

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект критого спортивного комплексу в Полтаві з дослідженням
напружено-деформівного стану опорного контуру

Виконав: студент 6 курсу, групи МБм-61
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

| | |
|-------------------|---------------------------------------------------|
| | <u>Глива С.І.</u> (прізвище та ініціали) |
| Керівник | <u>Баран Д.Я.</u> (прізвище та ініціали) |
| Нормоконтроль | <u>Данильченко С.М.</u> (прізвище та ініціали) |
| Завідувач кафедри | <u>Ясній В.П.</u> (прізвище та ініціали) |
| Рецензент | <u>Яновий С. Ю.</u> (прізвище та ініціали) |

Тернопіль
2020

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Гливі Сергію Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект критого спортивного комплексу в Полтаві з дослідженням
напружено-деформівного стану опорного контуру

Керівник роботи Баран Денис Ярославович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «__» _____ 20__ року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

1. Архітектурний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Науково-дослідна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
8-10 листів формату А1

ЗМІСТ

| | |
|------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП | 5 |
| РОЗДІЛ 1. Архітектурно-будівельна частина | 7 |
| 1.1. Природно-кліматичні умови будівництва | 7 |
| 1.2 Генеральний план | 8 |
| 1.3. Характеристика території..... | 8 |
| 1.4 Відкриті спортивні майданчики | 10 |
| 1.5 Дитячий майданчик..... | 11 |
| 1.6 Інженерні мережі..... | 11 |
| 1.7 Призначення будівлі. | 13 |
| 1.8 Визначення орієнтовної лінії | 15 |
| 1.9 Розрахунок трибун | 21 |
| 1.10 Допоміжні приміщення | 24 |
| 1.11 Допоміжні приміщення для спортсменів | 24 |
| 1.12 Приміщення для обслуговуючого персоналу спорткомплексу..... | 26 |
| 1.13 Приміщення для суддів і преси | 26 |
| 1.14 Приміщення для глядачів | 27 |
| 1.15 Допоміжні приміщення для проведення концертів..... | 28 |
| 1.16 Основні планувальні рішення | 28 |
| 1.17 Загальне конструктивне рішення | 29 |
| РОЗДІЛ 2. Розрахунково-конструктивний | 31 |
| 2.1 Вступ..... | 31 |
| 2.2 Статичний розрахунок вантового покриття. | 34 |
| 2.3 Зіставлення можливих варіантів..... | 34 |
| 2.4 Теоретичне обґрунтування розрахунку | 35 |
| 2.5 Визначення зусиль попереднього натягу..... | 39 |
| 2.6 Проектування пальових фундаментів | 42 |
| 2.6.1 Геологічні умови | 42 |
| 2.6.2 Збір навантажень на фундамент | 43 |

| | | |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.6.3 | Визначення розмірів і несучих здібностей фундаментів. | 43 |
| 2.6.4 | Визначення розмірів плит ростверків. | 44 |
| 2.6.5 | Визначення несучої здатності пальі..... | 44 |
| 2.6.6 | Визначення кількості паль. | 47 |
| 2.6.7 | Розстановка паль в плані. | 47 |
| 2.6.7 | Перевірка плити залізобетонного ростверку на продавлювання. | 48 |
| 2.6.8 | Армування паль 51 | 51 |
| РОЗДІЛ 3. Науково-дослідний..... | | 53 |
| 3.1 | Завдання розрахунково-конструкторської частини..... | 53 |
| 3.2 | Пояснювальна записка (за результатами розрахунку в ПК Ліра) | 53 |
| 3.2 | Розрахункова схема..... | 55 |
| 3.3 | Результати розрахунку..... | 56 |
| 3.4 | Розрахунок елементів ферми | 62 |
| 3.4.1 | Конструювання вузлів | 64 |
| 3.4.2 | Виготовлення вузла..... | 67 |
| РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях..... | | 70 |
| 4.1 | Характеристика об'єкту з точки зору охорони праці | 70 |
| 4.2 | Безпека в надзвичайних ситуаціях | 72 |
| 4.2.1 | Оцінка стійкості об'єкта будівництва від надзвичайних | 72 |
| | ситуацій природного характеру | 72 |
| 4.2.2 | Коротка характеристика впливу надзвичайних ситуацій природного | 72 |
| | характеру | 72 |
| 4.2.3 | Заходи при землетрусі | 73 |
| 4.2.4 | Заходи щодо підвищення стійкості об'єкта | 74 |
| 4.2.5 | Системи сейсмосахисту будівель і споруд | 75 |
| Висновок | | 76 |
| Бібліографія | | 77 |

ВСТУП

Розвиток фізкультури і спорту є показником стабільності та сталого розвитку сучасного суспільства. Необхідною умовою для успішних тренувань спортсменів різного рівня є створення навчально-тренувальних баз, від рівня і якості яких, в свою чергу, залежать результати, які відображаються спортсменами на змаганнях.

На сьогоднішній день активно розвиваються багато спортивних дисципліни, функціональна ба-за яких, на жаль, застаріла в зв'язку з політичною обстановкою в нашій країні в дев'яностих роках. До числа таких дисциплін поряд з лижними гонками, легкою атлетикою, водними виду-ми спорту відноситься і велоспорт. Олімпійські ігри, конки на треку, маунтінбайк, даунхіл і інші напрямки вимагають будівництва спеціальних споруд, пристрої та благоустрій трас, прокладки маршрутів, розвитку транспортної мережі та багато чого іншого. Особливо гостро стоїть питання з трековими гонками.

Актуальність теми. У кваліфікаційній роботі приділену увага міцністним розрахункам та конструюванню основних вузлів опорного контуру велотреку

Мета роботи – Розробка проекту критого спортивного комплексу в Полтаві з дослідженням напружено-деформівного стану опорного контуру.

Об'єктом дослідження є напружено-деформівний стан опорного контуру критого спортивного комплексу.

Предметом дослідження є розподіл напружень в основних вузлах опорного контуру критого спортивного комплексу.

Доцільність проведення досліджень викликана тим, що отримані результати дадуть ширше розуміння роботи основних вузлів опорного контуру критого спортивного комплексу.

Завдання роботи:

- розробити основні об'ємно-планувальні, архітектурно-конструктивні рішення критого спортивного комплексу;
- визначити інженерно-геологічні умови будівництва, визначити тип та розрахувати фундаменти відповідно до виявлених інженерно-геологічних умов;
- виконати розрахунок основних несучих конструкцій;

- розробити скінченно-елементу модель опорного контуру;
- провести розрахунок опорного контуру ;
- розробити заходи по охороні праці та цивільному захисту населення.

Методи досліджень. При вирішенні поставлених завдань застосовуються методи чисельного моделювання.

Наукова новизна. Вдосконалено методика з'єднань вантових елементів з опорним контуром.

Практичні результати роботи можуть використовуватися проектними організаціями при виконанні проектуванні громадських будівель і споруд. Результати розрахунку можуть застосовуватися для оцінки ефективності проектних рішень. Наведена в роботі методика може використовуватися в навчальному процесі при підготовці студентів за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія».

Апробація результатів магістерської роботи виконана роботи виконана на IX Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 25-26 листопада 2020 року.).

Публікація результатів магістерської роботи здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

Ключові слова: опорний контур, велотрек, НДС.

РОЗДІЛ 1. Архітектурно-будівельна частина

1.1. Природно-кліматичні умови будівництва

Клімат місцевості перехідний від континентального до морського, з помірно-теплим літом, доволі тривалою помірно-холодною зимою і нестійким режимом погоди.

Місце будівництва відноситься до ІІВ кліматичного району по нормам «Будівельна кліматологія».

Абсолютна мінімальна температура зовнішнього повітря -26°C Середньодобова амплітуда температури повітря найбільш холодно місяці $5,6^{\circ}\text{C}$ Абсолютна максимальна температура $+24^{\circ}\text{C}$

Середньодобова амплітуда температури повітря найбільш теплого місяця $8,2^{\circ}\text{C}$
Середнє число днів в році з середньою температурою зовнішнього повітря $<0^{\circ}$ 139
Середнє число днів в році з середньою температурою зовнішнього повітря $<8^{\circ}$ 220
Найхолодніший місяць - січень

Найтепліший місяць - липень

Максимальна швидкість вітру за січень 4,5 м/с Кількість опадів за листопад-березень 200 мм Кількість опадів за квітень-жовтень 420 мм Середньодобовий максимум опадів 76 мм

Середня дата утворення і руйнування стійкого снігового покриву 6.12-31.03

Снігове навантаження

Район будівництва знаходиться в ІІІ сніговому районі 240 кг / м²

Вітрове навантаження

Вітрова навантаження відповідає ІІ сніговому району (30 кг / м²)

Курортний район один з відносно сухих порівняно з іншими районами регіону. Річна кількість опадів становить 600-650 мм м менше 600 мм випадає на відрізку Морська - Лисий Ніс.

Нормативна глибина промерзання відповідно до п.3.1.13 ТСН 50-302-96 становить 1,45м.

1.2 Генеральний план

Генеральний план є одним з керівних елементів проекту спортивного комплексу. Генплан ділянки проектованого комплексу розроблений на топографічній, в масштабі 1:500 з підземними комунікаціями, виконаними в зв'язці з існуючою навколишньою забудовою і дорожньою мережею, відповідно до чинних норм і правил. За позначку 0.000 прийнято рівень чистого статі першого поверху, яка відповідає абсолютній відмітці 7,40.

Архітектурно-планувальне рішення забудови спорткомплексу і планування території виконували виходячи з вимог завдання на проектування, при обліку діючих нормативних документів. Територія планувалася з урахуванням технологічних і протипожежних вимог, можливості в'їзду, проїзду, маневрування автотранспорту, прокладання інженерних комунікацій мінімальної протяжності і максимального використання відведеної території.

1.3. Характеристика території

Територія спорткомплексу має форму неправильно чотирикутника, шириною від 800 до 1200 м.

Крізь всю територію спорткомплексу передбачено головний проїзд, що зв'яже комплекс з дорогами міського і регіонального значення, а також об'єднує житлову забудову, майданчики та інші частини комплексу в єдине ціле.

В центральній частині комплексу розміщується кругла в плані споруда критого велотреку, об'єднане в одну зону з велотреком відкритим, а також стадіоном і зоною старту і фінішу шосейних гонок. Виходячи з необхідної меридіональної орієнтації розташування відкритого вело-треку прийнято паралельним основній автомобільній дорозі.

Основною архітектурною домінантою в забудові є великопрогонні споруди критого велотреку, що представляє собою круглу в плані будівлю, що має діаметр 120 метрів і висоту 26 метрів. Будівлю перекрито двоярусною сідлоподібною вантовою системою і має пониження і підвищення покрівлі. Висота будівлі в різних точках

варіюється від 14 до 26 метрів.

Планове розташування визначено відповідно до вимог проведення змагань і розміщення в будівлі великого числа глядачів.

З метою реалізації схеми руху глядачів «автостоянка / зупинка громадського транспорту - критий трек» або «автостоянка / зупинка громадського транспорту - відкритий трек», уздовж можливих шляхів руху глядацьких потоків передбачено розміщення місць відпочинку, при цьому забезпечується рух пасажирів по тротуарах без перетину проїжджих частин доріг і проїздів передбачених для руху автомобільного транспорту.

На вільній від спортивних об'єктів території, прилеглої до комплексу, розташовуються місця стоянки для легкових автомобілів відвідувачів, особистого і службового транспорту співробітників, VIP-персон і спортсменів, будівлі та споруди інженерного забезпечення та зони, передбачені для прокладки інженерних комунікацій.

На ділянку генплану, представлений на кресленні, не потрапили велосипедні доріжки. Ці доріжки утворюють три кільця, на яких проводяться тренування і змагання в гонках на 1,5, 10 і 40 км.

Перед розробкою генерального плану попередньо враховується перелік основних будівель і споруд, що розміщуються на території об'єкта, площі їх забудови.

На проєктованій ділянці розташовуються

- критий стадіон
- гараж для техніки
- відкритий велотрек
- котеджне містечко
- відкрита стоянка
- ресторан
- комерційний спорткомплекс
- відкриті спортивні майданчики
- відкритий легкоатлетичний стадіон
- майданчики для збору відходів

В цілях пожежної безпеки відстань між будівлями і спорудами прийнято більше 12 метрів, будівля критого велотреку, розрахованого на перебування понад вісім тисяч

осіб, на віддалі від об'єктів житлової забудови, навколо нього передбачені кругові обходи та аварійні виходи на випадок пожежі.

В Відповідно до Закону про сертифікацію всі зазначені в проекті виробу, конструкції і матеріали, призначені для будівництва, повинні бути сертифіковані в разі, якщо за чинним на момент будівництва законодавству вони підлягають обов'язковій сертифікації стосовно гігієнічної та (або) пожежної безпеки та (або) сертифікації на відподальність державним стандартам.

1.4 Відкриті спортивні майданчики

Тенісні корти

Точні розміри корту представлені на малюнку.

Покриття тенісних кортів передбачається твердим наливним. В основі кортів з твердим по покриттям (Hard courts) лежить бетон або асфальт, які покриваються зверху синтетичним шаром, що надає поверхні колір, а також деякі характеристики відскоку м'яча. Відскік також може дещо змінюватись за швидкістю і висоті на різних типах твердого покриття.

У проекті прийнято матеріал GUMBIT SPORT

Покриття представляє собою матеріал, що складається з гумової крихти, отриманої в результаті переробки автомобільних покришок, і поліуретанового сполучного, що є досягненням хімічної промисловості. Гума в структурі покриття робить його пружним і міцним. Підлогове покриття GUMBIT SPORT витримує навантаження і удари при найрізноманітніших умовах, не наражаючись при цьому деформації. Гумове покриття не ламається, не рветься, володіє еластичними властивостями.

Поліуретан, скріплює склад, забезпечує покриттю дуже високу адгезію, тому покриття GUMBIT SPORT укладається практично на будь-яку тверду поверхню - бетон, асфальт, метал, дерево. При цьому відокремити покриття від основи вкрай складно.

1.5 Дитячий майданчик

Одночасно на майданчику може перебувати більше 35 дітей. Майданчик розміщена поруч з житловою забудовою поблизу торгового центру, ресторану і громадського центру.

Покриття майданчика GUMBIT COLOR (ГАМБІТ КОЛОП)

Продукт, що складається з суміші кольорової крихти ЕПДМ і поліуретанового сполучного (до 25%). Дане покриття ідеально підходить для дитячих та спортивних майданчиків. Завдяки застосуванню кольорової каучукової крихти можна поєднувати велику кількість квітів і робити на покритті індивідуальні малюнки. Дане покриття застосовується на тверду основу.

Таб. 1.1 Основні фізико-механічні характеристики покриття:

| характеристика | одиниці | GUMBIT COLOR |
|-------------------------------------------------|------------|--------------|
| Міцність при розриві | МПа | 0,9 |
| Відносне подовження при розриві | % | 0,5 |
| Деформативність при вдавненні - відновлюваність | % | 89 |
| Стираність | г / кв.м | 0,6 |
| Твердість по Шору А | | 30 |
| Гнучкість, радіус заокруглення бруса | мм | 10 |
| щільність | кг / куб.м | 800 |
| водопоглинання | % | 18 |

1.6 Інженерні мережі

Каналізація. Зливовою каналізація.

Проектом передбачається влаштування зливової каналізації на всій території. Далі каналізація направляєтся в колектор і на очисні споруди. Люки зливової каналізації розташовано на відстані 25-40 м один від одного. Вся територія ділянки спланована з організацією поверхневого водовідводу до закритої мережі стічних вод, з облаштуванням на ділянці дощоприймальних колодязів. Зібрані таким чином поверхневі стоки з території ділянки очищаються на очисних спорудах зливних стічних

вод.

Основна фекальна каналізація також направляється на північно-західні очисні споруди в п. Ольгине. Каналізацією та водопостачанням забезпечуються наступні об'єкти:

- критий трек
- підтрибунні приміщення відкритого треку
- гараж
- житлове селище

Також на всій території передбачені пожежні гідранти з найбільшим радіусом доступності в 50 метрів.

Водопостачання

Передбачені два можливих джерела водопостачання. Обидва підключені до міських мереж. перший і основний питний водопровід має підключення до міських мереж на відстані в 1200 метрів в районі житлового кварталу. Другий (резервний) водопровід виконує функції екстреного і при ремонті основного також може використовуватися як питної. Підключення до нього планується в районі 5200 метрів від меж території планованого об'єкта. Системи водопостачання використовують воду з одного загального джерела господарсько.

Основна ж функція цієї водопровідної мережі - пожежний водопровід. Він підведений до всіх пожежних гідрантів (ПГ), також дренажної установки масового спорудження (критого велотреку) підключені до нього. Фільтри встановлюються безпосередньо на вході в об'єкт. Для отримання гарячої води на території передбачається зведення автономної газової котельні, що обумовлено великими тепловтратами при транспортуванні гарячої води на відстань понад п'ять кілометрів.

Електропостачання

Передбачається підключення до міських мереж в районі перетину КАД і ЗСД. Електропостачання здійснюється по кабельним лініям від проектованої трансформаторної підстанції.

