиною 100 мм, масою 20 кг/м ²	к Н/м ² поверхні	0,2	1,2	0,24
Разом:		0,2		0,24

Навантаження від покрівельних панелей передається на арки через прогони. Нормативне постійне навантаження на 1 погонний метр визначаю за формулою:

$$q_{\text{пост(норм)}} = q \cdot B_{\text{прог}} = 0,2 \cdot 3 = 0,6 \text{ кН/м} \quad (3.1)$$

Розрахункове постійне навантаження на 1 погонний метр

$$q_{\text{пост(роз)}} = q_{\text{пост(норм)}} \cdot y_f = 0,6 \cdot 1,2 = 0,72 \text{ кН/м.}$$

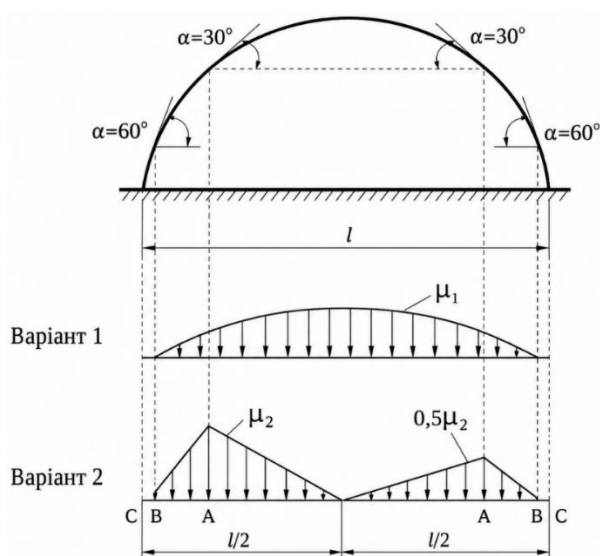
Власну вагу арки, прогонів і зв'язків задамо за допомогою можливостей програмного комплексу SCAD. Нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття слід визначати за формулою:

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g \quad (3.2)$$

де c_e - коефіцієнт, що враховує знесення снігу з покриттів будівель під дією вітру або інших факторів; c_t - термічний коефіцієнт; μ - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття; S_g - вага снігового покриву на 1 м^2 у горизонтальній поверхні землі;

$$S_g = 1,2 \text{ кН/м}^2 \text{ для III снігового району.}$$

Згідно з [2] слід встановити коефіцієнт знесення снігу



α – кут між дотичною до арки та горизонталлю; μ_1 – рівномірно змінне навантаження; за параболічним законом; μ_2 – трикутне навантаження.

Рисунок 3.1 - Визначення коефіцієнта μ

$$\mu_1 = \cos(1,5\alpha).$$

$$\mu_2 = 2\sin(3\alpha).$$

Розрахункове значення снігового навантаження дорівнюватиме:

$$S = S_0 \cdot \gamma_f (\kappa \text{ Н/м}^2) \quad (3.1)$$

Де $\gamma_f = 1,4$ - коефіцієнт надійності за сніговим навантаженням.

Тоді розрахункове навантаження від снігу на 1 м ригеля рами з урахуванням кроку арок у поздовжньому напрямку та класу відповідальності будівлі дорівнюватиме:

$$q_{\text{снєг}} = S \cdot B (\kappa \text{ Н/м}), \quad (3.2)$$

Де B - крок арок.

Занесемо результати розрахунків до таблиці 3.2

Таблиця 3.2 - Результати розрахунку снігового навантаження

1 Варіант						2 Варіант								
α	μ_1	S_0	$S \cdot 1,4$	$q_{\text{снєг}}$	$q_{\text{снєг}}$	μ_2	S_0	S	$q_{\text{снєг}}$	$q_{\text{снєг}}$	$0,5 \cdot \mu_2$	S_0	S	$q_{\text{снєг}}$
39	0,52	0,62	0,87	2,19	1,57	1,78	1,78	2,49	7,48	5,35	0,89	0,89	1,25	2,67
37	0,57	0,68	0,96	2,38	1,7	1,87	1,87	2,61	7,84	5,6	0,93	0,93	1,31	2,8
35	0,61	0,73	1,02	2,56	1,83	1,93	1,93	2,7	8,11	5,8	0,97	0,97	1,35	2,9
33	0,65	0,78	1,1	2,73	1095	1,98	1,98	2,77	8,3	5,93	0,99	0,99	1,38	2,96
30	0,71	0,85	1,19	2,97	2,12	2,0	2,0	2,8	8,4	6,00	1,0	1,0	1,4	3,0
29	0,73	0,87	1,22	3,05	2,18	2,0	2,0	2,8	8,39	5,99	1,0	1,01	1,4	3,0
28	0,74	0,88	1,24	3,12	2,23	1,99	1,99	2,78	8,35	5,97	0,99	0,99	1,39	2,98
26	0,78	0,94	1,31	3,26	2,33	1,96	1,96	2,74	8,22	5,87	0,98	0,98	1,37	2,93
24	0,81	0,97	1,36	3,4	2,43	1,9	1,9	2,66	7,99	5,71	0,95	0,95	1,33	2,85
22	0,84	1	1,4	3,52	2,52	1,83	1,83	2,56	7,67	5,48	0,91	0,91	1,28	2,74
20	0,87	1,04	1,46	3,64	2,6	1,73	1,73	2,42	7,27	5,2	0,87	0,87	1,21	2,6
18	0,89	1,07	1,49	3,74	2,67	1,62	1,62	2,27	6,8	4,85	0,81	0,81	1,13	2,43
16	0,91	1,1	1,52	3,84	2,74	1,49	1,49	2,08	6,24	4,46	0,74	0,74	1,04	2,23
14	0,93	1,16	1,56	3,92	2,8	1,34	1,34	1,87	5,62	4,01	0,67	0,67	0,94	2,01
12	0,95	1,14	1,59	3,99	2,85	1,18	1,18	1,65	4,94	3,53	0,59	0,59	0,82	1,76
10	0,97	1,16	1,63	4,06	2,9	1,0	1,0	1,4	4,2	3,0	0,5	0,5	0,7	1,5
9	0,98	1,17	1,64	4,08	2,92	0,91	0,91	1,27	3,81	2,72	0,45	0,45	0,64	1,36
7	0,99	1,18	1,66	4,13	2,95	0,72	0,72	1,00	3,01	2,15	0,36	0,36	0,5	1,08
5	1,0	1,2	1,67	4,16	2,97	0,52	0,52	0,72	2,17	1,55	0,26	0,26	0,36	0,78

Продовження таблиці 3.2

α	μ_1	S_0	$S_{-1,4}$	$q_{\text{снєг}}$	$q_{\text{снєг}}$	μ_2	S_0	S	$q_{\text{снєг}}$	$q_{\text{снєг}}$	$0,5 \cdot \mu_2$	S_0	S	$q_{\text{снєг}}$
3	1,0	1,2	1,68	4,19	2,99	0,31	0,31	0,44	1,31	0,94	0,16	0,16	0,22	0,47
1	1,0	1,2	1,68	4,20	3,0	0,1	0,1	0,15	0,44	0,31	0,05	0,05	0,07	0,16
0	1,0	1,2	1,68	4,20	3,0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0

Вітрове навантаження

При розрахунку будівлі розрахунок проводиться для основного типу вітрового навантаження:

$$W_n = W_m + W_p \quad (3.3)$$

Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження W_m залежно від еквівалентної висоти Z_e над поверхнею землі слід визначати за формулою:

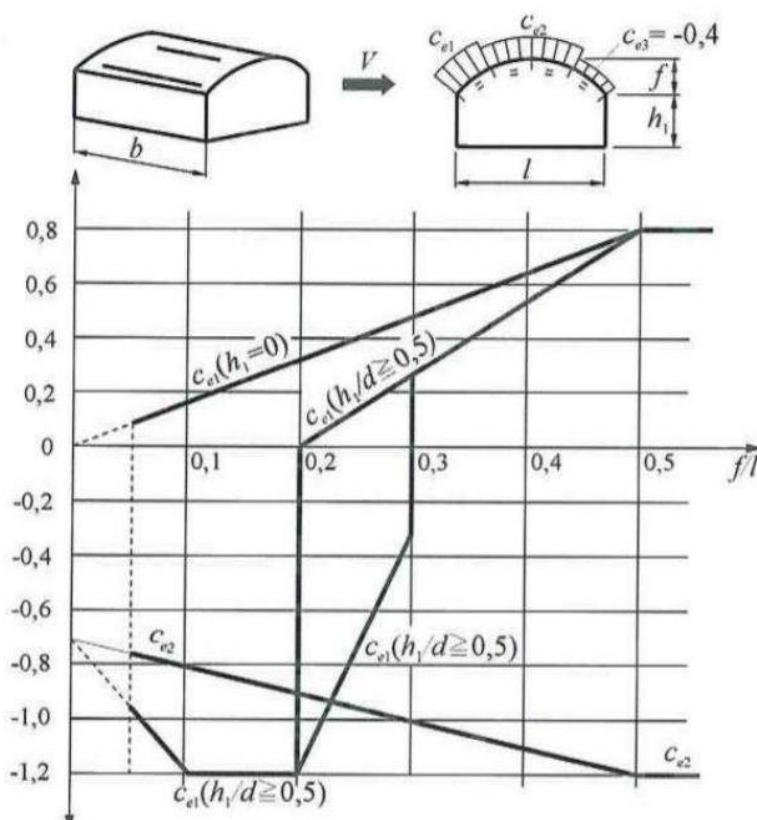
$$W_m = W_o \cdot k(z_e) \cdot c_e \quad (3.4)$$

де W_o - нормативне значення вітрового тиску;

$k(z_e)$ - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску для висоти Z_e ;

c_e - аеродинамічний коефіцієнт.

Нормативне значення вітрового тиску W_o приймається залежно від вітрового району. Для м. Чернігів (III район) $W_o = 0,38 \text{ кН/м}^2$. Коефіцієнт $k(z_e)$ визначається залежно від типу місцевості. Приймаю тип місцевості В (міські території, лісові масиви та інші місцевості, рівномірно вкриті перешкодами висотою понад 10 м). Аеродинамічний коефіцієнт c_e приймається для прямокутних у плані будівель зі склепінчастими покриттями: $c_{e1} = 0,4, c_{e2} = -0,95, c_{e3} = -0,4$.

Рисунок 3.2 - Аеродинамічний коефіцієнт c_e

$$W_{m1} = 0,38 \cdot 1,046 \cdot 0,293 = 0,147 \text{ кН/м}^2 ;$$

$$W_{m2} = 0,38 \cdot 1,046 \cdot -0,883 = -0,443 \text{ кН/м}^2 ;$$

$$W_{m3} = 0,38 \cdot 1,046 \cdot -0,4 = -0,2 \text{ кН/м}^2 .$$

Нормативне значення пульсаційної складової вітрового навантаження на висоті z_e при розрахунку будівель висотою до 36 метрів, при відношенні висоти до прольоту менше 1,5 у місцевостях А і В допускається визначати за формулою:

$$W_p = W_m \cdot \zeta(z_e) \cdot v, \quad (3.5)$$

де W_m - нормативне значення середньої складової вітрового навантаження;

$\zeta(z_e)$ - коефіцієнт пульсації тиску вітру. Визначається залежно від типу місцевості та за допомогою інтерполяції, $\zeta(z_e) = 0,9367$. v - коефіцієнт просторової кореляції пульсації тиску вітру. v - слід визначати для розрахункової поверхні споруди. Розрахункова поверхня включає в себе ті частини навітряних і

підвітряних поверхонь, для яких тиск вітру передається на розраховувані елементи споруди.

$$W_{p1} = 0,147 \cdot 0,9367 \cdot 0,75 = 0,08 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_{p2} = -0,443 \cdot 0,9367 \cdot 0,65 = -0,231 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_{p3} = -0,2 \cdot 0,9367 \cdot 0,65 = -0,104 \text{ кН/м}^2;$$

Тоді, згідно з формулою [2], з урахуванням коефіцієнта надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,4$, кроку прогонів 3 м та з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням будівлі $\gamma_n = 1,0$ отримаємо такі значення розрахункових вітрових навантажень:

Рівномірно розподілене навантаження на арку

$$w_1 = (w_m + w_p) \gamma_f L \gamma_n \quad (3.6)$$

Результати розрахунку занесемо до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Результати розрахунку вітрового навантаження

Аеродинамічний коефіцієнт	z_e , м	$k(z_e)$	w_m , кПа	$\zeta(z_e)$	w_p , кПа	w , кПа	w_1
$c_{e1} = 0,4$	36,9	1,0465	0,147	0,9367	0,08	0,227	0,68
$c_{e2} = -0,95$	36,9	1,0465	-0,443	0,9367	-0,231	-0,674	-2,02
$c_{e3} = -0,4$	36,9	1,0465	-0,2	0,9367	-0,104	-0,304	-0,91

Вітрове навантаження на торцеву частину будівлі

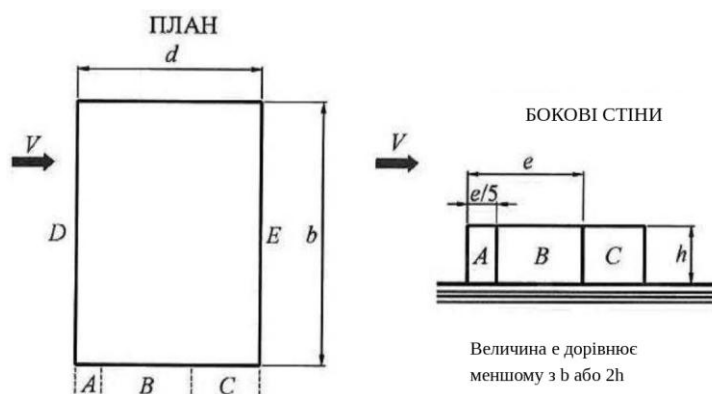


Рисунок 3.3 - Розподіл вітрового навантаження по ділянках будівлі

Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження W_m :

Ділянка А

$$e = 2 \cdot h = 2 \cdot 36,43 = 73 \text{ м};$$

$$A = 73/5 = 15 \text{ м};$$

1 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 0,8321 \cdot (-1) = -0,4 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_p = -0,4 \cdot 0,9325 \cdot 0,65 = -0,24 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,4 - 0,24 = -0,64 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,64 \cdot 6 = 3,84 \text{ кН/м}.$$

2 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 0,888 \cdot (-1) = -0,43 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_p = -0,43 \cdot 0,902 \cdot 0,65 = -0,25 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,43 - 0,25 = -0,68 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,68 \cdot 6 = 4,08 \text{ кН/м}.$$

3 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 0,929 \cdot (-1) = -0,46 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_p = -0,46 \cdot 0,882 \cdot 0,65 = -0,26 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,46 - 0,26 = -0,72 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,72 \cdot 6 = 4,32 \text{ кН/м}.$$

Ділянка В

$$B = e = 73 \text{ м};$$

4 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 0,9645 \cdot (-0,8) = -0,37 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_p = -0,37 \cdot 0,865 \cdot 0,65 = -0,21 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,37 - 0,21 = -0,58 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,58 \cdot 6 = 3,48 \text{ кН/м}.$$

5 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 0,993 \cdot (-0,8) = -0,38 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_p = -0,38 \cdot 0,851 \cdot 0,65 = -0,21 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,38 - 0,21 = -0,59 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,59 \cdot 6 = 3,54 \kappa H / \text{м}.$$

6 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 1,016 \cdot (-0,8) = -0,39 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$W_p = -0,39 \cdot 0,84 \cdot 0,65 = -0,213 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$W = -0,39 - 0,213 = -0,6 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,6 \cdot 6 = 3,6 \kappa H / \text{м}.$$

7 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 1,033 \cdot (-0,8) = -0,4 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$W_p = -0,4 \cdot 0,832 \cdot 0,65 = -0,22 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$W = -0,4 - 0,22 = -0,62 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,62 \cdot 6 = 3,72 \kappa H / \text{м}.$$

8 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 1,046 \cdot (-0,8) = -0,41 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$W_p = -0,41 \cdot 0,826 \cdot 0,65 = -0,23 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$W = -0,41 - 0,23 = -0,64 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,64 \cdot 6 = 3,84 \kappa H / \text{м}.$$

9 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 1,053 \cdot (-0,8) = -0,42 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$W_p = -0,42 \cdot 0,821 \cdot 0,65 = -0,23 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$W = -0,42 - 0,23 = -0,65 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,65 \cdot 6 = 3,9 \kappa H / \text{м}.$$

10 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 1,055 \cdot (-0,8) = -0,42 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$W_p = -0,42 \cdot 0,821 \cdot 0,65 = -0,32 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$W = -0,42 - 0,23 = -0,65 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,65 \cdot 6 = 3,9 \kappa H / \text{м}.$$

11 фахверк

$$W_m = 0,42 \kappa H / \text{м}^2;$$

$$W_p = -0,23 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,65 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{eq} = 3, \text{ кН/м.}$$