Всі силові кабелі прокладаються в земляний траншеї, на глибині 0,7 м від планувальної від-мітки землі.

Прокладка інженерних мереж по майданчику прийнята підземна.

Рішення по генеральному плану забезпечують безперешкодне і зручне переміщення маломобільних груп населення по прилеглий території:

поздовжні ухили на шляхах руху не перевищують 8%;

ширина смуги руху більше 1,8 м, що забезпечує параметри зустрічного руху.

Входи в ліфтові холи будівлі розташовані з рівня землі (відм. 0,000). Глибина майданчиків перед входами виконана 1,5 м, над входами в будівлю є навіси. Вхідні тамбури мають глибину 1,5 м і ширину більше 1,5 м.

Ширина площадки ліфтового холу запроектована не менше 1,8 м.

Дверні і відкриті прорізи в стінах виконані шириною 0,9 м і більше, висота поріг не перевищують 0,025 м. Вхідні двері в квартири і міжкімнатні двері мають ширину 0,9 м і більше. Двері санітарних вузлів відкриваються назовні.

Входи у вбудовано-прибудовані приміщення, розташовані на першому поверсі передбачені з рівня землі по сходах і пандусах.

Ширина дверних і відкритих прорізів, а також висота порогів відповідає вимогам нормативних документів. Нижня частина застелених дверей і застелені огорожувальні конструкції на висоту 0,3 м захищені протиударною смугою.

Ділянки підлоги на відстані 0,6 м перед дверними прорізами на шляхах евакуації повинні бути ви-заповнені з рифленою поверхнею.

Вхідні вузли, комунікації приміщень і зони обслуговування маломобільних відвідувачів повинні бути позначені знаками, встановленого міжнародного зразка. Також повинна бути передбачена дубльована (звукова і візуальна) сигналізація, підключена до системи повідомлення людей про пожежу.

1.7 Призначення будівлі.

Настільки велике спорудження, як і будь-яке інше, має приносити постійний дохід. У зв'язку з цим раціонально використовувати об'єкт за додатковими призначень. В першу чергу подібне спорудження може бути легко модернізовано для проведення в ньому концертів різної місткості. Проведення концертів можливо при різному компонуванні споруди, в залежності від виду заходу можливо варіювати число глядачів. У центральній частині можливе розміщення глядачів як сидячи так і стоячи. Також при

деяких видах подій можливо облаштування блітчерів на полотні трека. Для зберігання інвентарю передбачені спеціальні приміщення на рівні позначки треку. Розміри спортивного ядра дозволяють проводити в ньому тренування з баскетболу, волейболу, тенісу під час проведення велосипедних тренувань.

Ядро велотреку можна модернізувати в універсальний спортивний зал з висотою більше 12 метрів, в якому можуть розташовуватися:

- 3 тенісних корти

- 12 столів для настільного тенісу

- 1 волейбольне поле - 1 баскетбольне поле - 2 боксерських ринги.

Для тренувань також пристосована прибудова до треку, в якій розміщується універсальний спортивний зал для гри з м'ячем, тренажерні зали, зали ОФП, допоміжні приміщення, навчальні класи теоретичних занять.

Різні можливості завантаження залу дозволяють безперешкодно евакуювати людей при проведенні масових заходів.

Режими роботи споруди:

- тренувальний режим

- проведення змагань

- гала-режим

- концертний режим

- виставковий комплекс

При проектуванні велотреків розраховується 1/4 частина полотна, яка при будівництві повторюється чотири рази. Визначальним критерієм при проектуванні є показники швидкості їзди. Кут нахилу віражу розраховується таким чином, щоб його можна було подолати на великих і малих швидкостях.

Постійні зміни в побудові геометрії полотна велотреку виявляють недосконалість застосовуваних методик розрахунку. Але безсумнівно, що перехідна крива повинна сполучатися з прямо-лінійною ділянкою і дугою кола не тільки по другому порядку гладкості, але і за темпом зміни кривизни, забезпечуючи монотонність зміни відцентрової навантаження, що впливає на систему "велосипед-велосипедист".

Проектування поверхні виконується в три прийоми:

- розрахунок основних геометричних параметрів та їх залежностей, що

визначають розміри і форму плоскої напрямної лінії і параметрів носія, що визначає кут нахилу до горизонтальної площини утворює, ортогональної розрахункової лінії;

- розрахунок координат точок плоскої напрямної лінії;

- розрахунок координат точок внутрішньої і зовнішньої бровки з урахуванням висотних відміток.

Розрахункова лінія являє собою плоский обвід і є направляючої розмірною лінією поверхні велотреку.

Вважається, що кожен геометричний параметр розрахункової лінії полотна велотреку вносить той чи інший вплив на динамічні характеристики руху системи. До основних її параметрів відносяться: R - радіус кривизни; L - довжина прямолінійної складової. До основних параметрів полотна велотреку відносяться: 1 - кут нахилу прямої ділянки, 2 - кут нахилу віража і - ширина прямої ділянки.

Поверхня велотреку конструється рухом прямолінійної твірної по плоскій направляючій лінії. При цьому утворюється лінія ортогональної направляючої, нахиленої до горизонтальної площини під залежно розрахунковими кутами.

Особливості нового розрахунку - в отриманні характеристик полотна велотреку при розрахунковому русі системи і розподілі перевантажень на можливі траєкторії. Як показали досліджень-ня, розподіл перевантажень на траєкторії руху спортсмена в основному визначається законом зміни кривизни по довжині траєкторії.

Таким чином, модернізація геометрії направляючої лінії лінійчатої поверхні велотреку спрямована на отримання монотонності зміни їх кривизни. Для створення сучасного велотрека практичний інтерес представляє одержання кривих другого, третього порядку з законом зміни її кривизни. При цьому графіки змін кутів нахилу до горизонтальної площини є обводами першого і другого порядку. При розрахунку полотна велотреку слід змодельовати рух системи по розрахункової поверхні з урахуванням аеродинамічних, фізичних, біомеханічних факторів для виявлення характеристик поверхні на динаміку руху системи.

1.8 Визначення орієнтовної лінії

Коли велосипедист хоче змінити напрямок машини, тобто перейти з одного прямолінійного напрямку в інший, він виробляє поворот - віраж. Для такого переходу

велосипедист повинен змусити машину описати сполучну криву між цими двома напрямками. За загальним уявленням дана крива нічого очікувати бути окружністю.

Для того, щоб велосипедист описав коло, необхідно, щоб середня площина мала з горизонтальною поверхнею необхідний кут. Коли велосипедист проходить пряму лінію, він не може миттєво перейти з вертикального положення в похиле. Необхідно деякий час для нахилу машини і для проходу велосипедиста по кривій, яка не буде ні прямою лінією, ні кривою.

Припустимо, що велогонщик буде робити віраж наліво. Тоді середня площина повинна нахилитися вліво і, щоб не відбулося падіння, велосипедист повинен швидко нахилити тіло вправо-во, потім наліво і т.д. при цьому середня площина буде теж нахилитися то вправо, то вліво, а велосипедист одночасно буде обертати кермо машини до тих пір, поки радіус кривизни описаної кривої не досягне розміру радіуса кола, яку він повинен описати.

Починаючи з цього моменту, велосипедист буде підтримувати свій кермо нерухомо, і велосипед опише коло. Коли велосипедист пройде необхідну криву, він зробить перехід з кривої ділянки на пряму лінію, виконавши при цьому всі зворотні операції, повертаю кермо направо.

В підсумку бачимо, що на віражі велосипед зробить поворот за допомогою сполучної кривої від прямої лінії до окружності, потім при виході з віражу - від окружності до прямої лінії. Може бути, дуги окружності не буде, а будуть тільки дві послідовні дуги. Зробимо дослідження сполучної дуги кривої від прямої лінії до окружності.

Дані формули для плоскої задачі містять в правій частині інтеграли, які не можна обчислювати в кінцевих виразах, але ці інтеграли зустрічаються в теорії дифракцій світла і носять названня інтегралів Френеля.

Френель дав у своїх працях з хімії та фізики таблицю величин цих інтегралів для зростаючих величин z . При подальших розробках Марі Альфредом Корню була отримана крива, що пролегшує розрахунки в теорії дифракції світла.

Спіраль Корню, також відома як клотоїда, - це крива, що є параметричним графіком $S(t)$ від $C(t)$

Так як

$$C'(t)^2 + S'(t)^2 = \sin^2(t^2) + \cos^2(t^2) = 1,$$

то в такій параметризації дотичний вектор має одиничну довжину, так що t є довжиною кривої, вимірюваної від точки $(0,0)$. Отже, обидві гілки спіралі мають нескінченну довжину.

Кривизна цієї кривої в будь-якій точці пропорційна довжині дуги, укладеної між цією точкою і початком координат. Завдяки цій властивості вона застосовується в будівництві доріг, так як кутове прискорення машини, що рухається по цій кривій з постійною швидкістю, буде вважатися постійним.

Таблиця 2.8. Скориговані позначки профілю

| № діаметра | Висота першої кривої | $y \cos \theta$ | $h \text{ fact}$ |
|--------------|----------------------|-----------------|------------------|
| 1 | 1,51507 | 0 | 1,51507 |
| 2 | 1,51507 | 0 | 1,51507 |
| 3 | 1,51507 | 0 | 1,51507 |
| 4 | 1,51507 | 0 | 1,51507 |
| 5 | 1,51507 | 0 | 1,51507 |
| 6 | 1,51507 | 0 | 1,51507 |
| 7 | 1,51507 | 0,002097 | 1,517167 |
| 8 | 1,51507 | 0,022856 | 1,537926 |
| 9 | 1,51507 | 0,065813 | 1,580883 |
| 10 | 1,51507 | 0,130932 | 1,646002 |
| інтерполяція | 1,659293 | 0,171968 | 1,831261 |
| 11 | 1,803515 | 0,130932 | 1,934447 |
| 12 | 2,091961 | 0,065813 | 2,157774 |
| 13 | 2,380406 | 0,022856 | 2,403262 |
| 14 | 2,668852 | 0,002097 | 2,670948 |
| 15 | 2,957297 | 0 | 2,957297 |
| 16 | 3,245742 | 0 | 3,245742 |
| 17 | 3,534188 | 0,002097 | 3,536285 |
| 18 | 3,822633 | 0,022856 | 3,845489 |
| 19 | 4,11107 | 0,065813 | 4,176892 |
| 20 | 4,399524 | 0,130932 | 4,530456 |
| інтерполяція | 4,543747 | 0,171968 | 4,715715 |
| 21 | 4,687969 | 0,130932 | 4,818901 |
| 22 | 4,6828 | 0,065813 | 4,748613 |
| 23 | 4,6828 | 0,022856 | 4,705656 |
| 24 | 4,6828 | 0,002097 | 4,684897 |
| 25 | 4,6828 | | 4,6828 |
| 26 | 4,6828 | | 4,6828 |
| 27 | 4,6828 | | 4,6828 |
| 28 | 4,6828 | | 4,6828 |
| 29 | 4,6828 | | 4,6828 |
| 30 | 4,6828 | | 4,6828 |
| 31 | 4,6828 | | 4,6828 |

Так як при розрахунку приймалися різні параметри для зовнішньої і внутрішньої

кривих бровки, а також введені пом'якшувальні криві в розгорнутому профілі зовнішньої бровки, що дало розбіжність між обрисом в плані і поперечними профілями, подальший розрахунок і побудова велотреку виробляємо по поперечним профілям.

Всі підрахунки висот, кутів, закладення діаметрів зводимо в таблицю.

Таблиця 2.9. Зведена таблиця

| № поперечника | h fact | кут | | | закладення | Коментарі |
|------------------|----------|--------------|------------|----------|-------------|------------------|
| | | sin l | Arcsin rad | Grad | | |
| 1 | 1,5150 | 0,2164 38 | 0,21816 | 12,499 | 6,834073 | пряма |
| 2 | 1,5150 | 0,2164 38 | 0,21816 | 12,499 | 6,834073 | пряма |
| 3 | 1,5150 | 0,2164 38 | 0,21816 | 12,499 | 6,834073 | пряма |
| 4 | 1,5150 | 0,216438 | 0,21816 | 12,499 | 6,834073 | пряма |
| 5 | 1,5150 | 0,216438 | 0,21816 | 12,499 | 6,834073 | пряма |
| 6 | 1,5150 | 0,216438 | 0,21816 | 12,499 | 6,834073 | пряма |
| 7 | 1,5171 | 0,216738 | 0,21847 | 12,517 | 6,833608 | пряма |
| 8 | 1,5379 | 0,219703 | 0,22151 | 12,691 | 6,828966 | пряма |
| 9 | 1,5808 | 0,225840 | 0,22780 | 13,052 | 6,8191501 | пряма |
| 10 | 1,6460 | 0,235143 | 0,23736 | 13,600 | 6,803725 | пряма |
| інтерполяція | 1,8312 | 0,261608 | 0,2646 | 15,165 | 6,756218 | |
| 11 | 1,934 | 0,276349 | 0,27999 | 16,042 | 6,727400 | перехідна крива |
| 12 | 2,157774 | 0,308253429 | 0,313357 | 17,95402 | 6,659129 | перехідна крива |
| 13 | 2,403262 | 0,343323143 | 0,350453 | 20,07948 | 6,574521409 | перехідна крива |
| 14 | 2,670948 | 0,381564 | 0,391488 | 22,43061 | 6,470396957 | перехідна крива |
| 15 | 2,957297 | 0,422471 | 0,43617 | 24,99071 | 6,344635092 | перехідна крива |
| 16 | 3,245742 | 0,463677429 | 0,482141 | 27,62468 | 6,202028609 | перехідна крива |
| 17 | 3,536285 | 0,505183571 | 0,529595 | 30,34356 | 6,04108338 | перехідна крива |
| 18 | 3,845489 | 0,549355571 | 0,581593 | 33,32284 | 5,849120819 | перехідна крива |
| 19 | 4,176892 | 0,596698857 | 0,639381 | 36,63387 | 5,617256734 | перехідна крива |
| 20 | 4,530456 | 0,647208 | 0,703916 | 40,33146 | 5,33619419 | |
| інтер поляція | 4,715715 | 0,673673571 | 0,739168 | 42,35127 | 5,173203267 | дугового перехід |
| 21 | 4,818901 | 0,688414429 | 0,759301 | 43,50476 | 5,077222976 | дугового перехід |
| 22 | 4,748613 | 0,678373286 | 0,745546 | 42,71669 | 5,14302193 | дугового перехід |
| 23 | 4,705656 | 0,672236571 | 0,737226 | 42,23996 | 5,182354832 | дугового перехід |
| 24 | 4,684897 | 0,669271 | 0,733227 | 42,01086 | 5,201128733 | дугового перехід |
| 25 | 4,6828 | 0,668971429 | 0,732824 | 41,98776 | 5,203016833 | дугового перехід |
| 26 | 4,6828 | 0,668971429 | 0,732824 | 41,98776 | 5,203016833 | дугового перехід |
| 27 | 4,6828 | 0,668971429 | 0,732824 | 41,98776 | 5,203016833 | дугового перехід |
| 28 | 4,6828 | 0,668971429 | 0,732824 | 41,98776 | 5,203016833 | дугового перехід |
| 29 | 4,6828 | 0,668971429 | 0,732824 | 41,98776 | 5,203016833 | дугового перехід |

| | | | | | | |
|----|--------|-------------|----------|----------|-------------|------------------|
| 30 | 4,6828 | 0,668971429 | 0,732824 | 41,98776 | 5,203016833 | дугового перехід |
| 31 | 4,6828 | 0,668971429 | 0,732824 | 41,98776 | 5,203016833 | дугового перехід |

Побудова поперечних профілів виробляли через 2 м. За основу побудови брали через відоме внутрішню бровку перехідної кривої, побудовану за рівнянням клотоїди. При побудові діаметрів в натурі слід користуватися базисним кресленням.

Поперечники з 11 по 21 включно розбиваються перпендикулярно внутрішній кривій (зовнішня крива паралельна внутрішній), з 22 по 31 розбивка проводиться по радіусу і кутку.

Для подальшого розгляду компонованого рішення, зокрема для виконання розрахунку трибун, врахуємо наступний норматив. Зовнішня грань полотна високої частини треку закінчується бар'єром безпеки; його висота на прямій ділянці - 0,8 м, а на віражі плавно досягає 1,2 м. У нижній частині це глуха стіна висотою 0,5 - 0,6 м з гладкою дошкою по ходу руху. Доступ до внутрішнього простору велотреку влаштовується, минаючи полотно треку.

Знайдемо значення верхньої точки зовнішньої бровки при проектуванні бар'єру безпеки. Од- ночасно врахуємо висоту перевищення 0,485 для кращої видимості. Результати зведемо в таблицю.