Ділянка С

13 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 1,033 \cdot (-0,5) = -0,25 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_p = -0,42 \cdot 0,832 \cdot 0,65 = -0,13 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,25 - 0,13 = -0,38 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,38 \cdot 6 = 2,28 \text{ кН/м.}$$

14 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 1,016 \cdot (-0,5) = -0,24 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_p = -0,24 \cdot 0,84 \cdot 0,65 = -0,13 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,24 - 0,13 = -0,37 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,37 \cdot 6 = 2,22 \text{ кН/м.}$$

15 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 0,993 \cdot (-0,5) = -0,23 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_p = -0,23 \cdot 0,851 \cdot 0,65 = -0,13 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,23 - 0,13 = -0,36 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,36 \cdot 6 = 2,21 \text{ кН/м.}$$

16 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 0,9645 \cdot (-0,5) = -0,23 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_p = -0,23 \cdot 0,865 \cdot 0,65 = -0,12 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,23 - 0,12 = -0,35 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,35 \cdot 6 = 2,1 \text{ кН/м.}$$

17 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 0,929 \cdot (-0,5) = -0,22 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_p = -0,22 \cdot 0,882 \cdot 0,65 = -0,12 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,22 - 0,12 = -0,34 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,34 \cdot 6 = 2,04 \text{ кН/м.}$$

18 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 0,888 \cdot (-0,5) = -0,21 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_p = -0,21 \cdot 0,902 \cdot 0,65 = -0,12 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,21 - 0,12 = -0,33 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,33 \cdot 6 = 1,98 \text{ кН/м.}$$

19 фахверк

$$W_m = 0,48 \cdot 0,8321 \cdot (-0,5) = -0,20 \text{ кН/м}^2;$$

$$W_p = -0,20 \cdot 0,9325 \cdot 0,65 = -0,12 \text{ кН/м}^2;$$

$$W = -0,2 - 0,12 = -0,32 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{eq} = 0,32 \cdot 6 = 1,92 \text{ кН/м.}$$

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК КАРКАСУ БУДІВЛІ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ SCAD

4.1 Розрахункова схема

Розрахункова схема представлена стрижневими кінцевими елементами. Навантаження від ваги конструктивних елементів визначається програмним комплексом автоматично.

Розрахунок сталевих елементів конструкції аروحного покриття в осях А/Б 1/18 виконано в програмному комплексі SCAD Office версії 21.1.

Розрахункова схема представлена на рисунку 4.1.

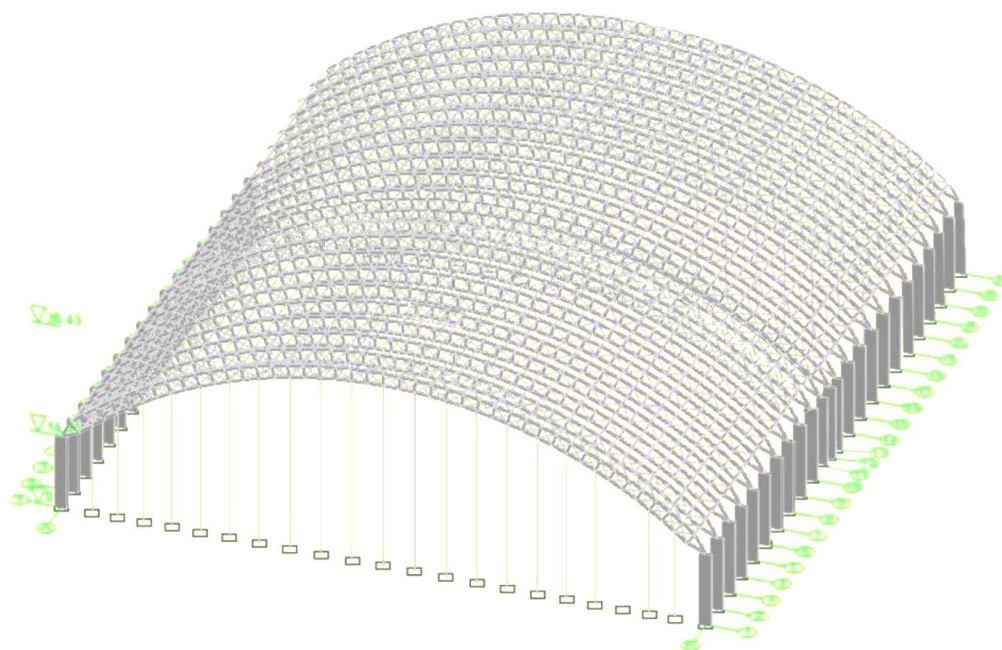


Рисунок 4.1 - Розрахункова схема

4.2 Схеми навантажень

Схеми навантажень наведені на рисунках 4.1.2-4.1.7.

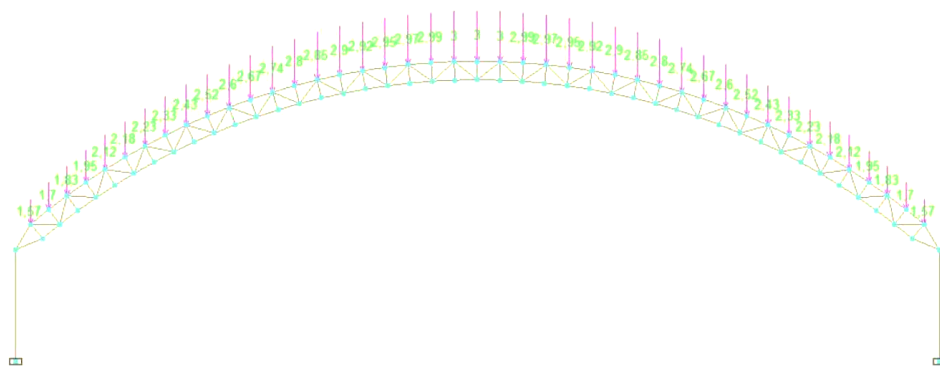


Рисунок 4.2 - Снігове навантаження (тип 1)

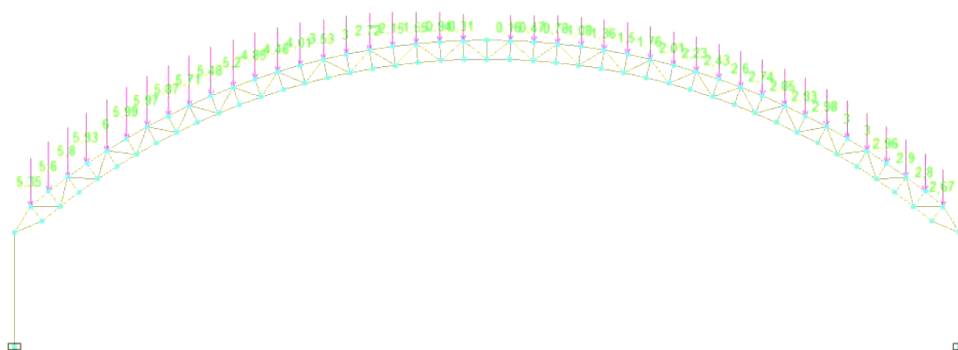


Рисунок 4.3 - Снігове навантаження (тип 2)

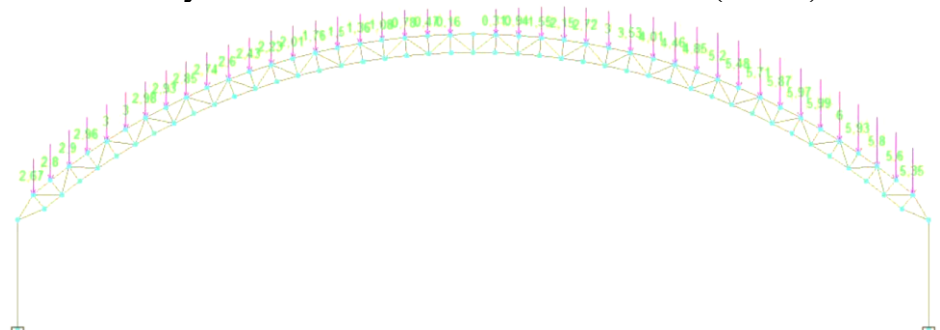


Рисунок 4.4 - Снігове навантаження (тип 3)

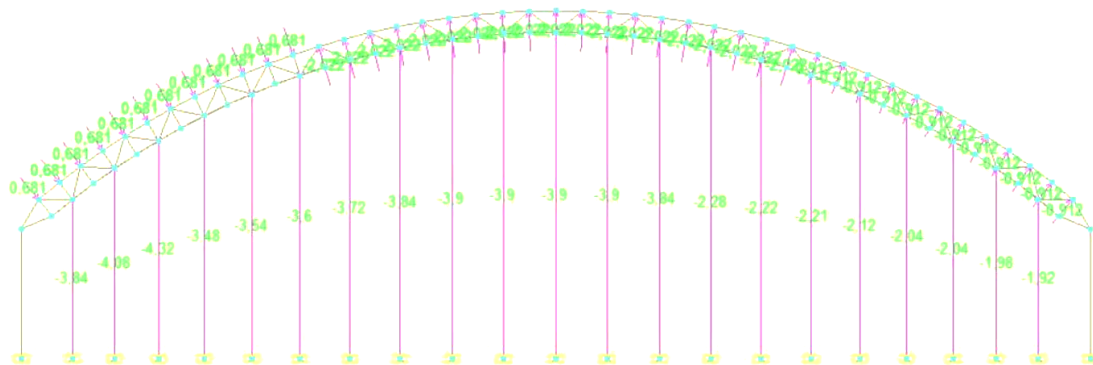


Рисунок 4.5 - Вітрове навантаження (тип 1) одночасно з вітром на торець будівлі

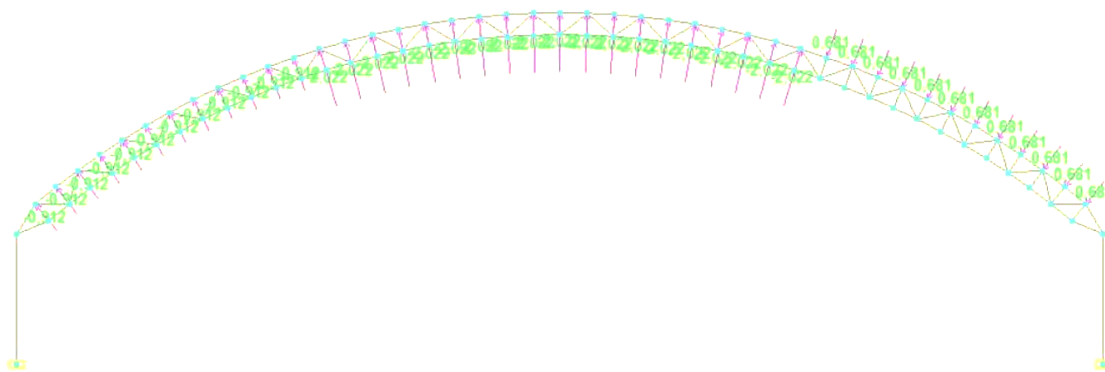


Рисунок 4.6 - Вітрове навантаження (тип 2)

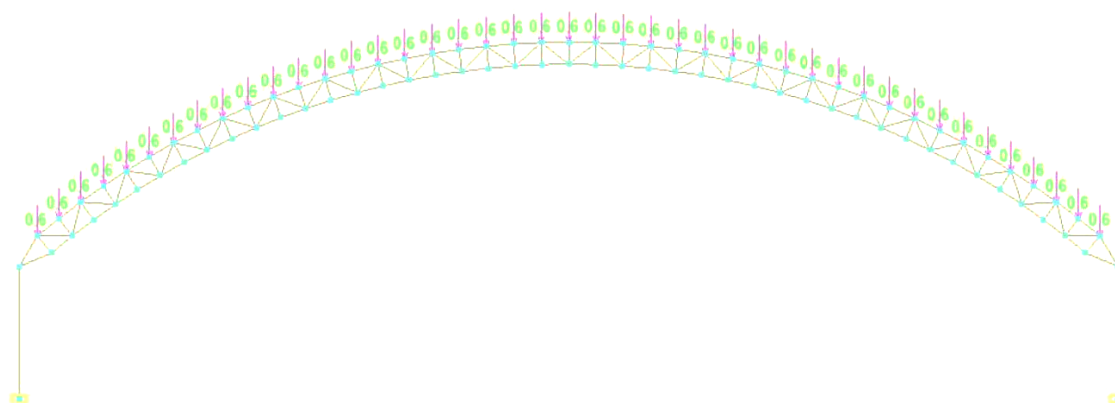


Рисунок 4.7 - Постійне навантаження від ваги покрівлі

4.3 Результати підбору перерізів сталевих конструкцій у ПК SCAD

Для контролю результатів проведемо ручний розрахунок двох елементів.

Розрахунок центрального елемента нижнього поясу.

Розрахунок проводимо для найбільш навантаженого стрижня. Елемент центрально розтягнутий, визначимо необхідну площу перерізу куточків:

$$A_{req} \geq \frac{N_{max}}{R_y \gamma_c} = \frac{1056,89}{315 \cdot 10^{-1} \cdot 0,95} = 93,1 \text{ см}^2;$$

Беремо квадратну трубу 450 x 6 з площею 105,63 см²

Оскільки елемент розтягнутий, розрахунок на втрату стійкості не проводиться.

Розрахунок центрального елемента верхнього поясу.

Елемент центрально стиснутий, для розрахунку візьмемо умовну гнучкість, рівну 90.

Знайдемо гнучкість стрижня:

$$\lambda = \lambda \sqrt{R_y/E} = 90 \sqrt{315/2,06 \cdot 10^5} = 3,128;$$

Знайдемо φ , інтерполюючи значення:

$\varphi(3,0) = 0,704$; $\varphi(3,2) = 0,660$; $\varphi(3,128) = 0,682$ Попередньо підберемо переріз за формулою:

$$A_{req} \geq \frac{N_{max}}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{1891,26}{0,682 \cdot 31,5 \cdot 1} = 101,23 \text{ см}^2$$

Приймаємо трубу 450 x 6 з площею 105,63 см², момент інерції 25021 см⁴

Радіус інерції перерізу

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{25021}{105,63}} = 15,21 \text{ см}$$

Знайдемо гнучкість стрижня

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} \sqrt{R_y/E} = \frac{3000}{105,63} \sqrt{315/2,06 \cdot 10^5} = 0,821;$$

Знайдемо в φ , інтерполюючи значення:

$\varphi(0,8) = 0,981$; $\varphi(1,0) = 0,968$; $\varphi(0,821) = 0,979$. Перевіримо загальну стійкість підбраного перерізу:

$$\frac{N_{max}}{\varphi R_y \gamma_c A_{req}} = \frac{1891,26}{0,979 \cdot 31,5 \cdot 1 \cdot 105,63} = 0,68 \leq 1;$$

Порівняємо умовну гнучкість з гранично допустимою для опорного розкосу, вона дорівнює $[\lambda] = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,74 = 126,6$

Оскільки $\lambda = \frac{300}{14,32} = 20,94 < 126,6$.

Перевіримо стійкість стінки квадратної труби.

Знайдемо умовну гнучкість стінки:

$$\lambda_w = \left(\frac{h_{ef}}{t} \right) \sqrt{R_y/E} = \left(\frac{450 - 32}{6} \right) \sqrt{315/2,06 \cdot 10^5} = 0,892$$

Знайдемо значення граничної умовної гнучкості λ_{uw} :

$\lambda_{uw} = 1,0 + 0,2\lambda$ при умовній гнучкості елемента більше 1

$\lambda_{uw} = 1,2$ при умовній гнучкості менше 1

$$\lambda_w = 0,892 < 1,2 = \lambda_{uw} \quad (4.1)$$

Стійкість стінки профілю забезпечена

У таблицях 4.1, 4.2 наведено результати підбору перерізів сталевих конструкцій.

Таблиця 4.1 - Результати підбору перерізів сталевих конструкцій.

Конструктивний елемент	Група уніфікації	Перетин для експертизи	Результат підбору
Верхній пояс	Загальний верхній і нижній пояс	Квадратні труби 500 × 11.0	Квадратні труби 450 × 6.0
Нижній пояс	Загальний верхній і нижній пояс	Квадратні труби 500 × 11.0	Квадратні труби 450 × 6.0
Стійки	Стійки (крайні опорні)	Квадратні труби 350 × 5.5	Квадратні труби 180 × 4.0

Таблиця 4.2 - Результати розрахунку перерізів сталевих конструкцій.