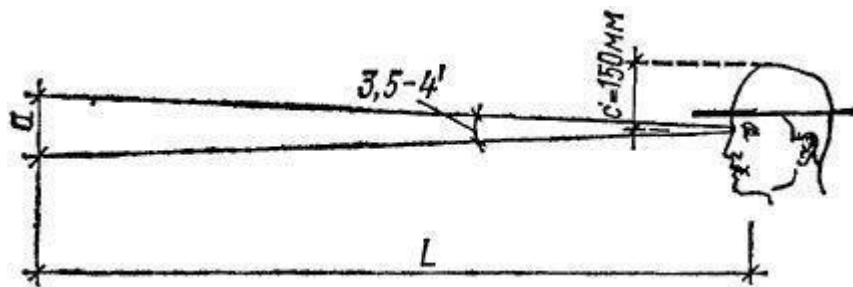
Таблиця 2.10. Зведена таблиця з урахуванням бар'єру безпеки

| № діаметра | h fact | h fact + Перевищення 0,485 | бар'єр безпеки | остаточна висота |
|--------------|----------|-------------------------------|----------------|---------------------|
| 1 | 1,51507 | 2,00007 | 0,8 | 2,80007 |
| 2 | 1,51507 | 2,00007 | 0,8 | 2,80007 |
| 3 | 1,51507 | 2,00007 | 0,8 | 2,80007 |
| 4 | 1,51507 | 2,00007 | 0,8 | 2,80007 |
| 5 | 1,51507 | 2,00007 | 0,8 | 2,80007 |
| 6 | 1,51507 | 2,00007 | 0,8 | 2,80007 |
| 7 | 1,517167 | 2,002167 | 0,8 | 2,802167 |
| 8 | 1,537926 | 2,022926 | 0,8 | 2,822926 |
| 9 | 1,580883 | 2,065883 | 0,8 | 2,865883 |
| 10 | 1,646002 | 2,131002 | 0,8 | 2,931002 |
| інтерполяція | 1,831261 | 2,831261 | 0,8 | 3,631261 |
| 11 | 1,934447 | 2,934447 | 0,83 | 3,764447 |
| 12 | 2,157774 | 3,157774 | 0,86 | 4,017774 |
| 13 | 2,403262 | 3,403262 | 0,89 | 4,293262 |
| 14 | 2,670948 | 3,670948 | 0,92 | 4,590948 |
| 15 | 2,957297 | 3,957297 | 0,95 | 4,907297 |
| 16 | 3,245742 | 4,245742 | 0,98 | 5,225742 |
| 17 | 3,536285 | 4,536285 | 1,01 | 5,546285 |
| 18 | 3,845489 | 4,845489 | 1,04 | 5,885489 |
| 19 | 4,176892 | 5,176892 | 1,07 | 6,246892 |
| 20 | 4,530456 | 5,530456 | 1,1 | 6,630456 |
| інтерполяція | 4,715715 | 5,715715 | 1,13 | 6,845715 |
| 21 | 4,818901 | 5,818901 | 1,16 | 6,978901 |

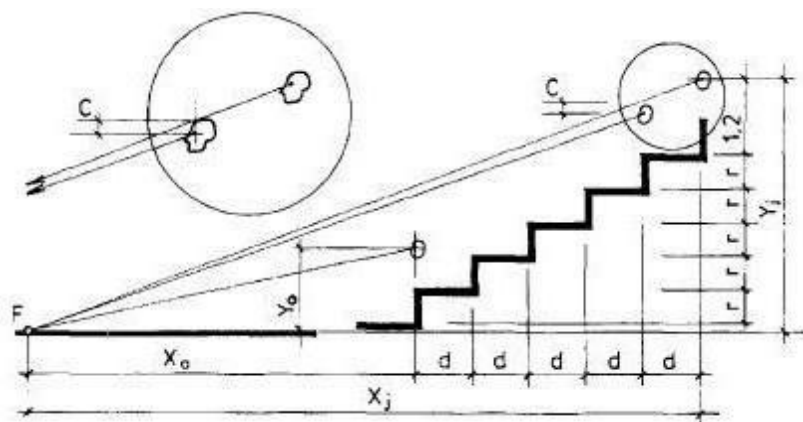
| | | | | |
|----|----------|----------|-----|----------|
| 22 | 4,748613 | 5,748613 | 1,2 | 6,948613 |
| 23 | 4,705656 | 5,705656 | 1,2 | 6,905656 |
| 24 | 4,684897 | 5,684897 | 1,2 | 6,884897 |
| 25 | 4,6828 | 5,6828 | 1,2 | 6,8828 |
| 26 | 4,6828 | 5,6828 | 1,2 | 6,8828 |
| 27 | 4,6828 | 5,6828 | 1,2 | 6,8828 |
| 28 | 4,6828 | 5,6828 | 1,2 | 6,8828 |
| 29 | 4,6828 | 5,6828 | 1,2 | 6,8828 |
| 30 | 4,6828 | 5,6828 | 1,2 | 6,8828 |
| 31 | 4,6828 | 5,6828 | 1,2 | 6,8828 |

1.9 Розрахунок трибун

Якщо при побудові трибун в плані визначальним є принцип розташування місць для глядачів з урахуванням зорового сприйняття, то при побудові профілю трибун найперше завдання - створення для всіх глядачів безперешкодної видимості. Повна безперешкодна видимість забезпечується для глядача проходженням променя зору поверх голови глядача, що знаходиться безпосередньо перед ним. Коли зоровий промінь проходить на висоті 12 або 15 см над оком глядача (рис.), то це величина (емпірично встановлена), так зване перевищення променя зору, забезпечує повну безперешкодну видимість поверх голів передніх глядачів.



Малюнок 2.9 Роздільна здатність очей: а - розмір об'єкта L - граничне відстань видимості, с - перевищення променя зору.



Малюнок 2.10 Побудова профілю трибуни по похилій прямій

Побудова профілю трибуни починається з відрізка, найближчого до спостерігається точці F, при цьому останній ряд цього відрізка стає першим рядом останнього відрізка.

Місцезнаходження очі глядача останнього ряду відрізка визначається за формулою: $Y_i = X_i / X_0 (Cn + Y_0)$, (I).

де C - нормована величина перевищення променя зору;

X_0 - відстань по горизонталі від точки «F» до ока глядача першого ряду; X_i - то ж до ока глядача останнього ряду;

Y_0 - відстань по вертикалі від точки «F» до ока глядача першого ряду; Y_i - то ж до ока глядача останнього ряду;

n - число проміжків між рядами (число рядів трибуни мінус одиниця). Висота напівсходини «r» визначається за формулою:

$$r = y_i - Y_0 / n \text{ (II)}.$$

Розглянемо значення величин, що входять в формули I і II. Величина «C» унормовує перевищення променя зору (безперешкодну видимість), прийняте рівним 12-14 см в критих спорудах. Розрахунок трибун будемо проводити методом геометричного побудови і інтерполяції, тому що форма велотреку робить неприпустимим використання інших способів і прийомів.

Розглянемо чверть треку. За нульову позначку виберемо висоту внутрішньої бровки треку на прямих ділянках. Таким чином, $x = 9,4$ м і $y = 3$ м є мінімальний відступ для побудови трибун. При побудові кривої видимості бачимо, що раціонально прийняти не більше 28 рядів, що пов'язано з перевищенням одного ряду над іншим.

Таблиця 2.11. До побудови кривої видимості

| | | | | | | | |
|-----|-------|-------|----------|-----------------------|----------------------------------|----------|---------------------------------|
| | C = | 0.12 | м | | 0.666666667 | 1.50 | |
| | D = | 0.85 | м | | 0.8 | 1.25 | |
| ряд | X_i | Y_i | ухил | Горизонтальні проходи | перевищення над попереднім поруч | крутізна | кут зору (вертикальний) градуси |
| 1 | 9.4 | 3 | 0.319149 | 0 | 0 | 0 | 17.7 |
| 2 | 10.25 | 3.40 | 0.331915 | 0 | 0.40 | 0.473091 | 18.4 |
| 3 | 11.1 | 3.81 | 0.343622 | 0 | 0.41 | 0.484799 | 19.0 |
| 4 | 11.95 | 4.24 | 0.354433 | 0 | 0.42 | 0.495609 | 19.5 |
| 5 | 12.8 | 4.67 | 0.364475 | 0 | 0.43 | 0.505651 | 20.0 |
| 6 | 13.65 | 5.10 | 0.37385 | 0 | 0.44 | 0.515026 | 20.5 |

| | | | | | | | |
|----|-------|-------|----------|-----|------|----------|------|
| 7 | 14.5 | 5.55 | 0.382641 | 0 | 0.45 | 0.523818 | 20.9 |
| 8 | 15.35 | 6.00 | 0.390917 | 0 | 0.45 | 0.532093 | 21.4 |
| 9 | 16.2 | 6.46 | 0.398735 | 0 | 0.46 | 0.539911 | 21.7 |
| 10 | 17.05 | 6.92 | 0.406142 | 0 | 0.47 | 0.547318 | 22.1 |
| 11 | 17.9 | 7.40 | 0.41318 | 0 | 0.47 | 0.554357 | 22.4 |
| 12 | 18.75 | 7.87 | 0.419884 | 0 | 0.48 | 0.56106 | 22.8 |
| 13 | 21.2 | 9.04 | 0.426284 | 1.6 | 1.16 | 1.369877 | 23.1 |
| 14 | 22.05 | 9.52 | 0.431944 | 0 | 0.49 | 0.573121 | 23.4 |
| 15 | 22.9 | 10.02 | 0.437387 | 0 | 0.49 | 0.578563 | 23.6 |
| 16 | 23.75 | 10.51 | 0.442627 | 0 | 0.50 | 0.583803 | 23.9 |
| 17 | 24.6 | 11.01 | 0.447679 | 0 | 0.50 | 0.588856 | 24.1 |
| 18 | 25.45 | 11.52 | 0.452557 | 0 | 0.50 | 0.593734 | 24.3 |
| 19 | 26.3 | 12.03 | 0.457273 | 0 | 0.51 | 0.598449 | 24.6 |
| 20 | 27.15 | 12.54 | 0.461835 | 0 | 0.51 | 0.603012 | 24.8 |
| 21 | 28 | 13.06 | 0.466255 | 0 | 0.52 | 0.607432 | 25.0 |
| 22 | 28.85 | 13.58 | 0.470541 | 0 | 0.52 | 0.611717 | 25.2 |
| 23 | 29.7 | 14.10 | 0.4747 | 0 | 0.52 | 0.615877 | 25.4 |
| 24 | 30.55 | 14.63 | 0.478741 | 0 | 0.53 | 0.619917 | 25.6 |
| 25 | 31.4 | 15.16 | 0.482669 | 0 | 0.53 | 0.623845 | 25.8 |
| 26 | 32.25 | 15.69 | 0.48649 | 0 | 0.53 | 0.627667 | 25.9 |
| 27 | 33.1 | 16.23 | 0.490211 | 0 | 0.54 | 0.631388 | 26.1 |
| 28 | 33.95 | 16.77 | 0.493837 | 0 | 0.54 | 0.635013 | 26.3 |

Третя колонка відображає висоту видимості для глядачів першого ряду. Для прямих ділянок перевищення точки зору першого глядача становить 0,485 м. Для подальших рядів ця величина мала, наприклад при побудові кривої видимості для 17 діаметра першого глядачеві не видно внутрішня брівка. Тому замислимося над цією проблемою.

Прийmemo наступне рішення: так як перехідна крива зовнішньої бровки в вертикальному напрямленні зростає прямолінійно, отже і величину перевищення δ треба також приймати не в алгебраїчній прогресії.

Побудуємо графічно. З'єднаємо дугами точки закінчення прямих і точки перетину утворюють треку з кривою, утвореної лінією видимості. При даному способі побудови відстані між рядами завжди перевищують мінімум в 85 см. Одночасно з цим виникає проблема горизонтальності проходів, яка не може бути досягнута при варьованій величиною висоти крісел одного ряду.

1.10 Допоміжні приміщення

Для обслуговування спортсменів, тренерів та суддів необхідні допоміжні приміщення для зберігання велосипедів, з майстернями, приміщеннями для глядачів.

В критих велотреках доцільний також окремий тунель для проходу глядачів до місць в центральній зоні. Вихід з тунелю до внутрішньої спортивній арені повинен перебувати в зоні криволінійних секторів, поблизу місця збору гонщиків. Габарити тунелю повинні забезпечувати проїзд машин для поточного ремонту.

Устаткування для передстартового збору гонщиків включає лави, пристрої для підвіски велосипедів. Простір збору вміщує бокси для окремих команд. Поруч влаштовується майданчик, де розміщуються мотоцикли для лідерів і майданчик для суддівської колегії.

1.11 Допоміжні приміщення для спортсменів

Допоміжні приміщення обслуговування включають, як правило, зали для навчально-тренувальних занять велосипедистів. Один із залів використовується для загальної фізичної підготовки спортсменів. В іншому розташовуються велотренажери та інші тренажерні пристрої.

Площа вестибюлів в спортивних корпусах визначається з розрахунку 0,5 м² на одного спортсмена в зміну.

При велотреку влаштовуються командні роздягальні на 15 спортсменів кожна, площею 40 - 50м². Число роздягальнях визначається пропускною спроможністю велотреку, але не менше чотирьох.

Особливість роздягалень - суміжне розташування боксів для велосипедів. При кожній роздягальні - свій велосипедний бокс площею 20 м², планування блоків роздягальнях повинна забезпечити виїзд спортсменів на трек. Ширина коридорів і пандусів, за якими спортсмени йдуть з велосипедами, повинна бути не менше 2,5 м.

Площа вестибюлів в спортивних корпусах визначається з розрахунку 0,5 м² на одного зани- мающiхся в зміну. Площа вбиральні для верхнього одягу займаються визначається з розрахунку 0,1 м² на 1 місце. Розрахункова кількість місць для займаються приймається рівним 30% пропускної спроможності зміни.

Таблиця 2.15. Перелік допоміжних приміщень для спортсменів

| Найменування | Площа | Висота |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Гардеробна верхнього одяжі | 0,1 на 1 займається | - |
| | $225 * 0,1 = 23$ | |
| тренерська | 20 м ² | - |
| методичний кабінет | 20 | |
| Санвузли 4 шт | 2 і 1 | - |
| Душові на 15 осіб (4шт) | 3 шт | - |
| Роздягальні (4 шт) | 50 м ² | Близько 3 м |
| Командна на 15 спортсменів | | |
| Бокс для велосипеда при | 20 м ² | - повинен забезпечуватися |
| кожній роздягальні | | виїзд на трек |
| Душова на 25 чол | (На М і Ж) 1 і 1 | |
| унітаз | 1 шт | |
| роздягальня | $1,3 * 25 = 32,5$ (на М і Ж) | |
| зал ОФП | 36x18 * | 6 м, в спортивному ядрі |
| Душова на 30 чол | 1 і 1 | |
| Роздягальня (4 шт) | 30 | |
| Тренажерний зал (2 шт) | 50 м ² | 3,9 |
| Інвентарні (2 шт) | 18 | - |
| суддівська | 10 | |
| Приміщення для відпочинку 2 шт | 30 | |
| процедурна | 12 | |
| Кабінет лікаря | 16 | |
| Майстерні (2 шт) | 40 | |

| | | | |
|-----------------------------------|-----|------------|--|
| Приміщення зберігання велосипедів | для | 4 шт по 60 | |
| * Можливо зал ЗФП 12х24 | | | |

В спорудженні потрібен зал для ігор і загальнофізичної підготовки - 38 x (36) x 18 x 8(h) м, приміщення силовий -12 x 6 x 4 м і тренажерної - 12 x 6 x 4 підготовки

1.12 Приміщення для обслуговуючого персоналу спорткомплексу

Службові приміщення адміністративного та інженерно-технічного персоналу, а також побутові приміщення для робітників визначаються виходячи з типових штатних розкладів або по діючому аналогу.

В склад службових приміщень рекомендується включати: кабінет директора 12 - 18 м²; кабінети заступника директора, головного інженера площею 9-12 м² кожен;

приймальню (загальну при кабінетах директора та головного інженера) площею 8-12 м²;

кабінет завідувача відділом (служби) площею 12 - 18 м²;

робочі приміщення співробітників відділів (служб) з розрахунку 4 м² на людину; кімнату коменданта (завідувача господарством) площею 8 м²;

зал засідань площею 72 -96 м².

Робочі приміщення і кабінети завідуючих бухгалтерією, планово-фінансовим відділом кадрів рекомендується розташовувати в блоці адміністративних приміщень та кабінетів керівництва споруди, а робочі приміщення і, як правило, кабінети керівників інженерних служб (сан-технічної, холодильної, електро-, радіо- і телефонного забезпечення і т.п.) - в зручній зв'язку з відповідними технічними приміщеннями та робочими приміщеннями співробітників служб. Для співробітників необхідні санітарні вузли, а для робітників - також і душові.

Для зберігання трибун та інвентарю необхідні складські зони поблизу місць використання обладнання.

1.13 Приміщення для суддів і преси

Приміщеннями для суддів і преси можуть служити навчальні класи (методичні кабінети), кімнати адміністрації, тренерські, кімнати ДСО, спортивних шкіл та інші приміщення, що не використовуються під час змагань.

1.14 Приміщення для глядачів

Вхідна група приміщень для глядачів включає вестибюль, касовий вестибюль, гардеробу верхнього одягу.

Площа вестибюля для глядачів визначається з розрахунку 0,25 м² на 1 глядацьке місце.