Конструктивний елемент	Група уніфікації	Перетин для експертизи	Результат підбору
	Стійки (інші)	Квадратні труби за 350 × 5.5	Квадратні труби за 140 × 4.0
Розкоси	Розкоси	Квадратні труби за 300 × 4.0	Квадратні труби за 180 × 4.0
Прогони	Прогони	Прямокутні 180x170x8	Прямокутні труби 200x160x6
Зв'язки по верхньому поясу	Зв'язки по верхньому поясу	Квадратні труби 120 × 5.0	Квадратні труби 180 × 3.5
Стійки фахверка	Стійки фахверка	Квадратні труби 80 × 4,5	Квадратні труби 380x6
Зв'язки по нижньому поясу	Зв'язки по нижньому поясу	Квадратні труби 120 × 3.5	Квадратні труби 180 × 4.5

4.4 Розрахунок вузлів арки

4.4.1 Опорний вузол

Розрахунок цапфи

Розрахунок цапфи на зріз виконую за формулою

$$N_{bs} = R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \quad (4.1)$$

Де R_{bs} - розрахунковий опір на зріз;

A_b - площа перерізу цапфи;

n_s - кількість розрахункових зрізів;

γ_b - коефіцієнт умов роботи болтового опору;

γ_c - коефіцієнт умов роботи.

Знаходимо необхідну площу цапфи

$$A_b \geq \frac{N_{bs}}{R_{bs} \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c} = \frac{1754,72}{2300 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1} = 254,3 \text{ см}^2$$

Найменший необхідний радіус цапфи – $15,9 = 16$ см.

Розрахунок основи арки

Розрахунковий тиск на базу: $N = -1668,84 \text{ кН}$ (з урахуванням проекції на вертикальну вісь); $Q = 542,24 \text{ кН}$ (на горизонтальну вісь).

Матеріал опори: бетон класу міцності В30 з розрахунковим опором

$$R_b = 17 \text{ МПа.}$$

Визначення розмірів опорної плити в плані

Конструктивно призначаю ширину опорної плити, виходячи з розмірів опорного шарніра - $1240 \times 850 \text{ мм}$.

Напруження, що виникають у плиті під дією навантаження $N = -1668,34$, мають невелике значення:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{B \cdot L} = \frac{1668,34}{124 \cdot 85} = 0,158 \text{ кН/см}^2.$$

Приймаю товщину плити з конструктивних міркувань 30 мм, сталь листова.

Міцність зварного шва, що кріпить розкос арки до поясу

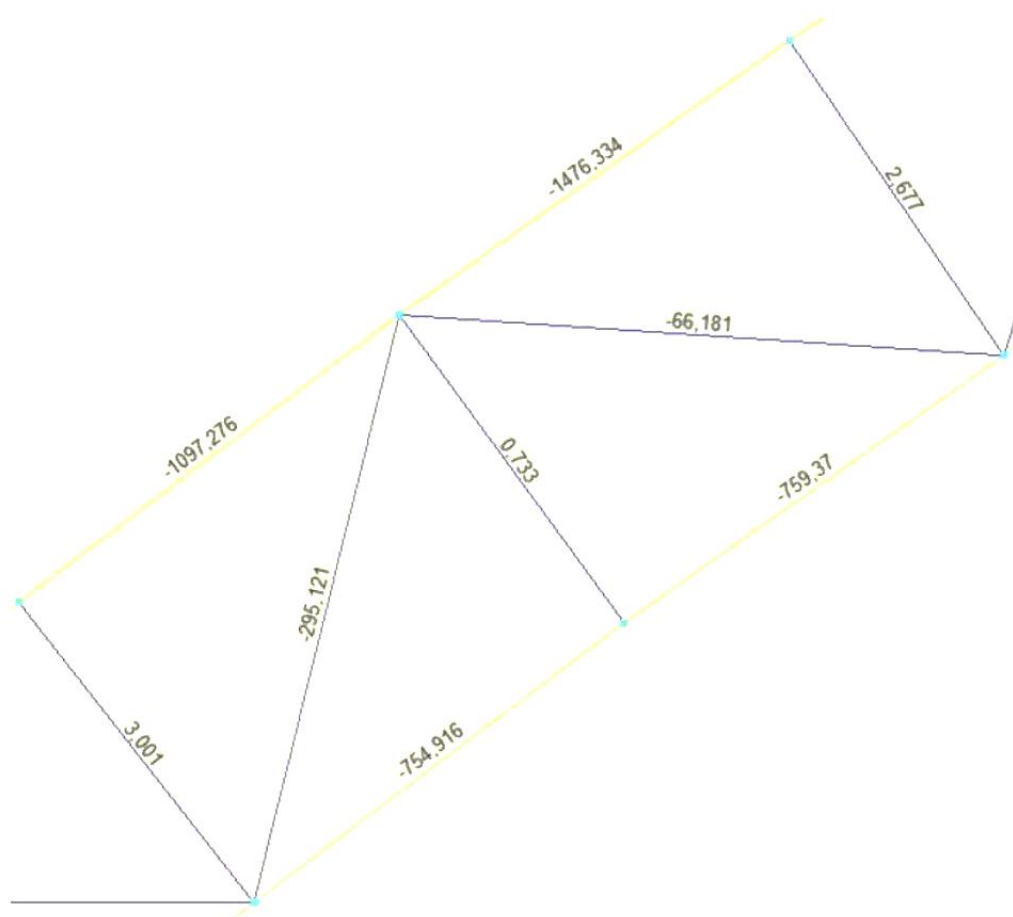


Рисунок 4.8- Зусилля N (кН)

Найбільше зусилля в розкосі $N = -295,12 \text{ кН}$.

Задамо конструктивний катет шва $k_f = 4$ мм, виходячи з товщини елементів.

Виконаємо перевірку за формулою:

$$\frac{N \cdot \left(1,06 + 0,014 \frac{D}{t}\right) \sin \alpha}{\beta_f \cdot k_f \cdot \gamma_c \cdot R_{wf} \left(\frac{2d}{\sin \alpha} + d\right)} \leq 1; \quad (4.2)$$

$$\frac{295,12 \cdot \left(1,06 + 0,014 \cdot \frac{450}{6}\right) \sin 45^\circ}{1,1 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 200 \cdot 10^{-3} \left(\frac{2 \cdot 180}{\sin 45^\circ} + 254,56\right)} = 0,647 < 1.$$

Умова виконується. Міцність шва забезпечена.

Несуча здатність стінки пояса в місці примикання стиснутого елемента решітки (розкошу)

Найбільше зусилля в розкосі $N = 295,12$ кН.

Виконую перевірку за формулою [4]:

$$\frac{N \left(0,14 + \frac{1,8g}{b} \right) \cdot f \cdot \sin \alpha}{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot \gamma_D \cdot R_y \cdot t^2 (b + g + \sqrt{2 \cdot D \cdot f})} \leq 1; \quad (4.3)$$

$$\frac{295,12 \cdot \left(0,14 + \frac{1,8 \cdot 30}{255} \right) \cdot 180 \cdot \sin 45^\circ}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 240 \cdot 10^{-3} (255 + 30 + \sqrt{2 \cdot 450 \cdot 180})} = 0,706 < 1.$$

Умова виконується. Несуча здатність стінки пояса забезпечена.

4.5 Вузли з'єднання розкосів і поясів

У разі одностороннього примикання до поясу двох або більше елементів решітки з зусиллями різних знаків, а також одного елемента в опорних вузлах при $d/D = 140/450 = 0,31 < 0,9$ і $g/b = 40/140 = 0,23 < 0,25$

Несучу здатність стінки пояса слід перевіряти для кожного примикаючого елемента за формулою

$$\left(N + \frac{1,5M}{d_b} \right) \frac{\left(0,4 + \frac{1,8g}{b} \right) f \sin \alpha}{\gamma_c \gamma_d \gamma_D R_y t^2 (b + g + \sqrt{2Df})} \leq 1$$

γ_c - коефіцієнт умов роботи

γ_d -- коефіцієнт впливу знака зусилля в прилеглому елементі, що приймається рівним 1,2 при розтягуванні та 1,0 - в інших випадках;

γ_D -- коефіцієнт впливу поздовжньої сили в поясі, що визначається при стисненні в поясі, якщо

$F \vee (AR_y) > 0,5$ де, F - зусилля в поясі A - площа пояса

Умова $F \vee AR_y = 842,64 / (0,0361 \cdot 320000) = 0,41 > 0,5$ не дотримується

У цьому випадку коефіцієнт приймається рівним 1

b - довжина ділянки лінії перетину прилеглої елементи з поясом у напрямку осі пояса, що дорівнює $d/\sin \alpha$;

g - половина відстані між суміжними стінками сусідніх елементів решітки або поперечною стінкою розкошу та опорним ребром;

f - коефіцієнт приймається за формулою

$$f = (D - d)/2 = \frac{0,45 - 0,14}{2} = 0,155 \text{ м}$$

Перевірка несучої здатності стінки пояса для розкошу:

$$\frac{\left(0,4 + \frac{1,8 \cdot 0,03}{0,155}\right) 0,115 \sin 40}{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 320000 \cdot 0,014^2 (0,155 + 0,03 + \sqrt{2 \cdot 0,45 \cdot 0,155})} = 0,248 \leq 1$$

Несуча здатність бічної стінки в площині вузла в місці примикання стиснутого елемента.