В залі зі стаціонарними (трибуни) і тимчасовими (партер) місцями розрахункове число глядачів визначається, виходячи не з сумарної кількості стаціонарних і тимчасових місць, а відповідно до схем трансформації залу і глядацьких місць.

Гардеробна для верхнього одягу глядачів розраховується на 100% глядацьких місць. Глибина вбиральні не повинна перевищувати 6 м.

Приміщення для представників охорони громадського порядку передбачається при місткості трибун понад 1,5 тис. Місць. Розміщується в зручному зв'язку з вестибюлем для глядачів. В санітарних вузлах для глядачів розрахункову кількість чоловіків 60%, а в залах для футболу і катках для хокею - 70% загальної кількості місць. Розрахункове число жінок у всіх випадках 40 % загальної кількості місць. Інші співвідношення можуть бути визначені завданням на проектування, виходячи з місцевих демографічних особливостей.

Число санітарних приладів в санвузлах для глядачів Жіночі санвузли:

Один унітаз на 50 глядачів-жінок. Один умивальник на 2 унітази в санвузлі чоловічі санвузли. Один унітаз на 330 і один пісуар на 66 глядачів-чоловіків. Один умивальник на 4 приладу. Розрахункове число чоловіків 60%, жінок 40%. 40 на 1 Ж, 66 на 1 Ч. Чоловіків $9500 * 0,6 = 5700$. Жінок $9500 * 0,4 = 3800$

В жіночих санвузлах: $3800/40 = 95$ унітазів В чоловічих санвузлах: $5700/66 = 87$

писарів $5700/333 = 17$ унітазів

Площа буфету для глядачів визначається виходячи з 3% кількості місць для глядачів. При визначенні площі буфетів для глядачів площа залу з роздавальною приймається з розрахунку 1,4 м² на кожне посадочне місце, а площа підсобних приміщень - 30% площі залу буфета з роздавальною. Буфет для глядачів доцільно розташовувати не далі 150 м від найбільш віддаленого місця на трибуні: зал буфета обладнується кафетерійними столиками для їжі стоячи.

1.15 Допоміжні приміщення для проведення концертів

Допоміжні приміщення для культурно-видовищних заходів включають групу приміщень для артистів, художніх керівників (артистичні) і складські приміщення, необхідні для концертів.

Під ці цілі можуть бути пристосовані будь-які відповідні за вимогами вільні приміщення велотреку.

Площа фойє - 0,35м² на одного глядача. З них 6300 глядачів потрапляють в спорт ядро безпосередньо з першого поверху $0,35 * 3800 = 1330$ кв. м

Кількість місць 5200 по зовнішнім сторонам велосипедних доріжок, що вимагає площі $5700 * 0,35 = 1995$ кв. м

Площа буфету для глядачів:

Нормативним значенням кількості обслуговуваних в буфеті глядачів вважається 3%. Це по-вимагає з розрахунку 1,4м² на людину $9500 * 0,03 * 1,4 = 395$ м², з яких 30% повинні бути зайняті підсобними приміщеннями (120 метрів).

Таблиця 2.16. Площі глядацьких допоміжних приміщень

| | |
|--------------------------|--------------------|
| Гардероб верхнього одягу | $9500 * 0,1 = 950$ |
| санвузли * | Див. Розрахунок |
| Вестибюль для глядачів | 3325 |
| Камера зберігання | 155 |
| буфети | 395 |

1.16 Основні планувальні рішення

На цокольному поверсі розташовуються приміщення вхідної групи спортсменів,

журналістів та привілейованих гостей. Також на ньому знаходяться гардероби для глядачів і санвузли при них, приміщення технічного призначення (КВП, ТП і т.д.). В'їзд автомобілів в будівлю здійснюється по пандусу в осях 12-13.

В прибудові розташовуються: спортивний зал для ігор з м'ячем 38x18 м, два тренажерних зали, універсальний спортзал для ОФП 24x12 м, супутні приміщення, теоретичні класи, приміщення адміністративно-побутового персоналу та ІТП. Вхід спортсменів з прибудови запроєктує-ван по галереї на цокольний поверх основного комплексу. З цокольного поверху евакуація здійснюється по пандусах.

Покрівля загальною площею 12 500 кв. м. має антикригові системи і системи вакуумного водостоку. Принцип кабельного обігріву даху (даху без льоду) заснований на так званих нагрівальних кабелях, або гріють кабелях.

1.17 Загальне конструктивне рішення

Конструкція тіла велотреку передбачається дерев'яної з деревини хвойних порід.

Дерев'яне покриття на лагах розташовується поверх металевого бетонної основи.

Каркас будівлі з металевих конструкцій і залізобетону.

Перекриття - преданпряженное вантове двоякої Гауссової кривизни ортогональні на круглому плані.

Опорний контур - просторова металева ферма.

Несучі колони, що підтримують опорний контур, залізобетонні монолітні.

Сходові клітки і ліфтові шахти виконані з зі збірного залізобетону товщиною 200 мм. Міжповерхові перекриття, включаючи перекриття між першим поверхом і спортивним ядром, монолітні залізобетонні. Конструкція трибун виконується з монолітного залізобетону.

Стіни будівлі з сендвіч-панелей. Вікна виконуються з склопакетів.

Двері в зонах проходу глядачів електричні розсувні з датчиками руху. Фундаменти пальові.

Ростверк є цілісною плитою, розділений деформаційними швами на трибунах частина, частина центрального поля, частина під полотном велотреку. Колони (пілони), на які пере- дається зусилля від просторової ферми, шарнірно з'єднані з металевими

стійками і сприймають тільки стискаючі зусилля від покриття і вітрове навантаження. Пілони передають навантаження на основу завдяки окремим ростверкам, відокремленими осадовими швами від решти конструкції.

РОЗДІЛ 2. Розрахунково-конструктивний

2.1 Вступ

Коли в 1834 р був винайдений дротяний трос, це започаткувало появу конструктивного елемента, незамінного в багатьох галузях сучасної техніки, що визначається його високими показниками: - високою міцністю при малій вазі, гнучкістю, довговічністю. У будівництві дротові троси були вперше застосовані в якості несучих елементів висячих мостів, а потім і в велико прольотних висячих покриттях. Праобразми таких покриттів - намети або намети; їх м'яка оболонка (мембрана) є одночасно і огорожувальною, і несучою конструкцією покриття. У вантових (тросових) покриттях ці функції розділені: несучими елементами є троси, а огорожею - конструкція заповнення (покрівлі).

Вперше вантові покриття були споруджені В. Г. Шуховим в Росії (в Нижньому Новгороді) ще в 1896 г. Однак тільки споруда Релей-арени в США (1952 г.) наочно продемонструвала широкі можливості застосування тросів в конструкціях покриттів. З тих пір в світі споруджено безліч вантових покриттів різних форм і конструктивних систем з використанням різноманітних методів будівництва.

Висячі покриття виявляються найбільш економічними в порівнянні з іншими конструкціями в тих випадках, коли потрібно перекривати середні і великі прольоти без внутрішніх опор. Вже існують висячі покриття прольотом до 130 м. На основі подальшого розвитку конструктивних форм покриттів прольоти можуть бути ще більші. У висячих покриттях на несучі елементи (троси) витрачається приблизно 5-6 кг сталі на 1 м² перекриваємої площі. Вантові конструкції мають високу ступінь готовності; монтаж їх, як правило, нескладний і вимагає не багато часу.

Найбільш велика область застосування висячих (вантових) покриттів - громадські спорудження; ці конструкції доцільно використовувати також для виробничих і складських будівель. Тому необхідні спеціальні конструктивні заходи, що забезпечують стійкість системи при будь-яких можливих навантаженнях.

Різними способами стабілізації окремих тросів можна створити вантові системи різних типів. Для одно поясних систем необхідно облаштувати досить важку

конструкцію покриття; для двухпоясних і перехресних систем можна прийняти легкі покриття. Форма поверхні покриття визначається прийнятим типом вантової системи. При паралельному розташуванні окремих тросів або тросових ферм утворюється поверхня одинарної кривизни; при радіальному їх розташуванні або при використанні перехресної системи тросів - поверхня двоякої кривизни.

Розрахунок вантових систем зводиться до тих же рівнянь, що і для окремих тросів. Однак образ спільної роботи цілої системи тросів призводить до досить складних залежностей, і лише в небагатьох випадках вираження зусиль в окремих тросах можуть бути отримані в замкнутому вигляді. Тому для розрахунку вантових систем використовують ітераційні методи, що дозволяють застосовувати ПК.

Якщо навантаження здійснюється за допомогою жорсткої конструкції (наприклад, монолітної залізобетонної оболонки), то наведена вище умова може вже не дотримуватись, що дозволяє зменшити вагу покриття. Неврівноважені навантаження негативно сприймаються твердою оболонкою (одинарної або двоякої кривизни), в якій виникають переважно зусилля стиску. Ці зусилля повинні бути сприйняті опорним контуром покриття.

Двопоясні системи. Негативне навантаження, що діє на несучий трос, може бути сприйняте розташованим нижче нього стабілізуючим (натяжним) тросом, який пов'язаний з несучою системою сполучних стрижнів; при цьому в стрижнях діють розтягуючі зусилля. Щоб обмежити переміщення системи, стабілізуючому тросу надають попереднє натягуються; тоді при будь-якому навантаженні. Величини деформацій; системи при різних навантаженнях залежать від конфігурації з'єднувальних грат.

Аналогічна система утворюється при розташуванні стабілізуючого троса вище нього; при цьому в сполучних стрижнях виникають стискаючі зусилля. В цьому випадку система повинна бути захищена від втрати стійкості із площини.

Перехресні системи. При цьому способі стабілізації негативні навантаження сприймаються стабілізуючими тросами, що розташовуються поперек несучих. Щоб зусилля в стабілізуючих тросах від навантаження не були надмірно великі, ці троси повинні мати досить велике піднесення.

При з'єднанні обох сімейств тросів в місцях їх перетину створюється стійка несуча

система, яка характеризується малими переміщеннями при будь-яких поєднаннях навантажень.

Попередній натяг або навантаження, як і стабілізація окремих тросів, - характерна ознака вантових конструкцій. Чим більший попередній натяг, тим менше при тому ж навантаженні деформації троса. Завдяки цьому можна настільки обмежити деформації байтовими систем, що вони не перевищать відповідних величин для звичайних (жорстких) конструкцій. З іншого боку, попередній натяг призводить до збільшення зусиль в тросах, поет-му величина натягу в значній мірі визначає економічність конструкції. Слід зазначити, що попереднє напруження (навантаження) значно покращує роботу байтових конструкцій при динамічних впливах.

Застосування перехресних систем дає архітекторам можливість створювати різні форми вантових покриттів. Слід, однак, відзначити, що ці форми не є цілком довільними, оскільки при заданому контурі плану і геометрії поверхні покриття повинні бути забезпечені певні умови закріплення сітки по контуру. У ряді випадків, виходячи з статичних і архітектурних міркувань, вибирають конструкцію опорного контуру, яка визначає і геометрію покриття.

Перехресні вантові системи поєднують з легким покрівельним покриттям, для якого часто застосовують збірні плити з легкого бетону або армоцементу.

Зважаючи на малу власну вагу покриттів з тросових сіток істотне значення слід придати вітровому навантаженню. Випробування моделей показали, що при горизонтальному вітровому потоці в середній частині сідлоподібного покриття виникає майже рівномірний негативний тиск, а у навітряних високих країв покриття - піки негативного тиску. Існує небезпека появи флатера (динамічної нестійкості) таких покриттів, особливо при малій кривизні.

Анкерні вузли служать для сприйняття зусиль в тросах і їх передачі на опорні конструкції.

В попередньо-напружених вантових покриттях ці вузли використовують також для попереднього натягу тросів; при цьому в вузлах виникають значні місцеві напруження. Конструкція вузлів анкерування повинна забезпечувати вільні переміщення тросів при зміні навантаження.

2.2 Статичний розрахунок вантового покриття.

В якості покриття споруди велотреку обрана висяча система. Вибір даного типу про-просторових конструкцій обумовлений в першу чергу прольотом в 115 метрів, який необхідно перекрити. Перекриття прольоту такої величини залізобетонної чи металевими конструкціями, є сумнівним, тому найбільш підходящими будуть саме ванти, гнучкі нитки, здатні сприймати навантаження при прольотах споруд більше двохсот метрів.

2.3 Зіставлення можливих варіантів

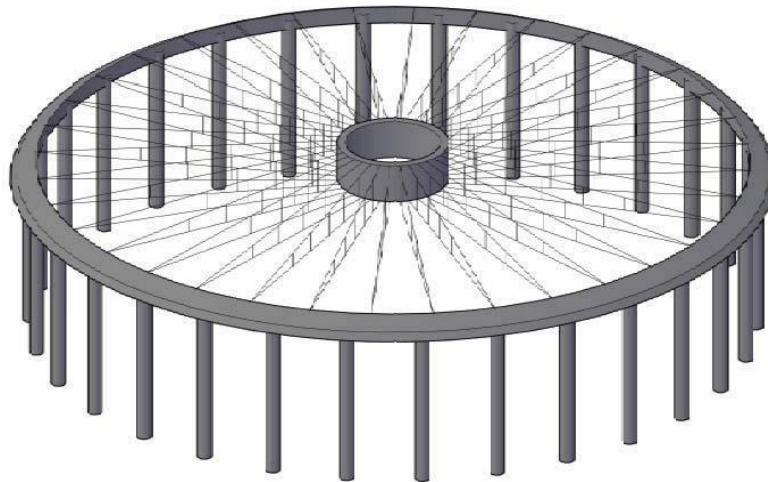


Рис. 2.1. радіальна система

Згадаймо, що спорудження велотреку має круглу форму. У такому випадку найбільш ефективною буде радіальна форма розташування вант. Однак при такій системі є ряд істотних недоліків. В першу чергу це експлуатаційні труднощі, пов'язані з відведенням води з даху. Далі варто відзначити велику матеріаломісткість радіальної конструкції, за попередніми оцінками для її створення було б потрібно 85 тон стали, 2259 метрів каната. Додаткових-ні витрати пов'язані зі створенням внутрішнього опорного кільця.

Істотною перевагою радіальної системи є відсутність можливих згинальних

деформації зовнішнього опорного кільця. Це спрощує його розрахунок і конструювання, так як кільце на-ходить в одній площині. Особливістю роботи такої системи тросів є можливість взаємодії динамічних навантажень. Так як розрахункові довжини верхнього і нижнього поясів вантових ферм різні, відповідно різні і частоти їх власних коливань. Даний факт показує, що при такому поєднанні впливів, коли можливий резонанс, система буде спроможна сама його погасити.

Розглянемо варіант попередньо-напруженого ортогонального перекриття.

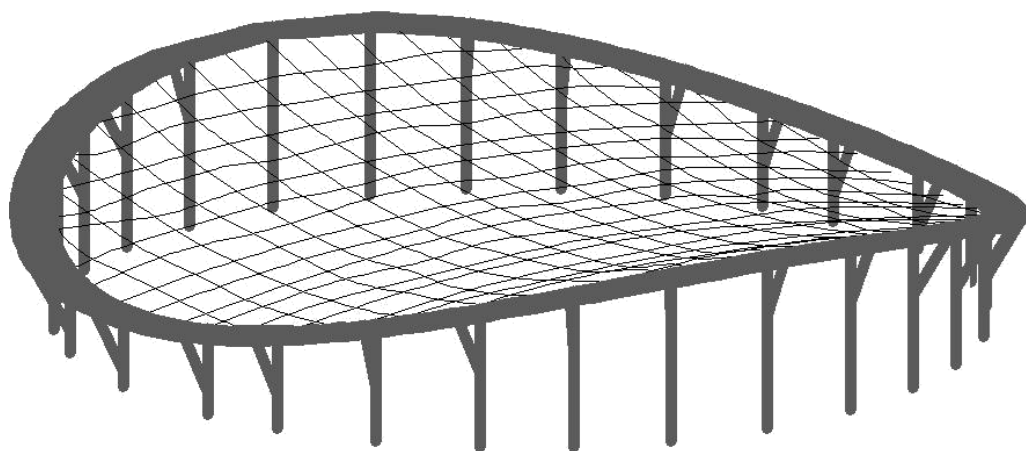


Рис. 2.2. Перехресна система

2.4 Теоретичне обґрунтування розрахунку

В розглянутій тут ортогональній системі робочі (несучі) і натяжні (стабілізуючі) троси суміщені в одному ярусі.

Тут є два сімейства тросів параболічного обрису, розташованих в вертикальних площинах. Площині розташування парабол різних сімейств взаємно-перпендикулярні. З рис. видно, що троси одного сімейства (робочі троси) розташовані опуклістю вниз і не тільки під-витримують всю постійну і тимчасову навантаження перекриття, але і сприймають на себе ще й зусилля другого сімейства тросів, розташованих опуклістю вгору (натяжних тросів).

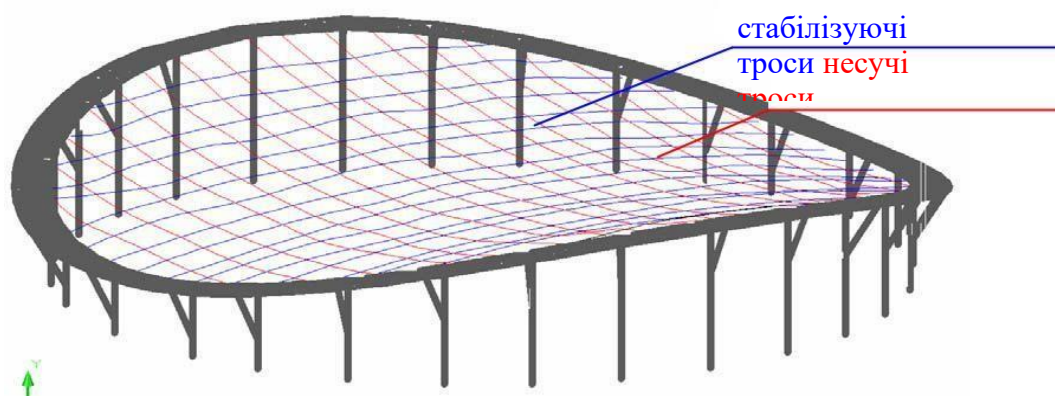


Рис. 2.3. Сімейства несучих і стабілізуючих вант

Всі параболи одного сімейства мають абсолютно однакове обрис, але вершини їх зміщені один відносно одного по вертикалі. Так як всі троси мають обриси квадратичних парабол, вони, очевидно, повинні бути навантажені навантаженням, рівномірно розподіленим по їх довжині.

Всі натяжні троси натягнуті однаково. Розташовані вони так само, як і робочі троси, на однакових відстанях один від одного. Тому на робочі троси від натяжних передаються однакові сили, розташовані на однаковій відстані один від одного. При таких умовах численні зосереджені сили можна з достатнім ступенем точності замінити суцільний рівномірно розподіленим навантаженням, яку позначимо q_c .

На натяжні троси діє тільки навантаження, спрямована зверху вниз і рівна також q_c . Отже послідовно, ці троси не сприймають навантаження перекриття. З цієї точки зору їх можна назвати неробочими тросами (натяжними, стабілізуючими, додатковими). Вони служать для того, щоб шляхом натягу створити більш жорстку систему.



Рис. 2.4. Робота несучого тросу

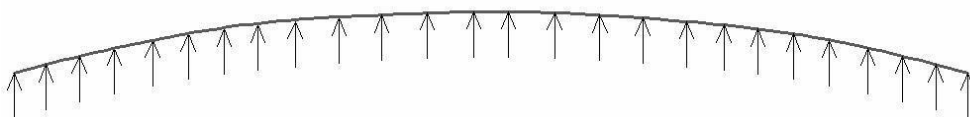


Рис. 2.5. Робота стабілізуючого тросу

Так як троси обох напрямків навантажені по своїй довжині рівномірним навантаженням, обрис їх, як уже сказано, визначається рівнянням параболи.

Аналогічно для робочого троса, розташованого в іншій площині симетрії, рівняння буде мати вигляд:

Ці два троси будемо називати головними. Довільний несучий трос, розташований на відстані x від головного, має проліт L_x і стрілку F_x . Натяг його таке ж, як головного троса, так як всі робочі троси, як уже було сказано, є відрізки парабол однакових параметрів.

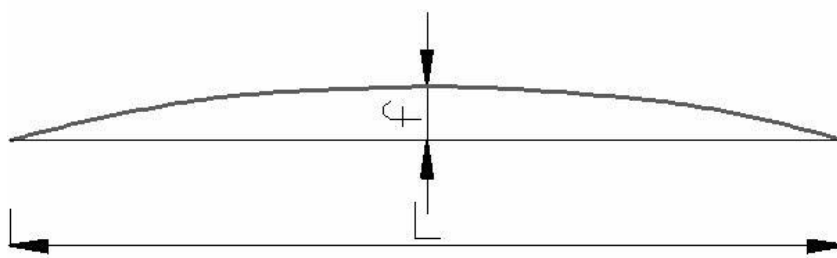


Рис. 2.6. головний трос

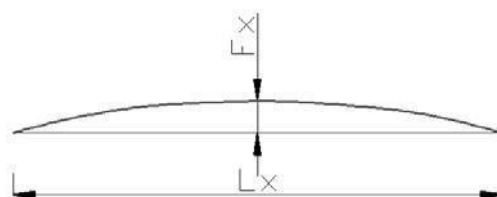


Рис. 2.7. довільний трос

и

Напишемо рівняння довільного троса. Площина, в якій він розташований, знаходиться, як вже обумовлено, на відстані x від початку координат, і, отже, ордината z точки визначили виразом (1). В результаті, маючи на увазі, що крива є параболою, проліт відповідного троса дорівнює L_x , А

Таким чином, вдалося встановити рівняння поверхні розглянутого покриття і показати, що при такій поверхні перекриття постійне навантаження викликає у всіх, паралельно один одному тросах однаковий натяг.

Тепер встановимо, яким слід взяти обрис опорного контуру. Для цього будемо ис-ходити з умови, що від постійного навантаження опорне кільце в плані не буде працювати на з-гинув.

Рішення кілька спростимо, замінивши дію окремих тросів на кільце суцільними навантаженнями p_l і p_L , Як це показано на малюнку. У загальному випадку навантаження p_l і p_L різні.

Напишемо, що в точці К з координатами x і y вигинає момент дорівнює нулю. Зробимо остаточні висновки:

Конструкції такого типу не потрібно облаштовувати додатковими водостоками

Важливою особливістю роботи даної системи є можливість появи згинальних деформацій в опорному контурі при несиметричному завантаженні або різкій зміні навантаження. Розрахунок зроблений з припущенням беззгинної роботи опорного контуру.

У перехресної системі власні частоти коливань всіх елементів конструкції різні (при радіальному розташуванні різні довжини тільки для всіх тросів верхнього і нижнього поясів). При підвищенні частоти коливань в одному тросі в інших станеться незначна зміна частот, що викличе і стабілізацію троса, в якому виникли коливання. Тобто система більш життєздатна з точки зору сприйняття динамічних навантажень.

Конструкція вимагає в півтора рази менше матеріалу на виготовлення, відсутність внутрішнього опорного кільця

З огляду на все вищесказане приймемо варіант перехресного розташування вант на покритті від'ємного з двоякою гауссовою кривизною.

Проведемо розрахунок вантового покриття, визначимо зусилля в тросах і

навантаження на опорний контур.

Збір навантажень

Задано постійним погонним навантаженням q на трос

Розглянемо ділянку троса довжиною один метр. Навантаження на нього буде передаватися з майданчика шириною $d = 2$ м (крок несучих тросів).

Постійне навантаження:

Власна вага

$$g_{св} = g_{каната} = 0,03 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Вага покриття з профнастилу і утеплювача вагою $12 \text{ кг} / \text{м}^2$ $12 * 2 = 24 \text{ кг}$,

$$g_{покp} = g * D = 0,03 * 2 = 0,06 \text{ кН} / \text{м}^2$$

тимчасова навантаження

снігове навантаження

$$P_{СНП} = 1,8 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$P_{сн} = P_{СНП} * \gamma_f * D = 1,8 * 1,4 * 2 = 5,04 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Корисне навантаження:

$$g_{вр} = g * D = 0,48 * 2 = 0,96 \text{ кН} / \text{м}$$

Повна погонне навантаження на несучий трос:

$$q = g_{св} + g_{покp} + g_{сніг} + g_{брешемо} = 0,03 + 0,06 + 5,04 + 0,96 = 6,27 \text{ кН} / \text{м}$$

2.5 Визначення зусиль попереднього натягу

При призначенні величини попереднього натягу не варто випускати з уваги, що воно покращує загальне конструктивне рішення покриття, але пов'язано зі збільшенням перерізів тросів і здорожчання покриття. Крім того, надмірні величини попереднього напруження приведуть до ускладнення в розрахунку опорного контуру і збільшення його габаритів, а також нелінійності конструкції.

З цих міркувань слід приймати, по можливості не дуже високе значення коефіцієнта попереднього напруження.

За рекомендаціями [9] при навантаженні від постійної ваги (30 кг / м²) величину попередньо-го напруги слід приймати від 100 до 300% від величини натягу несучих тросів. Однак вже при нормальній снігового навантаження в сукупності з власною вагою ця величина може бути зменшена до 5-10% від величини натягу несучих тросів. У нашому випадку вважаю необхідним прийняти цю величину 100%.

За статичної теорії з викладок до розрахунку еліптичної схеми отримаємо:

Причому це співвідношення задає вимоги по розбіжностям стрілок несучих і стабілізуючих тросів, при їх підборі цей фактор враховувався.

Таким чином вважаю за доцільне прийняти отримані з статичного розрахунку викладки і залишити значення стабілізуючого зусилля рівним 6,27 кН / м

Визначення зусиль в тросах

Виходячи з сил натягу в канатах, підберемо необхідні параметри. Задамося коефіцієнтом запасу якмі дорівнює 1,1.

$$H_{\text{треб}} = 2479,68 \text{кН} * 1,1 = 2720 \text{кН}$$

Так як розрахунок проводився по статичної теорії, замінимо вузлову навантаження на одно-мірно розподілену. Для цього поділимо навантаження в тросі на крок розташування тросів. Розподіл навантаження таким чином дорівнює 136 т / м.

Умовне позначення каната діаметром 54,0 мм, марки І, з дроту без покриття, правою плетення, розкручує, маркувальної групи 1 370 Н / мм²:

Канат 54,0-І-Р-1470 ГОСТ 7676-73.

Таблиця 3.2. характеристика каната

| | | | | перетину, мм ² | | | | | перетину, мм ² | | | | | перетину, мм ² мм ² | кг | | | | |
|------|-----|----|---|---------------------------|------|---|----|------|---------------------------|----|------|---------|---------|-------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| 50,0 | 3,6 | 19 | 5 | 18 | 17,8 | 5 | 24 | 19,2 | 6 | 24 | 30,8 | 1713,80 | 1469,51 | 2010 | 2180 | 2345 | 2515 | 2685 | 2850 |
| 52,0 | 4,0 | 19 | 5 | 19 | 17,8 | 5 | 26 | 19,2 | 6 | 25 | 30,8 | 1846,16 | 1582,83 | 2170 | 2350 | 2525 | 2705 | 2890 | 3070 |
| 54,0 | 4,4 | 19 | 5 | 20 | 19,0 | 5 | 27 | 19,2 | 6 | 26 | 30,8 | 1988,10 | 1704,37 | 2335 | 2525 | 2720 | 2920 | 3115 | 3305 |

Визначимо кількість каната, необхідного на створення всієї конструкції.

Підсумовуючи довжини всіх тросів, отримаємо загальну довжину 1824 метрів, що складе 62,18 тон.

Отже, ми визначили перетину всіх тросів і знайшли зусилля в них. Однак, як буде показано далі, форма параболічного гіперболоїда, як втім і будь-яка інша фігура,

розташована не в одній площині, має істотний недолік.

З досвіду проектування (Ралей-арена) (9) було встановлено, що сітка з тросів покриття в шелиге арок не змогла отримати попереднього напруження і провисає в обох напрямках. Зрозуміло, це пов'язано з малою величиною стрілок стабілізуючих тросів. Цей небезпечний навчаючи-стік покриття було посилено вантовими відтягненнями. Ці відтягнення з тонких тросів закріплені на покрівельному покритті і в вертикальних стійках і під кутом перетинають простір будівлі. Вони відтягують покриття донизу і перешкоджають його вивітрюванню під дією вітрового відсмоктування.

Координати опорного контуру

Для побудови розрахункової моделі в програмному комплексі Ліра визначимо координати опорного контуру

Таблиця 3.3. Координати опорного контуру

| x circle | y circle | $4fx^2 / 12$ | $z = 4fy^2 / 12$ | $z = 1 + 2$ |
|----------|----------|--------------|------------------|-------------|
| 0 | 57,5 | 0 | 4 | 4 |
| 4 | 57,3607 | -0,03871 | 3,980643 | 3,941928 |
| 6 | 57,1861 | -0,08711 | 3,956446 | 3,869338 |
| 8 | 56,94076 | -0,15486 | 3,922571 | 3,767713 |
| 10 | 56,62376 | -0,24197 | 3,879017 | 3,637051 |
| 12 | 56,23389 | -0,34843 | 3,825784 | 3,477353 |
| 14 | 55,76962 | -0,47425 | 3,762873 | 3,28862 |
| 16 | 55,22907 | -0,61943 | 3,690284 | 3,070851 |
| 18 | 54,60998 | -0,78397 | 3,608015 | 2,824045 |
| 20 | 53,90965 | -0,96786 | 3,516068 | 2,548204 |
| 22 | 53,12485 | -1,17112 | 3,414442 | 2,243327 |
| 24 | 52,25179 | -1,39372 | 3,303138 | 1,909414 |
| 26 | 51,28596 | -1,63569 | 3,182155 | 1,546465 |
| 28 | 50,22201 | -1,89701 | 3,051493 | 1,15448 |
| 30 | 49,05354 | -2,17769 | 2,911153 | 0,733459 |
| 32 | 47,7729 | -2,47773 | 2,761134 | 0,283403 |
| 34 | 46,37079 | -2,79713 | 2,601437 | -0,19569 |
| 36 | 44,83581 | -3,13588 | 2,43206 | -0,70382 |
| 38 | 43,15379 | -3,49399 | 2,253006 | -1,24098 |
| 40 | 41,30678 | -3,87146 | 2,064272 | -1,80718 |
| 42 | 39,27149 | -4,26828 | 1,86586 | -2,40242 |
| 44 | 37,01689 | -4,68446 | 1,657769 | -3,02669 |
| 46 | 34,5 | -5,12 | 1,44 | -3,68 |
| 48 | 31,65833 | -5,5749 | 1,212552 | -4,36234 |
| 50 | 28,39454 | -6,04915 | 0,975425 | -5,07372 |
| 52 | 24,54078 | -6,54276 | 0,72862 | -5,81414 |
| 54 | 19,75475 | -7,05573 | 0,472136 | -6,58359 |
| 56 | 13,04799 | -7,58805 | 0,205974 | -7,38208 |
| 57,5 | 0 | -8 | 0 | -8 |

2.6 Проектування пальових фундаментів

2.6.1 Геологічні умови

Таблиця 2.10. геологічні умови

| | | | | |
|--|------|--------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 0,2 | 7,81 | 0,20 | Ґрунтово-рослинний шар - супісок |
| | 0,8 | 7,21 | 0,60 | Суглинок пилуватий, жовтувато-коричневий, напівтвердий |
| | | | | |
| | 2,1 | 5,91 | 1,30 | Суглинок пилуватий стрічковий, жовтувато-коричневий, напівтвердий |
| | | | | |
| | 3,2 | 4,81 | 1,1 | Супісок пилувато-жовтий з гравієм, галькою з глиб. 2,5 м з гніздами піску і валунами, напівтверда |
| | | | | |
| | 6,1 | 1,91 | 2,9 | Супісок пилуватий коричнево-сіра, з гравієм, галькою і валунами, м'яка |
| | | | | |
| | 8,0 | 0,01 | 1,9 | Суглинок пилуватий коричневий з гравієм і валунами напівтвердий |
| | | | | |
| | 9,3 | -1,29 | 1,3 | Супісок пилуватий, сірувато-коричнева, з гравієм, галькою і гніздами піску, напівтверда |
| | | | | |
| | 15,4 | -7,39 | 6,1 | Супісок пилуватий, коричнево-сіра з гравієм, галькою і валунами, тверда |
| | | | | |
| | ,4 | -10,39 | 3,0 | Суглинок пилуватий шаруватий, коричнево-червоний, з гравієм, галькою, з рідкісними валунами, напівтвердий |
| | | | | |
| | 22,2 | -14,19 | 2,2 | Суглинок пилуватий шаруватий, коричнево-сірий, з гравієм, напівтвердий |
| | | | | |
| | 23,1 | -15,09 | 0,9 | Супісок пилуватий сіра з гніздами піску, тверда |
| | | | | |
| | 24,7 | -16,69 | 1,6 | Суглинок пилуватий неяснослоїстий, коричневий, з гравієм, напівтвердий |
| | | | | |
| | 25,1 | -17,09 | 0,4 | Супісок пилуватий шарувата з гніздами піску, полутвер- |

Позначка підлоги нульового поверху -3000. Тобто абсолютна відмітка

+4,81 м. Заглиблення палі в не-сухий шар на глибині 9,3 м прийємо 3,5 м. П'ята палі знаходиться на глибині 12,8 м. Довжина палі 13 м.

2.6.2 Збір навантажень на фундамент

Навантаження від вантового перекриття

Навантаження від покриття покрівлі

Навантаження від опорного кільця

Навантаження від колон

Навантаження від залізобетонних трибун

Навантаження від полотна велотреку

Навантаження від перекриттів

Корисне навантаження

снігове навантаження 10.