Здійснюється при $d/D = 140/450 = 0,34 > 0,3$ отже, перевірка несучої здатності бічної стінки не проводиться

4.6 Розрахунок монтажного стику верхнього пояса

Найбільше зусилля в розкосі $N = -1476$ кН.

Задаємо конструктивний катет шва $k_f = 8$ мм, виходячи з товщини елементів.

Виконаємо перевірку за формулою:

$$\frac{N \cdot \left(1,06 + 0,014 \frac{D}{t}\right) \sin \alpha}{\beta_f \cdot k_f \cdot \gamma_c \cdot R_{wf} \left(\frac{2d_b}{\sin \alpha} + d\right)} \leq 1;$$

$$\frac{1476 \cdot \left(1,06 + 0,014 \cdot \frac{450}{8}\right) \sin 175^\circ}{1,1 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 200 \cdot 10^{-3} \left(\frac{2 \cdot 450}{\sin 175^\circ} + 1476\right)} = 0,782 < 1. \quad (4.4)$$

Умова виконується. Міцність шва забезпечена.

Несуча здатність решітки

Міцність елемента решітки в зоні примикання до поясу при $d / D = 140/450 = 0,31 < 0,9$ та $g/b = 40/140 = 0,23 < 0,25$ (крім U-подібних вузлів перевіряється за формулою:

$$\frac{N \cdot \left(1,06 + 0,014 \frac{D}{t}\right) \sin \alpha}{\beta_f \cdot k_f \cdot \gamma_c \cdot R_{wf} \left(\frac{2d_b}{\sin \alpha} + d\right)} \leq 1;$$

$$\frac{(N + 0,5 M/d)(1,4 + 0,018 D/t) \sin \alpha}{\gamma_c \gamma_d k R_y A_b} \leq 1$$

Де, γ_d - коефіцієнт впливу знака зусилля в прилеглому елементі, що приймається рівним 1,2 при розтягуванні та 1,0 — в інших випадках;

k - коефіцієнт, що приймається рівним

$$\text{При } 4(t/d_{\max})^2 - R_y/E \leq 0$$

$$k = 3,6 \left(\frac{t}{D}\right)^2 E/R_y$$

$$k = 0,9 + 670 \left(\frac{t}{D}\right)^2 - 170 R_y/E$$

$$\text{При } 0 < 4(t/d_{\max})^2 - \frac{R_y}{E} < 6 \cdot 10^{-4}$$

в інших випадках — 1,0 ;

Знайдемо коефіцієнт k :

$$4(t/d_{\max})^2 - \frac{R_y}{E} = 4(9/140)^2 - \frac{315}{2,06 \cdot 10^5} = 0,0213$$

Приймаємо коефіцієнт k рівним 1,0

Проводимо розрахунок:

$$\frac{(125,31 + 0) \left(1,4 + 0,018 \left(\frac{450}{12}\right)\right) \sin 40}{1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 31,5 \cdot 38,57} = 0,12 < 1$$

Несуча здатність решітки забезпечена.

Міцність зварних швів, що кріплять елементи поясу до решітки

Зварювання напівавтоматичне зварювальним дротом діаметром

$$CB - 08Г2С, R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2, R_{wun} = 490 \text{ Н/мм}$$

Визначимо розрахунковий катет кутового шва, що прикріплює настил до балок настилу. Для визначення типу формули розрахунку проводимо перевірку умови:

$$(\beta_f R_{wf})/(\beta_z R_{wz}) = 0,9 \cdot 215/1,05 \cdot 207 = \frac{193,5}{217,35} = 0,89;$$

де, β_f і β_z коефіцієнти при нормальних режимах зварювання та катетах швів R_{wf} -розрахунковий опір металу швів зварних з'єднань з кутовими швами.

$$R_{wz} = 0,45 R_{un} = 0,45 \cdot 460 = 207 \frac{H}{\text{мм}^2} \text{-розрахунковий опір прокату}$$

Оскільки $(\beta_f R_{wf})/(\beta_z R_{wz}) < 1$, то розрахунок катета кутового шва будемо проводити по металу шва.

Для елементів зі сталі з межею плинності понад 285 Н/мм^2 допускається застосовувати електродні матеріали, що задовольняють умові $R_{wz} < R_{wf} < R_{wz} \beta_z/\beta_f = 207 < 215 < 241,5$

Катет шва приймаємо рівним 6 мм.

Розрахунок зварних швів виконуємо за формулою:

$$\left(N + \frac{0,5M}{d_b}\right) \frac{\left(1,06 + 0,014 \frac{D}{t}\right) \sin \alpha}{\beta_f k_f d_b \gamma_c R_{wz} \left(\frac{2d_b}{\sin \alpha} + d_b\right)} \leq 1$$

$$(89,93) \frac{\left(1,06 + 0,014 \frac{0,450}{0,014}\right) \sin 40}{1,05 \cdot 0,006 \cdot 0,12 \cdot 1 \cdot 207 \cdot 10^3 \left(\frac{2 \cdot 0,14}{\sin 40} + 0,12\right)} = 0,26 \leq 1$$

РОЗДІЛ 5

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Безпека життєдіяльності

Усі роботи, а так само всі транспортні шляхи, комунікації, розміщення вантажопідйомних механізмів, розміщення складських майданчиків і виробничо-побутового містечка необхідно вести відповідно до [15,32,33]. Усі небезпечні зони мають бути огорожені та позначені відповідними знаками і написами.

Для забезпечення захисту від випадкового дотику до струмоведучих частин необхідно застосовувати такі способи і засоби:

- захисні оболонки;
- захисні огороження (тимчасові або стаціонарні); безпечне розташування струмоведучих частин;
- ізоляція струмоведучих частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна);
- ізоляція робочого місця; мала напруга; захисне відключення;
- попереджувальна сигналізація, блокування, знаки безпеки.

Для забезпечення захисту від ураження електричним струмом у разі дотику до металевих неструмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, застосовують такі способи:

- захисне заземлення;
- занулення;
- вирівнювання потенціалу;
- система захисних проводів;
- захисне вимкнення;
- ізоляція неструмоведучих частин;
- електричний поділ мережі;
- мала напруга;
- контроль ізоляції;

- компенсація струмів замикання на землю;
- засоби індивідуального захисту.

Технічні способи і засоби застосовують окремо або в поєднанні один з одним так, щоб забезпечувався оптимальний захист.

Вимоги до технічних способів і засобів захисту мають бути встановлені в стандартах і технічних умовах.

До роботи в електроустановках повинні допускатися особи, які пройшли інструктаж і навчання безпечним методам праці, перевірку знань правил безпеки та інструкцій відповідно до займаної посади стосовно виконуваної роботи з присвоєнням відповідної кваліфікаційної групи з техніки безпеки та не мають медичних протипоказань.

Для забезпечення безпеки робіт у діючих електроустановках повинні виконуватися такі організаційні заходи призначення осіб, відповідальних за організацію та безпеку виконання робіт;

- оформлення наряду або розпорядження на виконання робіт; здійснення допуску до проведення робіт;
- організація нагляду за проведенням робіт;
- оформлення закінчення роботи, перерв у роботі, переведень на інші робочі місця;
- встановлення раціональних режимів праці та відпочинку.

Конкретні переліки робіт, які повинні виконуватися за нарядом або розпорядженням, слід встановлювати в галузевій нормативній документації.

Для забезпечення безпеки робіт в електроустановках слід виконувати:

- відключення установки (частини установки) від джерела живлення;
- перевірка відсутності напруги;
- механічне замикання приводів комутаційних апаратів, зняття запобіжників, від'єднання кінців живильних ліній та інші заходи, що унеможливають помилкове подавання напруги до місця роботи;
- заземлення відключених струмоведучих частин (накладення переносних заземлювачів, увімкнення заземлювальних ножів);

- огороження робочого місця або струмоведучих частин, що залишаються під напругою, до яких у процесі роботи можна доторкнутися або наблизитися на неприпустиму відстань.