Таблиця 2.11. Збір навантажень на фундамент

| | Найменування | Величина, тонн |
|---|-------------------------------------|----------------------------------------|
| | Навантаження від вантового покриття | 62,177 т |
| | Навантаження від покриття покрівлі | 316 т |
| | Навантаження від опорного кільця | 240т |
| | Навантаження від колон | 294 т |
| | Навантаження від зв'язків | 150 т |
| | Навантаження від трибун | 300 тон на одну трибуну (чверть) |
| | Навантаження від перекриттів | 18270 т |
| 0 | Корисне навантаження | 2 000 т +1 000 т |
| 1 | плита ростверку | 14 175 т |
| 2 | снігове навантаження | 1896 т |
| | Разом на колони опорного коль- | 7260 т (Сума поперечних сил в колонах) |
| | ца (пілони) | |
| | Разом на спорудження | 27 00т |

2.6.3 Визначення розмірів і несучих здібностей фундаментів.

Розрахунок будемо проводити по першій групі граничних станів, при цьому будемо використовувати основне сполучення розрахункових навантажень. Розрахунок проводимо в такій послідовності:

2.6.4 Визначення розмірів плит ростверків.

Для всіх фундаментів приймаємо розміри ростверку 1,5x1,5м. Будемо розглядати фундамент палі з низьким ростверком, при цьому глибину закладення приймаємо рівною глибині закладення певної $d = 2,1$ м.

Всі палі - висячі, сприймають навантаження за рахунок тертя бічної поверхні.

Глибина занурення кінця палі залежить від інженерно-геологічних умов

$$L_{розр} = \sum l = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 + l_4 = 0.7 + 2.9 + 1.9 + 1.3 + 3.5 = 10.3 \text{ м}$$

$$L_{розр} = L_{розр} + d = 10,3 + 0,3 = 10.6 \text{ м}$$

Тип палі: С-11,0-40

2.6.5 Визначення несучої здатності палі

Несуча здатність висячої палі визначається за такою формулою:

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

де $\gamma_c = 1.0$ - коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті;

$\gamma_{cf} = 1.0$ $\gamma_{CR} = 1.0$ - коефіцієнти, залежать від способу занурення палі і виду ґрунту;

R - питомий опір ґрунту під нижнім кінцем палі (2.02.0,3); A - площа обпирання палі на ґрунт;

U - зовнішній периметр поперечного перерізу палі;

f_i - питомий опір шару ґрунту підстави по бічній поверхні

h_i - товщина і-того однорідного шару ґрунту, що стикається з поверхнею палі, при цьому потужність шару не повинна перевищувати 2м.

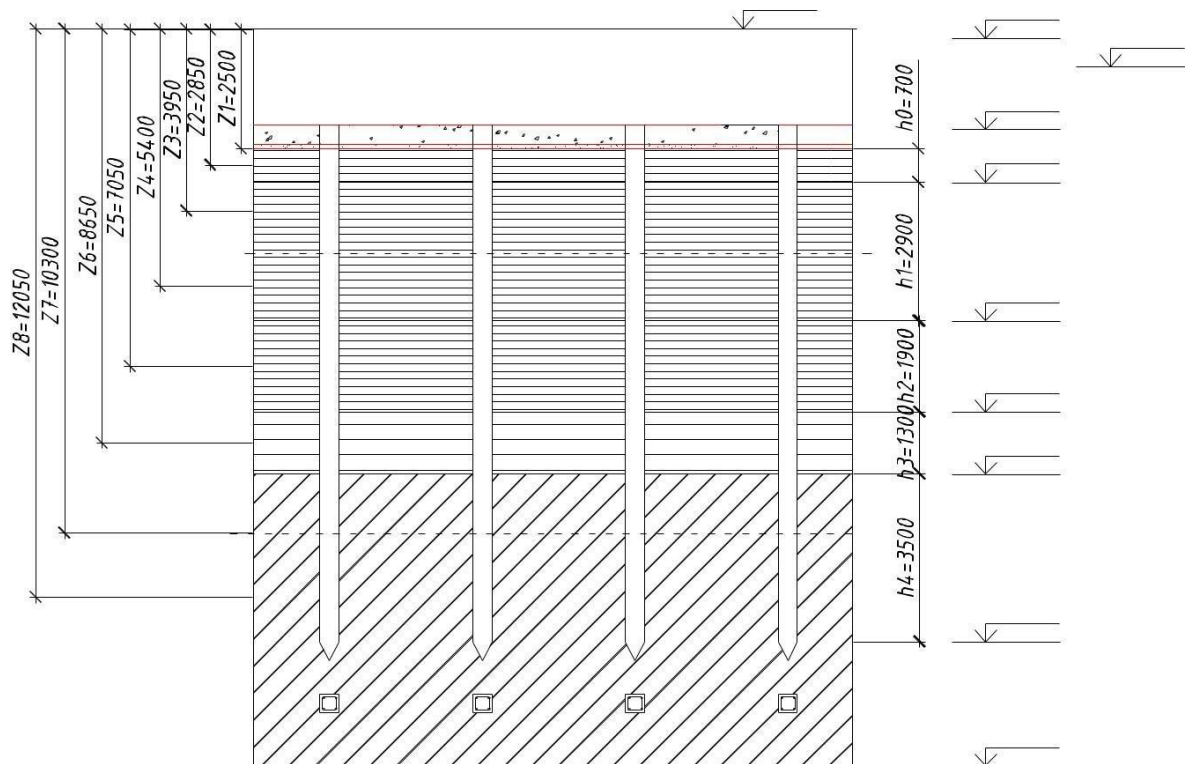
Таблиця 2.12. Визначення несучої здатності висячої палі

Розрахунок несучої здатності палі по підставі

| вид палі | збивні |
|----------|--------|
| | |
| | |
| | |

| | |
|--------------------------------------------------|---------|
| Вид поперечного перерізу палі | квадрат |
| Коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, γ_c | 1 |
| Діаметр палі, м | 0.4 |
| Площа поперечного перерізу, м ² | 0.160 |
| Периметр, поперечного перерізу, м | 1.600 |
| Довжина палі, м | 10.6 |

| Глибина закладення нижнього кінця, м | | | | | | | 13.2 |
|------------------------------------------------------------------|-------|----------|------|-----|-------|--------|---------|
| Коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем, γ_{cR} | | | | | | | 1 |
| Вид ґрунту під нижнім кінцем палі | | | | | | | супіски |
| Розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі по табл. 1, кПа | | | | | | | 1596.00 |
| Коефіцієнт умов роботи ґрунту по боковій поверхні, γ_{cf} | | | | | | | 1 |
| Розрахунковий опір по боковій поверхні, кПа | | | | | | | |
| h, м | Z, м | Ґрунт | IL | IP | e | f, кПа | f * h |
| 0 | 2.5 | супіски | 0.5 | 0.2 | 0.800 | 18.50 | 0.00 |
| 0.7 | 2.85 | супіски | 0.7 | 0.2 | 0.800 | 7.85 | 5.50 |
| 1.5 | 3.95 | суглинки | 0.25 | 0.2 | 0.800 | 45.30 | 67.95 |
| 1.4 | 5.4 | суглинки | 0.25 | 0.2 | 0.800 | 48.80 | 68.32 |
| 1.9 | 7.05 | супіски | 0.5 | 0.2 | 0.800 | 25.52 | 48.50 |
| 1.3 | 8.65 | супіски | 0.5 | 0.2 | 0.800 | | |
| 2 | 10.3 | супіски | 0.5 | 0.2 | 0.800 | 27.06 | 54.12 |
| 1.5 | 12.05 | супіски | 0.5 | 0.2 | 0.800 | 27.41 | 41.11 |
| 0 | 12.8 | супіски | 0.5 | 0.2 | 0.800 | 27.56 | 0.00 |



2.6.6 Визначення кількості паль.

Визначення кількості паль будемо виробляти за умови центрального навантаження, тобто при відсутності моментів за такою залежністю:

$$n = \frac{N_d}{N}$$

де N_d - сумарне навантаження передається на палі поле і визначається за формулою:

$$N_d = P + G$$

де P - навантаження від верхньої будови приведена до обрізу фундаменту, G - власна вага плити ростверку;

$$G = A_p \cdot d \cdot \gamma_{cp}$$

де F_d - несуча здатність ґрунту підстави одиночної палі; γ_k - коефіцієнт надійності, приймаємо рівним 1.4.

Визначимо кількість паль для сприйняття зусиль від опорного кільця.

$$n = \frac{N N_d}{76200508} = 150 \text{ шт}$$

Визначимо кількість паль під одну колону. Зусилля визначимо з розрахункової схеми споруди.

Пілон 1 є найбільш завантаженим. Зусилля визначимо з епюри поздовжніх сил.

$$N_{d1 \text{ макс}} = 1200 \text{ Т} = 10 \cdot 160 \text{ кН}$$

Визначимо необхідну кількість паль для сприйняття даної навантаження

$$n = \frac{N N_d}{10160508} = 20 \text{ шт}$$

Як видно з розрахунку, розподіл паль буде нерівномірним. Розмістимо під розтягнутими колонами мінімальне конструктивне число паль 4 шт.

2.6.7 Розстановка паль в плані.

Розстановку паль в плані слід проводити виходячи з таких умов:

$$a_1 \geq 3d, a_2 \geq d / 2 + 0.1 \text{ м}$$

$$a_1 \geq 1200, a_2 \geq 300 \text{ мм}$$

де a_1 - відстань між осями сусідніх паль,

a_2 - відстань від осі крайньої палі до краю плити ростверку, d - поперечний розмір

палі.

2.6.7 Перевірка плити залізобетонного ростверку на продавлювання.

Ростверк є елементом пального фундаменту, що опирається на куш паль.

За Посібник з проектування залізобетонних ростверків палювих фундаментів під колони будинків і споруд. Розрахунок ростверку пального фундаменту проводиться на продавлювання колоною і на продавлювання кутовий палею, на поперечну силу в похилих перетинах, на вигин на місцевий стиск під торцем збірної колони, на міцність стиснутої частини, на розкриття тріщин. Розрахунок ростверків проводиться за граничними станами першої групи (по міцності) і за граничними станами другої групи (по розкриттю тріщин).

Розрахунок на продавлювання колоною центрально-навантажених ростверків палювих фундаментів з кущами з чотирьох і більше паль здійснюється за формулою з умови, що продавлювання відбувається по боковій поверхні піраміди, висота якої дорівнює відстані по вертикалі від робочої арматури плити до низу колони, меншим підставою служить площа перерізу колони, а бічні грані, що проходять від зовнішніх граней колони до внутрішніх граней палей, нахилені до горизонту під кутом не менше 45° і не більше кута, відповідного піраміді з $c = 0,4h_0$ (див. Рис. 3.30):

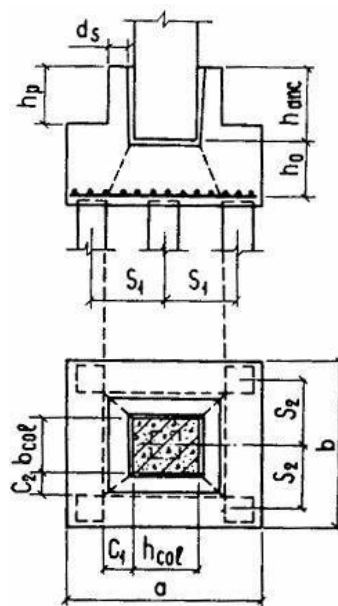


Рис. 2.30 Схема піраміди продавлювання під збірною залізобетонною колоною

F_{per} - розрахункова продавлювати сила, яка дорівнює сумі реакцій всіх паль, розташованих за пре-

$$F_{per} = N^{n_1}.$$

справами нижньої основи піраміди продавлювання, яка визначається з умови n . При цьому реакції паль підраховуються тільки від поздовжньої сили N , що діє в перерізі колони у верхній горизонтальній грані ростверку;

тут n - число паль в ростверку;

n - число паль, розташованих за межами нижньої основи піраміди продавлювання;

R - розрахунковий опір бетону розтягуванню для залізобетонних конструкцій з урахуванням коефіцієнта умов роботи бетону;

h - робоча висота перерізу ростверку на підприємстві, що перевіряється ділянці, що дорівнює відстані від робочий арматури плити до низу колони;

i - півсума підстав i -й бічної грані фігури продавлювання з числом граней m ;

c - відстань від межі колони до бічної грані палі, розташованої за межами фігури продавлювання;

α - коефіцієнт, що враховує часткову передачу поздовжньої сили на плитній частині

де F_{per} ; R_{bt} ; h_0 - см. формулу;

тут b_{col} , h_{col} - розміри перерізу колони;

c_1 - відстань від межі колони з розміром b_{col} до паралельної їй площини, що проходить по внутрішній межі найближчого ряду паль, розташованих за межами нижньої основи піраміди продавлювання;

c_2 - відстань від межі колони з розміром h_{col} до паралельної їй площини, що проходить по внутрішній межі найближчого ряду паль, розташованих за межами нижньої основи піраміди продавлювання.

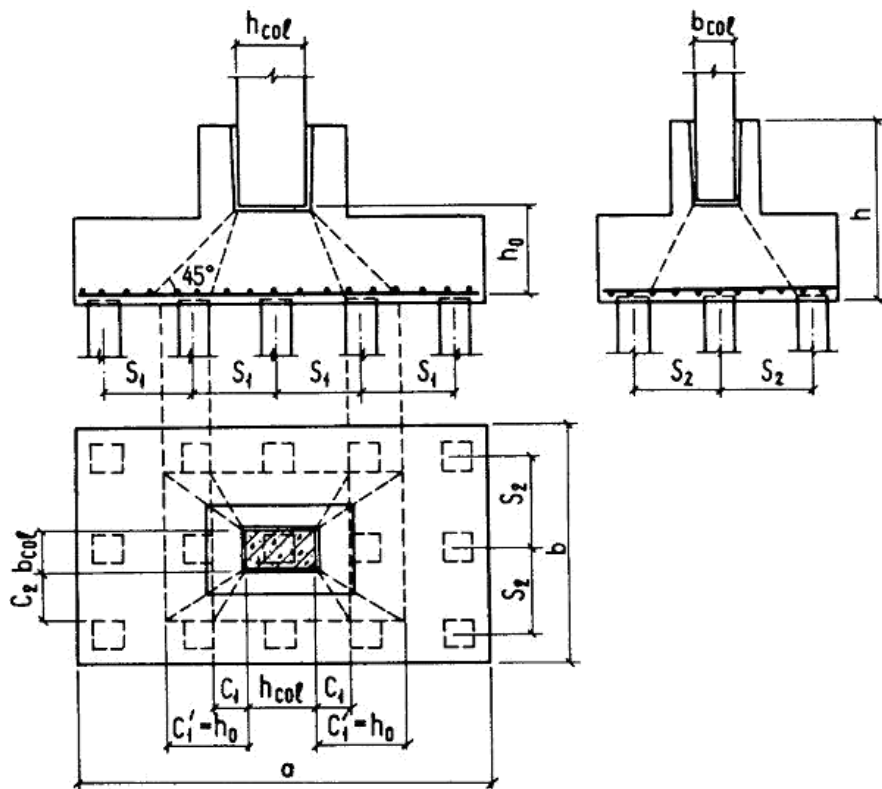


Рис. 2.31. Схема освіти пірамід продавлювання під залізобетонною колоною при багаторядному розташуванні паль за зовнішніми гранями колони

В дипломному проекті проводиться тільки перевірка ростверку на продавлювання колоною по піраміді, бічні сторони якої проходять від зовнішніх граней колони до внутрішньої грані паль, нахилені до горизонталі не більше кута, відповідного піраміді з $z = 0,4H$. Розрахункова формула:

При багаторядному розташуванні паль (рим. 3.31) крім розрахунку на продавлювання колоною по піраміді продавлювання, бічні сторони якої проходять від зовнішньої межі колони до ближайшеї граней паль, повинна бути проведена перевірка на продавлювання ростверку колоною в припущенні, що продавлювання відбувається по поверхні піраміди, дві або всі чотири боку якої нахилені під кутом 45° ; при цьому реакції паль, що знаходяться в межах площі нижньої основи піраміди продавлювання, не враховуються.

Розставимо палі в плані таким чином, щоб виконувалася умова відділення деформаційними планами наступних елементів конструкції:

полотна велотреку

Несучих колон покрівлі трибун

2.6.8 Армування паль

Забивні залізобетонні цільні палі суцільного квадратного перетину з поперечним армованим стовбура з арматурою, що напружується виготовляються по ГОСТ 19804.2-79 *. Залізобетонні палі суцільного квадратного перетину з напруженою поздовжньою арматурою повинні задовольняти вимогам ГОСТ 19804-91.

В Як крупний заповнювач для бетону паль повинен застосовуватися фракційний щебінь з природного каменю і гравію по ГОСТ 26633-91, при цьому розмір фракції повинен бути не більше 40 мм.

Марка бетону паль по міцності на стиск для паль перетином 400 400 мм - М400. Як поздовжньої напруженої арматури повинна застосовуватися

а) високоміцний арматурний дріт періодичного профілю класу Вр-II по ГОСТ 7348-81; б) гарячекатана арматурна сталь класів А-IV і AV по ГОСТ 5781-82 і класів Ат-V і Ат-IVC по ГОСТ 10884-81;

в) арматурні канати класу К-7 по ГОСТ 13840-68.