Під час проведення робіт зі зняттям напруги в діючих електроустановках або поблизу них:

- відключення установки (частини установки) від джерела живлення електроенергією;
- механічне замикання приводів відключених комутаційних апаратів, зняття запобіжників, від'єднання кінців живильних ліній та інші заходи, що забезпечують неможливість помилкового подавання напруги до місця роботи;
- установлення знаків безпеки та огороження струмоведучих частин, що залишаються під напругою, до яких у процесі роботи можна доторкнутися або наблизитися на неприпустиму відстань;
- накладення заземлень (увімкнення заземлювальних ножів або накладення переносних заземлень);
- огороження робочого місця і встановлення розпорядчих знаків безпеки.

Під час проведення робіт на струмоведучих частинах, що перебувають під напругою:

- виконання робіт за нарядом не менш як двома особами, із застосуванням електрозахисних засобів, із забезпеченням безпечного розташування працюючих і використовуваних механізмів і пристосувань.

Правила щодо роботи з вантажопідйомними механізмами:

Вибір способів виконання робіт повинен передбачати запобігання або зниження до рівня допустимих норм впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів шляхом:

- механізації та автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт;
- застосування пристроїв і пристосувань, що відповідають вимогам безпеки;

- експлуатації виробничого обладнання відповідно до чинної нормативно-технічної документації та експлуатаційних документів;
- застосування знакової та інших видів сигналізації під час переміщення вантажів підйомно-транспортним обладнанням;
- правильного розміщення та укладання вантажів у місцях виконання робіт і в транспортні засоби;
- дотримання вимог до охоронних зон електропередачі, вузлів інженерних комунікацій та енергопостачання.

Під час переміщення вантажу підйомно-транспортним устаткуванням перебування працюючих на вантажі та в зоні його можливого падіння не допускається.

Після закінчення і в перерві між роботами вантаж, вантажозахоплювальні пристосування і механізми (ківш, грейфер, рама, електромагніт тощо) не повинні залишатися в піднятому положенні.

Переміщення вантажу над приміщеннями і транспортними засобами, де перебувають люди, не допускається.

Вантажі (крім баласту, що вивантажується для колійних робіт) за висоти їхнього укладання, рахуючи від голівки рейки, до 1,2 м повинні знаходитися від зовнішньої грані голівки найближчої до вантажу рейки залізничної або підкранової колії на відстані не менше ніж 2,0 м, а за великої висоти - не менше ніж 2,5 м.

Стропування великогабаритних вантажів (металевих, залізобетонних конструкцій та ін.) необхідно проводити за спеціальні пристрої, стропувальні вузли або позначені місця залежно від положення центру тяжіння і маси вантажу. Місця стропування, положення центру тяжіння і маси вантажу мають бути позначені підприємством-виробником продукції або вантажовідправником. Перед підйомом і переміщенням вантажів повинні бути перевірені стійкість вантажів і правильність їх стропування. Способи укладання і кріплення вантажів повинні забезпечувати їхню стійкість під час транспортування і складування,

розвантаження транспортних засобів і розбирання штабелів, а також можливість механізованого навантаження і вивантаження. Маневрування транспортних засобів з вантажами після зняття кріплення з вантажів не допускається.

Штабелі сипучих вантажів повинні мати укуси крутизною, що відповідає куту природного укусу для вантажів цього виду, або повинні бути огорожені міцними підпірними стінками.

Дахи контейнерів, пристрої для їхнього стропування і кріплення до транспортних засобів мають бути очищені від сторонніх предметів, льоду і снігу.

У місцях навантаження і вивантаження лісоматеріалів мають бути передбачені пристосування, що унеможливають розвал лісоматеріалів.

Навантаження і вивантаження сипучих вантажів слід проводити механізованим способом, що виключає забруднення повітря робочої зони.

Під час ліквідації зависання сипучих вантажів у ємностях перебування в них працюючих не допускається.

Під час розвантаження сипких вантажів з автомобілів-самоскидів, що стоять на насипах, а також під час засипання котлованів і траншей ґрунтом, автомобілі-самоскиди необхідно встановлювати на відстані не менше ніж 1 м від бровки природного укусу.

При виникненні небезпечних і шкідливих виробничих факторів внаслідок впливу метеорологічних умов на фізико-хімічний стан вантажу навантажувально-розвантажувальні роботи повинні бути припинені або вжиті заходи щодо створення безпечних умов праці.

Перед початком навантажувально-розвантажувальних робіт повинен бути встановлений порядок обміну умовними сигналами між тим, хто подає сигнали (стропальником), та машиністом підіймально-транспортного устаткування.

Організація будівельного майданчика, ділянок робіт і робочих місць повинна забезпечувати безпеку і здорові умови праці працюючих на всіх етапах виконання робіт згідно з вимогами [32,33], санітарних, протипожежних та ін. норм, які стосуються будівельного виробництва.

Територія майданчика, а під час будівництва і ділянки виконання робіт мають бути огорожені згідно з ДСТУ Б В.2.8-43:2011. Небезпечні зони мають бути забезпечені знаками безпеки, дороги і проїзди - дорожніми знаками. Швидкість руху автотранспорту на майданчику не повинна перевищувати: 10 км/год - на прямих ділянках і 5 км/год - на поворотах.

Відповідно до чинних норм у проєкті виконано розрахунок необхідних санітарно-побутових приміщень для будівельників.

Штучне освітлення будівельних майданчиків і місць виконання будівельних і монтажних робіт має відповідати вимогам ДСТУ Б А.3.2-15:2011 [32,33].

При виконанні робіт повинен бути забезпечений вільний під'їзд до всіх споруджуваних і тимчасових будівель. Під час прокладання трубопроводів і кабелів через дороги необхідно влаштовувати переїзні містки або тимчасові об'їзди.

Електробезпека на будівельному майданчику, ділянках робіт і робочих місцях повинна забезпечуватися відповідно до вимог [32].

Будівельно-монтажні роботи в охоронній зоні діючої повітряної лінії електропередачі слід виконувати згідно з вимогами [32,33].

Виконання робіт у зоні діючих комунікацій слід здійснювати згідно під безпосереднім керівництвом виконроба або майстра, а в охоронній зоні кабелів, що перебувають під напругою, або діючого газопроводу, крім того, під наглядом працівника електро- або газового господарства.

Котловани і траншеї, що розробляються на вулицях, проїздах у дворах населених пунктів, а також у місцях, де відбувається рух людей і транспорту, повинні бути огорожені захисними огороженнями з урахуванням вимог ДСТУ Б В.2.8-43:2011. На огороженні необхідно встановити попереджувальні написи і знаки, а в нічний час - сигнальне освітлення.

У проєктах виконання робіт мають бути розроблені докладні заходи з охорони праці під час виконання будівельно-монтажних, будівельних і спеціальних робіт.

5.2 Заходи з пожежної безпеки

Заходи з техніки безпеки та виробничої санітарії подано у вигляді проєктних міркувань з основних питань охорони праці та виробничої санітарії на будівельному майданчику, які зводяться до таких основних положень:

Щоб уникнути доступу сторонніх осіб, територія роботи огорожується тимчасовою огорожею з козирком і тротуаром.

До початку основних робіт на будмайданчику має бути споруджено внутрішньомайданчикові дороги (без верхнього покриття), що використовуються на період будівництва, які забезпечують вільний доступ транспорту до об'єктів, що будуються.

На території будівництва мають бути встановлені покажчики проїздів і переходів. Небезпечні для руху зони слід огорожувати або виставляти попереджувальні написи і сигнали, видимі в денний і нічний час.

Проїзди, проходи, вантажно-розвантажувальні майданчики необхідно регулярно очищати від сміття, будівельних відходів і нічим не захарашувати. У зимовий час очищати від снігу, льоду, посипати дороги піском і шлаком.

У місцях переходів через канави і траншеї мають бути встановлені містки завширшки не менше ніж 0,8 м з поручнями заввишки 1,0 м.

Виконання будівельно-монтажних робіт у темний час доби допускається тільки за достатнього освітлення відповідно до "Норм освітлення будівельних майданчиків" (ДСТУ Б А.3.2-15:2011).

На будівельному майданчику обладнуються санітарно-побутові приміщення для працюючих.

Будівельний майданчик має бути забезпечений аптечками з медикаментами та засобами для надання першої допомоги постраждалим.

Перед лінією обмеження роботи крана на відстані 3 м від неї повинна бути позначена лінія попередження. Кранівник зобов'язаний, не доводячи 1 м до застережливого знака, зупинити вантаж, далі до місця встановлення вантажу

переміщати його повторними короткими включеннями, підводячи на зниженій швидкості.

Межі небезпечних зон виконання монтажних робіт огородити тимчасовими огороженнями, позначити попереджувальними знаками безпеки. Рух транспорту і людей у небезпечній зоні на період монтажу конструкцій виключити. Майданчик монтажу елементів каркаса в темний час доби освітити, закріпивши до верхніх поясів ферм покриття електросвітільники.