Натяг арматури класів Вр-II і К-7 слід здійснювати механічним способом, натягуються арматури класів А-IV, AV, Ат-V, Ат-IVC - електротермічним (для паль завдовжки до 12 м включно.) Або механічним способами. Допускається використовувати електротермічний спосіб для натягу дротяної арматури класу Вр-II.

При натягу електротермічним способом високоміцного дроту і термічно зміцненої стрижневої арматури додатково повинні проводитися контрольні випробування арматури на розтяг після електронагріву.

Зразки випробовуються на розтягнення відповідно до вимог ГОСТ 10446-80. Температура нагріву напруженої арматури при електротермічному способі натягу НЕ повинна перевищувати величин, встановлених нормативними документами по технології виготовлення попередньо напружених конструкцій.

Після відпустки натягу арматура повинна бути зрізана врівень з бетоном.

Для поперечного армування паль слід застосовувати дріт класу ВІ або Вр-I діаметром 5 мм по ГОСТ 6727-80. Крок спіралі поперечної арматури по обох кінцях палі на довжині 1 м повинен бути рівним 100 мм, в середній частині для паль завдовжки до

12 м включно. - 300 мм і для палей завдовжки 13 м і більше - 200 мм. Поперечна арматура повинна бути прив'язана в'язальною проволокою до поздовжньої арматури в кожному четвертому перетині з тим, щоб крок спіралі був за-фіксований. Голова палі повинна бути посилена сітками марок С40. Вістря палі повинно бути підсилено приставним каркасом марок КО40.

Розташування арматури (поздовжньої і поперечної, сіток голови палей, каркасів вістря, петель и штирів) в палях має відповідати зазначеному на кресленні Лист 9. Проектна марка бетону В30, Витрата бетону на 1 палю 1,2 куб. м. Арматура 54,7 КГ. Маса палі 2.8 тонн.

РОЗДІЛ 3. Науково-дослідний

3.1 Завдання розрахунково-конструкторської частини

Розрахунки проведені за допомогою проектно-обчислювального комплексу (ВК) Ліра v. 9.4, що реалізує метод кінцевих елементів у формі методу переміщень. При розрахунку була обрана загальна схема з номером 5 «Система загального вигляду» з 6-ма ступенями вільності у вузлі.

Склад робіт

- розробка просторової кінцево-елементної моделі;
- постановка граничних умов;
- розробка моделі навантаження;
- тестування розрахункової моделі;
- кінцево-елементне дослідження напружено- деформованого стану моделі;
- оцінка несучої здатності конструктивних елементів;
- аналіз і інженерна інтерпретація отриманих результатів;
- конструювання вузлів окремих елементів;
- оптимізація конструкції;
- складання технічного звіту і архівація матеріалів
- розрахунок і проектування вузлів ферми.

Модель створювалася безпосередньо в обчислювальному комплексі Ліра 9.4 методом введення координатних точок, отриманих при побудові опорного контуру в комплексі AutoCAD і обчисленнях при розрахунку висячого покриття.

Зв'язки в системі визначені в нижній точці обпирання колон. Всі вузли замодельовані жорсткими (безшарнірними).

3.2 Пояснювальна записка (за результатами розрахунку в ПК Ліра)

Ім'я завдання: рівне кільце 4-14

ВСТУП

Розрахунок виконаний програмним комплексом "ЛІРА".

В основу розрахунку покладено метод кінцевих елементів в переміщеннях. В якості основних невідомих прийняті наступні переміщення вузлів:

X лінійне по осі X Y лінійне по осі Y Z лінійне по осі Z

UX кутове навколо осі X UY кутове навколо осі Y UZ кутове навколо осі Z

В розрахункову схему включені наступні типи елементів:

Тип 10. Універсальний просторовий стрижневий КЕ. Розрахунок виконаний на наступні завантаження:

завантажені 1 - статична завантаженість, що враховує снігове, вітрове вплив, реакцію попереднього напруження в вантової системи і корисні навантаження на покриття.

Лінійні переміщення вважаються позитивними, якщо вони спрямовані уздовж осей координат. Позитивні кутові переміщення відповідають обертанню проти годинникової стрілки, якщо дивитися з кінця відповідної осі. Переміщення мають наступну індексацію:

X лінійне по осі X Y лінійне по осі Y Z лінійне по осі Z

UX кутове навколо осі X UY кутове навколо осі Y UZ кутове навколо осі Z

І Н Д Е К С А Ц І Я І П Р А В И Л А З Н А К О В У З І Л І Й У К О Н Е Ч Н И Х Е
Л Е М Е Н Т А Х

Тип 10. Універсальний просторовий стрижневий КЕ.

Кінцевий елемент сприймає такі види зусиль:

N осьове зусилля; позитивний знак відповідає розтягування.

MK крутний момент щодо осі X1; позитивний знак відповідає дії момента проти годинникової стрілки, якщо дивитися з кінця осі X1, на перетин, що належить кінця стержня.

MU вигинає момент щодо осі Y1 позитивний знак відповідає дії моменту проти годинникової стрілки, якщо дивитися з кінця осі Y1, на перетин, що належить кінця стержня.

MZ вигинає момент щодо осі Z1; позитивний знак відповідає дії момента проти годинникової стрілки, якщо дивитися з кінця осі Z1, на перетин, що належить кінця стержня.

QU перерізуюча сила уздовж осі Y1; позитивний знак відповідає збігу напрямку сили з віссю Y1 для перетину, що належить кінця стержня.

QZ перерізуюча сила уздовж осі Z1; поклади-вальний знак відповідає збігу направління сили з віссю Z1 для перетину, що належить кінця стержня.

оптимізація:

За результатами розрахунків були прийняті наступні рішення по оптимізації металоконструкцій ферми:

Похилені стійки, що з'єднують верхній пояс ферми з колоною, можуть бути вкорочені і не доходить до рівня землі

Розкоси ферми можливо виконати з менш потужних елементів

У деяких місцях ферми (в місцях зміни кривизни при порівнянних довжинах вант) вимагає-ся збільшення площі поперечного перерізу стійок і / або постановка додаткових розкосів.

В ході розрахунків були отримані наступні картини розподілу напружень:

3.2 Розрахункова схема

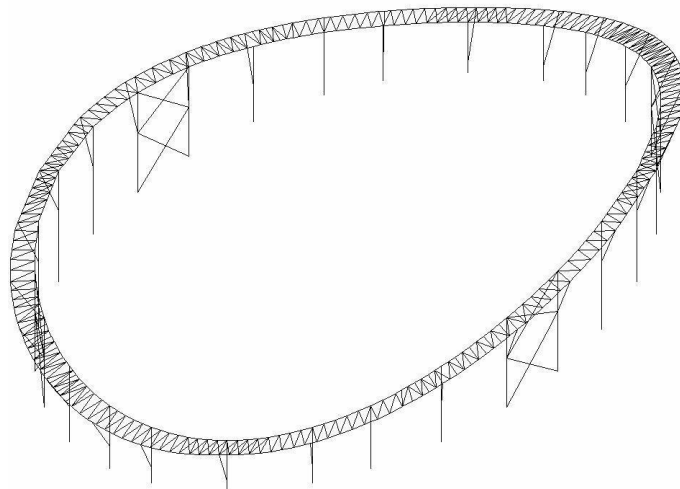


Рис. 3.1. Розрахункова стрижнева схема

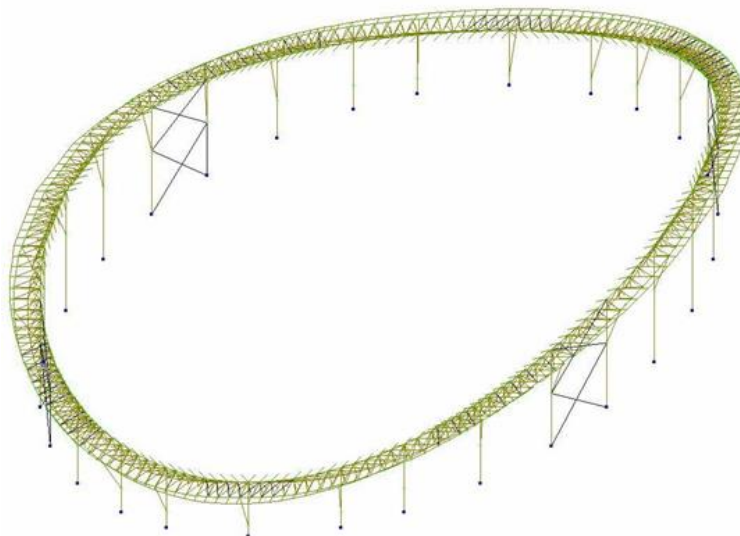
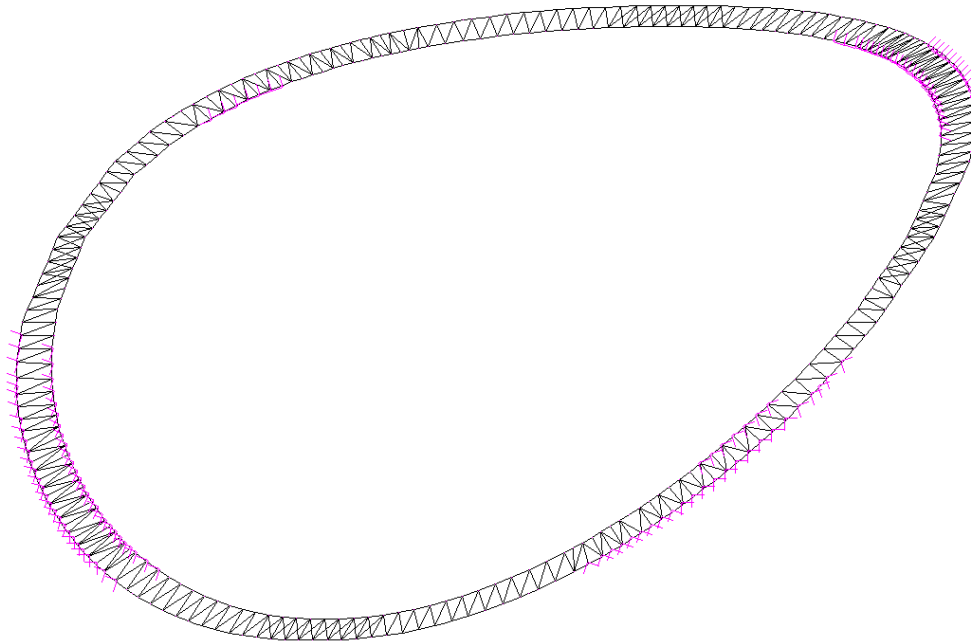


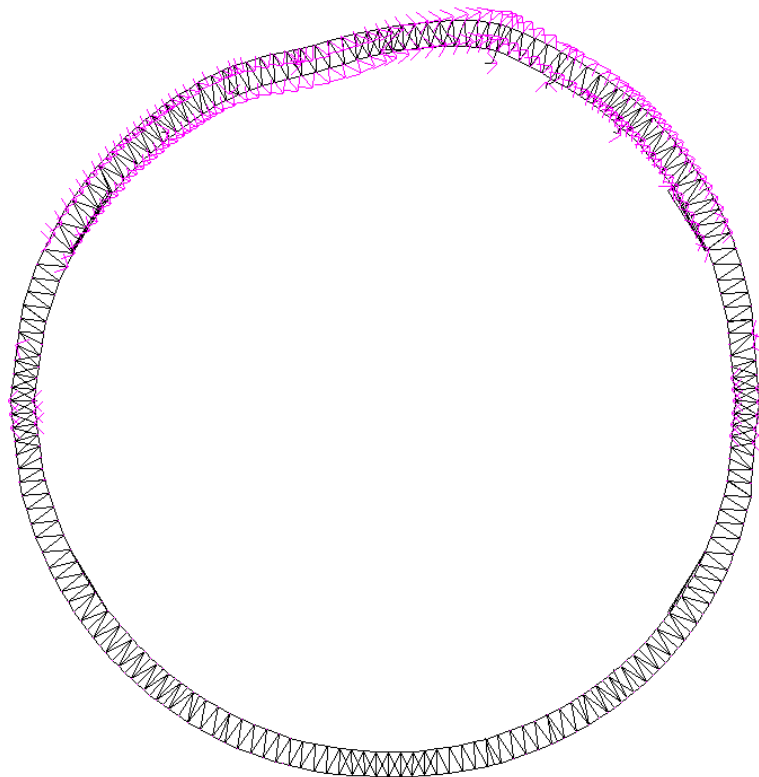
Рис. 3.2. Навантаження, прикладені на опорний контур

Навантаження від вант прикладалася по осях X, Y і Z. Величини були отримані шляхом розкладання вектора зусиль на три складові по осях.

3.3 Результати розрахунку



A)



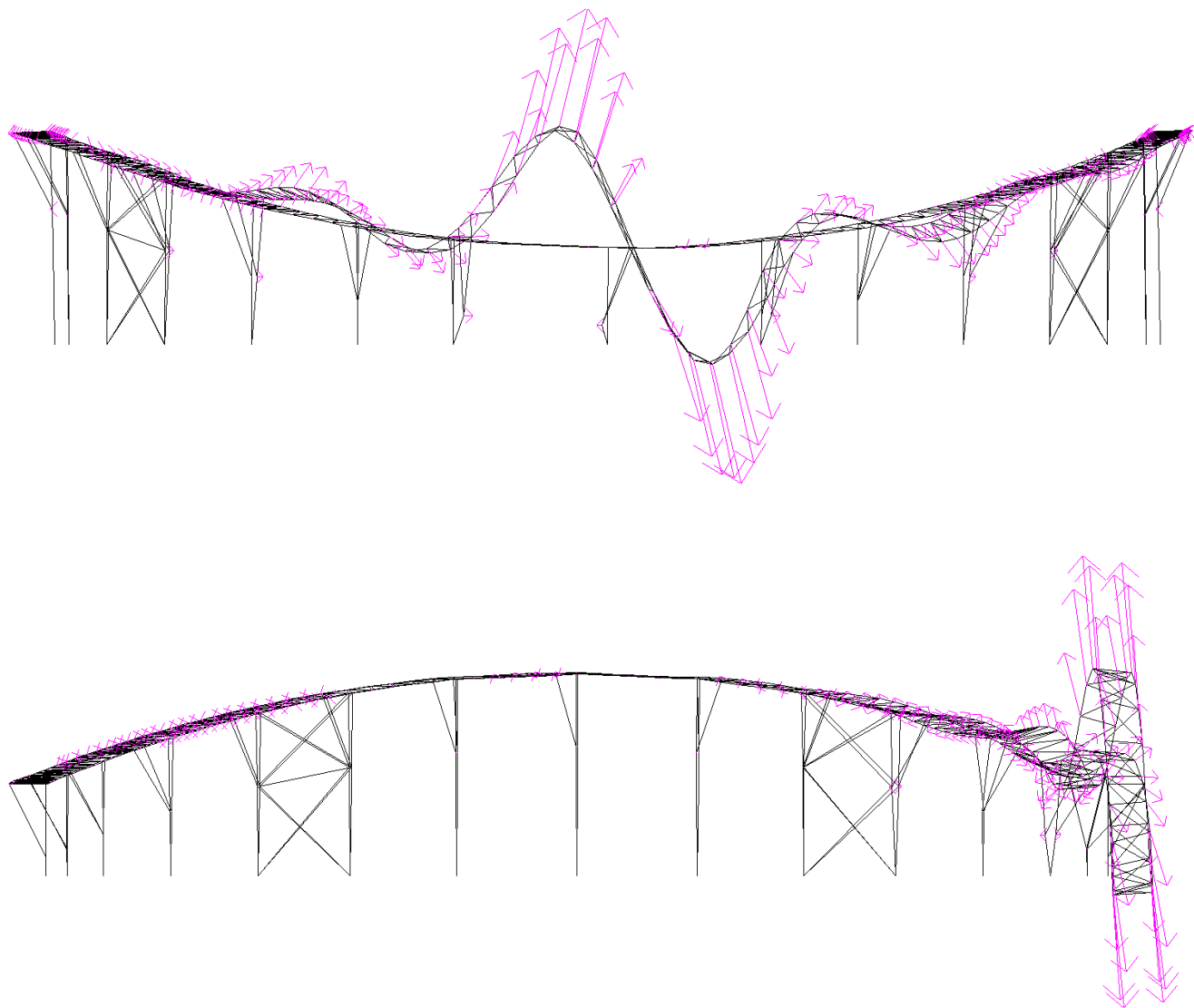
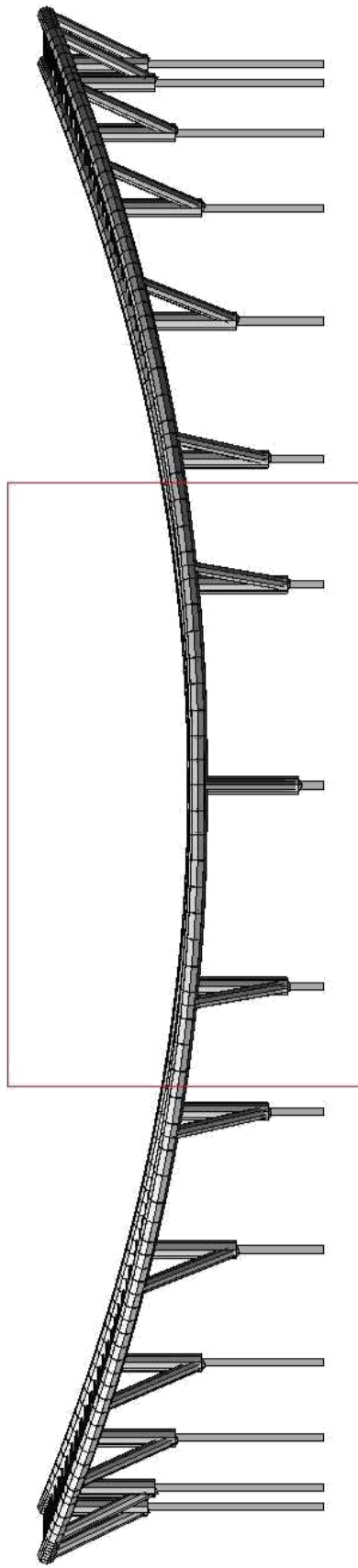
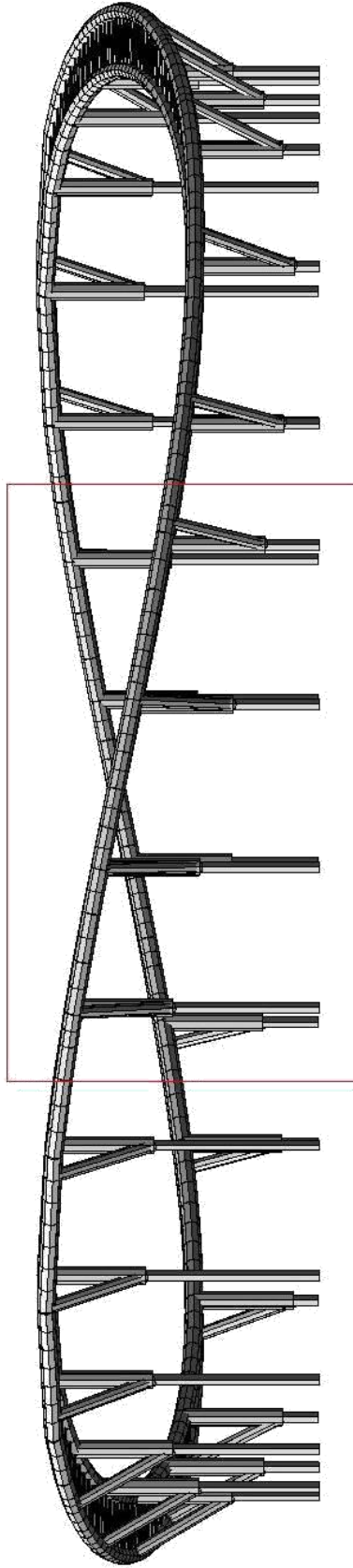