Усі конкретні технічні рішення з питань безпеки і нешкідливості виконання робіт та організації санітарно-гігієнічного обслуговування працюючих на будівництві розробляють у проєктах виконання робіт.

Тимчасові проїзди використовуються як пожежні під'їзди і мають бути не зайняті матеріалами і машинами.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено проєкт критого льодового майданчику в місті Чернігів. Проєктне рішення передбачає створення трирівневої багатофункціональної спортивно-видовищної споруди, придатної для проведення хокейних матчів, змагань із шорт-треку та фігурного катання, навчально-тренувального процесу, а також культурно-видовищних заходів. Прийняті рішення забезпечують можливість цілорічного використання об'єкта, належні умови для спортсменів, глядачів, працівників комплексу, суддів, представників засобів масової інформації та технічних служб.

Мету роботи досягнуто шляхом вибору раціональної великопрольотної конструктивної системи покриття, розроблення архітектурно-планувальних і конструктивних рішень, виконання розрахунку металевого каркаса арени в програмному комплексі SCAD, проєктування основних вузлів арочної конструкції та опрацювання заходів з безпеки життєдіяльності й охорони праці.

На етапі варіантного проєктування розглянуто три конструктивні схеми покриття: двошарнірну арку з нижнім поясом із тросів, суцільностінну безшарнірну арку та наскрізну безшарнірну арку. Порівняння виконано за архітектурною виразністю, жорсткістю, металоємністю, трудомісткістю виготовлення і монтажу, а також за об'ємом внутрішнього опалюваного простору. Для подальшого проєктування прийнято наскрізну безшарнірну арку, яка забезпечує раціональне використання металу, уніфікацію елементів та оптимальні висотні параметри покриття великопрольотної споруди.

Архітектурно-планувальне рішення критого льодового майданчику сформовано з урахуванням специфіки спортивно-видовищного об'єкта. Будівля має прямокутну конфігурацію в плані з розмірами 120×132 м, складається з трьох надземних рівнів і включає основну льодову арену місткістю не менше 5000 глядацьких місць. Розташування об'єкта на лівобережній частині м. Чернігів дає змогу сформувати перспективний спортивно-рекреаційний осередок із благоустроєм прилеглої території, автостоянками та громадськими зонами.

Функціональна структура будівлі передбачає чітке розмежування потоків відвідувачів, спортсменів, суддів, працівників засобів масової інформації, адміністрації та технічного персоналу. Для глядачів запроєктовано вестибюль, гардероби, каси, фойє, буфети, санітарні вузли та входи на трибуни. У складі спортивної частини передбачено роздягальні, душові, тренувальні зали, медико-оглядові приміщення, кімнати тренерів, приміщення для обслуговування спортивного спорядження та технічні зони льодової арени. Окремо передбачено приміщення для представників ЗМІ, суддів, служб охорони, адміністрації та інженерних систем.

Для забезпечення доступності будівлю оснащено ліфтами, закритими сходовими клітками з аварійним освітленням та рішеннями, що дають змогу маломобільним групам населення безперешкодно користуватися основними функціональними зонами комплексу. Планувальна організація споруди забезпечує безпечне переміщення людей під час проведення масових заходів і не допускає перетинання несумісних функціональних потоків.

Конструктивна система будівлі прийнята змішаною. Основними вертикальними несучими елементами є монолітні залізобетонні колони, а покриття арени запроєктовано у вигляді сталевих наскрізних безшарнірних арок. Крок арок становить 6 м, висота будівлі — 36,9 м. Просторова жорсткість системи забезпечується сумісною роботою металевих арок, зв'язків, розпірок, фахверкових елементів і монолітних опорних конструкцій. Будівлю поділено на два температурні блоки, що зменшує вплив температурних деформацій на роботу несучого каркаса.

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій прийнято сендвіч-панелі та алюмінієві вітражі із заповненням стемалітом. Зовнішні стінові панелі мають теплоізоляційний шар завтовшки 200 мм, а в конструкції покриття передбачено утеплювач завтовшки 100 мм. Виконані теплотехнічні розрахунки підтверджують доцільність прийнятих параметрів огорожувальних конструкцій для забезпечення нормативного теплозахисту внутрішніх приміщень.

У розрахунково-конструктивному розділі визначено навантаження від власної ваги конструкцій, покрівельних сендвіч-панелей, снігових і вітрових впливів. Окремо враховано нерівномірний розподіл снігового навантаження по криволінійному покриттю та дію вітру на основну поверхню арки і торцеві огорожувальні конструкції. Це дало змогу сформулювати обґрунтовані розрахункові комбінації для перевірки роботи металевих каркасів.

Розрахункова модель сформована зі стрижневих кінцевих елементів із урахуванням геометричних параметрів арки, просторової роботи зв'язків та заданих схем навантаження. За результатами розрахунку підібрано перерізи основних елементів арки, виконано перевірки центрального елемента нижнього поясу на розтяг, верхнього поясу — на стиск і загальну стійкість, а також перевірено місцеву стійкість стінок квадратних труб.

У роботі розроблено конструктивні рішення опорного вузла арки, вузлів з'єднання розкосів із поясами та монтажного стику верхнього поясу. Виконані перевірки цапфи, опорної плити, зварних швів і несучої здатності стінок поясів у місцях примикання елементів решітки підтвердили працездатність прийнятих вузлових рішень. Це забезпечує надійне передавання зусиль між основними елементами сталевих покриттів та монолітними залізобетонними опорами.

Для захисту конструкцій від впливу зовнішнього середовища передбачено антикорозійне покриття сталевих елементів, відновлення захисту в місцях можливого пошкодження під час транспортування або монтажу, а також нанесення вогнезахисних складів. Захист залізобетонних конструкцій забезпечується вибором відповідних класів бетону за міцністю, водонепроникністю і морозостійкістю, улаштуванням нормативного захисного шару арматури та гідроізоляцією конструкцій.

У розділі безпеки життєдіяльності та охорони праці передбачено організаційні й технічні заходи для безпечного виконання будівельно-монтажних робіт. Вони охоплюють огороження будівельного майданчика та небезпечних зон, влаштування безпечних проїздів і проходів, освітлення робочих місць, застосування засобів індивідуального захисту, безпечну експлуатацію

вантажопідіймальних механізмів, електрообладнання та монтажних пристроїв. Окремо визначено вимоги щодо пожежної безпеки, доступності пожежних під'їздів і належного утримання тимчасових проїздів.

У роботі вирішено основні завдання, пов'язані з проєктуванням критого льодового майданчику: виконано варіантний вибір конструкції покриття, розроблено архітектурно-планувальне та функціональне вирішення будівлі, прийнято змішану конструктивну систему, визначено параметри огорожувальних конструкцій, розраховано сталевий каркас аروحного покриття та його вузли, а також опрацьовано заходи з охорони праці. Прийняті рішення є взаємопов'язаними, технічно обґрунтованими та відповідають офіційній темі кваліфікаційної роботи.

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. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення : ДБН В.2.2-40:2018. — [Чинний від 2019-04-01]. — Київ : Мінрегіон України, 2018. — 58 с. — (Державні будівельні норми України). — URL: e-construction.gov.ua (дата звернення: 13.03.2026).
5. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
6. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
7. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталезалізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 83 с.
8. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 96 с
9. Hud, M., Chornomaz, N., Grytseliak, R., & Baran, D. (2022). Study of the joint work of the foundations and the spatial tower under the action of dynamic loads. *Procedia Structural Integrity*, 36, 87-91.
10. Hud, M., Ihnatieva, V., & Baran, D. (2024). Influence of mass distribution on natural vibrations of a reinforced concrete building frame. *Procedia Structural Integrity*, 59, 692-696..
11. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
12. Конончук, О. П., Дідик, Н. Б., Кейса, М. В., & Копач, О. О. (3.4). Дослі-

дження впливу різних видів навантаження на роботу каркасу будівлі методом скінченних елементів. Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій», 1, 16-17.

13. Рогачук, А. Ю., Баран, Д. Я., & Конончук, О. П. (2020). Дослідження бетону різної міцності неруйнівними методами контролю. *Матеріали VIII науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології “*, 200-200.

14. Hud, M., Grytseliak, R., & Meshcheryakova, O. (2024). Stress-strain state of reinforced concrete stiffening diaphragm in the presence of cross-reinforcement. *Procedia Structural Integrity*, 59, 697-701.

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

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

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

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

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

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

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

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

23. 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.

24. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату примі-

щень 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.

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

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

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

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

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

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

31. 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.

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

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

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