Рис. 3.3. 1 Форма втрати стійкості

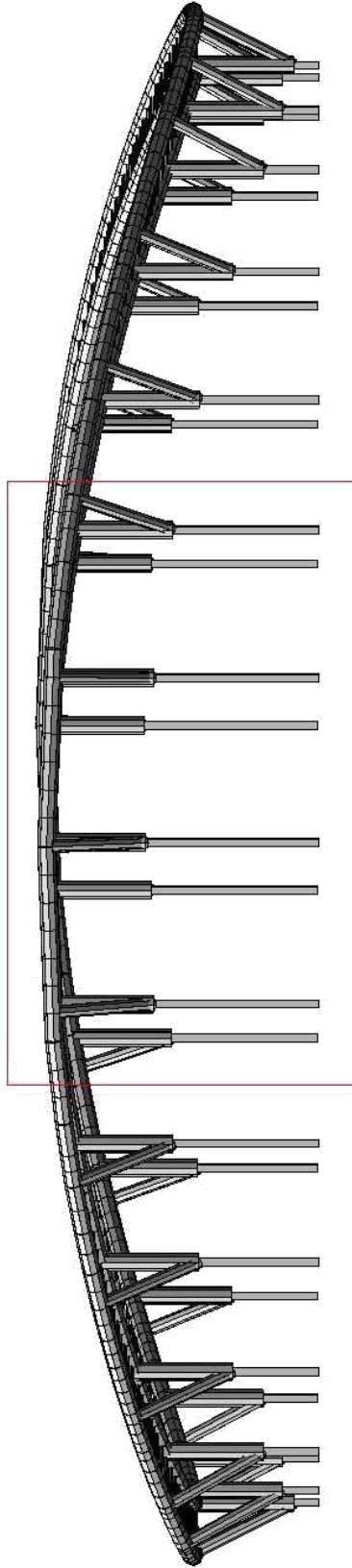
ровное кольцо 4-22,33d



ровное кольцо 4-22.13d



ровное кольцо 4-22.13d



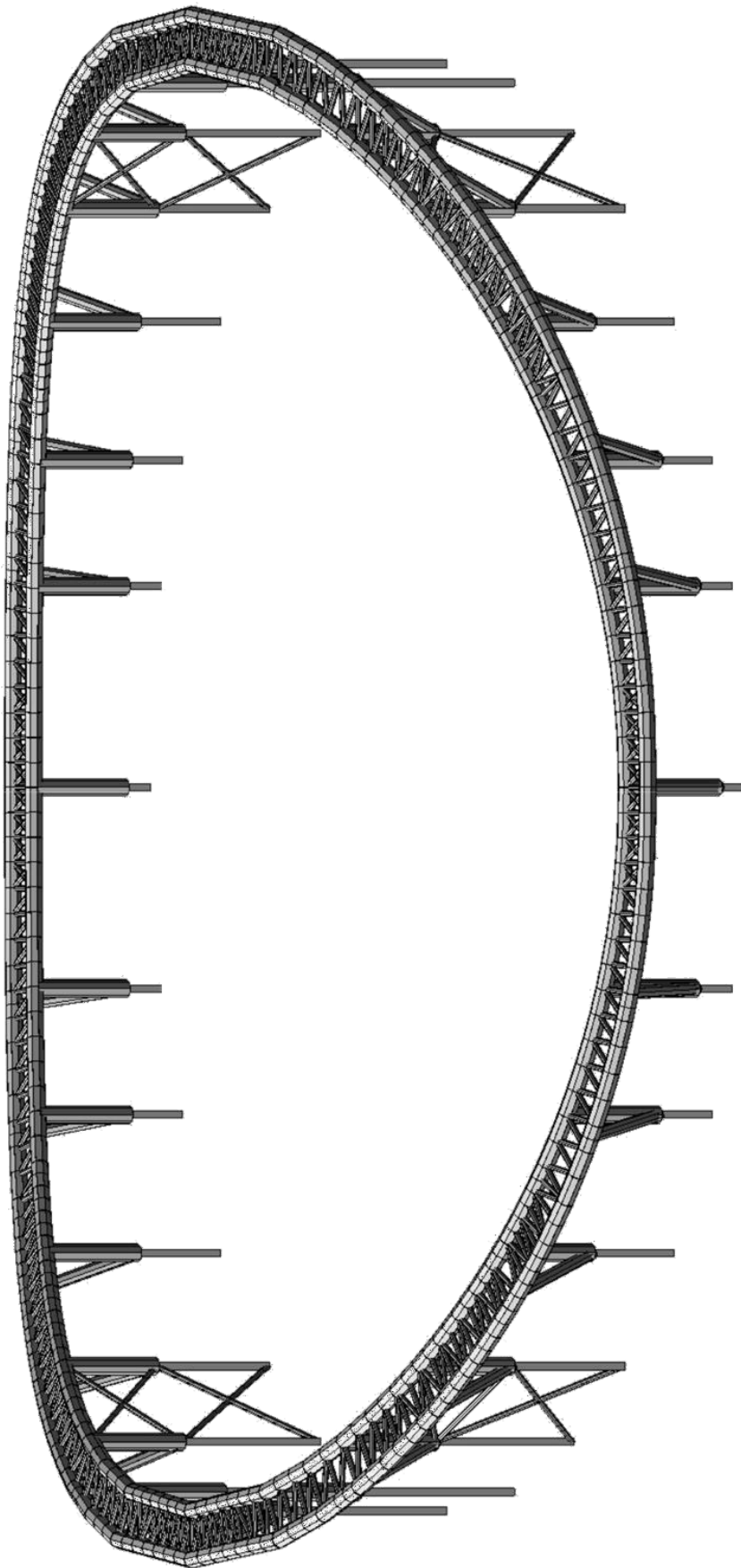


Рис 3.4 а, б, в, г, д, е. Конструкція опорного контуру. Просторова модель.

3.4 Розрахунок елементів ферми

Розрахунки проводилися в SolidWorks Simulation (COSMOSWorks) за результатами моделювання в про-програмних комплексі Solid Works. Комплекс SolidWorks Simulation підставі на методі кінцевих елементів. У ньому реалізовані різноманітні контактні умови.

Перевірка матеріалу опорного контуру на можливість сприйняття зусиль

Таблиця 3.4. характеристика матеріалу

| ім'я властивості | значення | Одиниці виміру | Тип значення |
|---------------------------------|-------------|----------------|--------------|
| Модуль пружності | 2.1e + 011 | N / m ^ 2 | постійний |
| Коефіцієнт Пуассона | 0.28 | NA | постійний |
| модуль зсуву | 7.9e + 010 | N / m ^ 2 | постійний |
| масова щільність | 7700 | kg / m ^ 3 | постійний |
| Межа міцності при розтягуванні | 2.8e + 009 | N / m ^ 2 | постійний |
| межа плинності | 8.45e + 008 | N / m ^ 2 | постійний |
| Коефіцієнт теплового розширення | 1.3e-005 | / Kelvin | постійний |
| теплопровідність | 50 | W / (mK) | постійний |
| Питома теплоємність | 460 | J / (kg.K) | постійний |

Опорний контур розраховувався в припущенні відсутності изгинальних моментів. Результати розрахунку показують, що найбільший момент, що виникає в контурі, незрівнянно малий у порівнянні з стискає силою, яка дорівнює 6975 тон.

Отже згинальним моментом нехтуємо. Однак, як видно з епюри розподілу $M_x = 350$ т, величини крутних моментів вимагають додаткового розгляду.

Перевірка міцності: $\sigma = \frac{N}{A}$

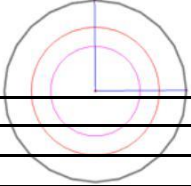
$$\frac{M_x}{W_t} = \frac{6975 \text{ т}}{0,074 \text{ м}^2} + \frac{365 \text{ тм}}{0,049936 \text{ м}^3} = 81081 \text{ тм}^2 + 7314 \text{ тм}^2 = 88395 \text{ тм}^2 \leq R_{\text{дон}} = 3650000 \text{ тм}^2$$

Межа міцності взятий для стали ХМР 20. Додаткову перевірку виконаємо в комплексі COSMOS Works

Як видно з малюнка 3.14 напруги не перевищують межу текучості.

Використовуємо конструктор перетину ЛІРА 9.4 Перетини для визначення параметрів перетину

Таблиця 3.5. характеристики перетину

|  | ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕЧЕННЯ | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------|----------------|----------|
| | Найменування | позначення | значення | Од. вим. |
| ПОЧАТКОВІ ДАНІ: | | | | |
| | Модуль пружності матеріалу | E | 2.1e + 007 | Г / м2 |
| | Коефіцієнт Пуассона матеріалу | ν | 0.3 | |
| | Модуль зсуву матеріалу | G | 1.40385e + 007 | Г / м2 |
| | щільність матеріалу | Ro | 7.85 | Г / м3 |
| ГЕОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ: | | | | |
| Координати центра ваги в системі координат UoOoVo: | Uoc | | 54.9 | см |
| | Voc | | 62.2001 | см |
| Площа | F | | 740.771 | см2 |
| Момент інерції щодо осі U | Iu | | 1.80224e + 006 | см4 |
| Момент інерції щодо осі V | Iv | | 1.80224e + 006 | см4 |
| Відцентровий момент інерції в системі координат UOV | Iuv | | -0.0300443 | см4 |
| Габаритна ширина перетину | b | | 142 | см |
| Габаритна висота перетину | h | | 142 | см |
| Периметр зовнішнього контуру | Pext | | 444.833 | см |
| Периметр внутрішніх контурів | Pint | | 434.182 | см |
| Кут повороту головних осей інерції | Fi | | -0.446293 | ° |
| Головний момент інерції щодо осі Y | Iy | | 1.80224e + 006 | см4 |
| Статичний момент півпереріз щодо осі Y | Sy | | 16447.2 | см3 |
| Момент опору вигину щодо осі Y (Z +) | Wy + | | 25384.5 | см3 |
| Момент опору вигину щодо осі Y (Z-) | Wy- | | 25384.4 | см3 |
| Головний радіус інерції щодо осі Y | Ry | | 49.3247 | см |
| Інтеграл по площі $\int [z \cdot (y^2 + z^2) / Iy \cdot dF]$ | Yi | | -1.36218e-005 | см |
| Максимальна абсциса ядерного відстані | Y + | | 34.2675 | см |
| Мінімальна абсциса ядерного відстані | Y- | | 34.2675 | см |
| Головний момент інерції щодо осі Z | Iz | | 1.80224e + 006 | см4 |
| Статичний момент півпереріз щодо осі Z | Sz | | 16447.1 | см3 |
| Момент опору вигину щодо осі Z (Y +) | Wz + | | 25384.4 | см3 |
| Момент опору вигину щодо осі Z (Y-) | Wz- | | 25384.4 | см3 |
| Головний радіус інерції щодо осі Z | Rz | | 49.3246 | см |
| Інтеграл по площі $\int [y \cdot (y^2 + z^2) / Iz \cdot dF]$ | Zi | | -0.000152051 | см |
| Максимальна ордината ядерного відстані | Z + | | 34.2675 | см |
| Мінімальна ордината ядерного відстані | Z- | | 34.2676 | см |
| Крутильних ХАРАКТЕРИСТИКИ: | | | | |
| Координати центру крутіння в системі координат YOZ: | Yt | | 0 | см |
| | Zt | | 0 | см |
| Момент інерції на кручення | It | | 3.59123e + 006 | см4 |
| Секторіальний момент інерції | Iw | | 3350.46 | см6 |
| Момент опору крученню | Wt | | 49936.7 | см3 |
| Секторіальний момент опору | Ww | | 405.571 | см4 |
| Зсувних ХАРАКТЕРИСТИКИ: | | | | |
| Координати центру зсуву в системі координат YOZ: | Ys | | 0 | см |
| | Zs | | 0 | см |
| Площа зсуву щодо осі Y | Fy | | 369.191 | см2 |
| Площа зсуву щодо осі Y | Fz | | 369.191 | см2 |
| Момент опору зрушенню щодо осі Y | WQy | | 358.07 | см2 |
| Момент опору зрушенню щодо осі Z | WQz | | 358.068 | см2 |
| Характеристик жорсткості: | | | | |
| осьова жорсткість | EF | | 2.70381e + 006 | Г |
| Згинальна жорсткість щодо осі Y | Ely | | 657817 | Г · м2 |
| Згинальна жорсткість щодо осі Z | Elz | | 657816 | Г · м2 |
| Жорсткість на кручення | GIt | | 504154 | Г · м2 |
| секторіальна жорсткість | EIw | | 0.122292 | Г · м4 |
| Зсувна жорсткість щодо осі Y | GFy | | 518288 | Г |
| Зсувна жорсткість щодо осі Z | GFz | | 518287 | Г |
| погонна маса | g | | 0.581505 | Г / м |

3.4.1 Конструювання вузлів

Вузол кріплення вант кінцевими муфтою



Рис. 3.5. Вузол кріплення вант кінцевими муфтою

В стакан поміщається заливна натяжна муфта Зовнішній діаметр 3.5 діаметра каната Довжина стакана 5 діаметрів каната



Рис. 3.6. Стакан під кінцеву муфту

Розрахунок вузла в ПК COSMOS WORKS

Таблиця 3.6. характеристика матеріалу

| ім'я властивості | значення | одиниці з- виміри | Тип значення |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------|--------------|
| Модуль пружності | 2.1e +011 | N / m ^ 2 | постійний |
| Коефіцієнт Пуассона | 0.28 | NA | постійний |
| модуль зсуву | 7.9e +010 | N / m ^ 2 | постійний |
| масова щільність | 7700 | kg / m ^ 3 | постійний |
| Межа міцності при розтягуванні | 1.5e +09 | N / m ^ 2 | постійний |
| межа плинності | 8.45e +008 | N / m ^ 2 | постійний |
| Коефіцієнт теплового розширення | 1.3e-005 | / Kelvin | постійний |
| теплопровідність | 50 | W / (mK) | постійний |
| Питома теплоємність | 460 | J / (kg.K) | постійний |
| Коефіцієнт затвердіння (0,0-1,0; 0,0 = ізотропний; 1,0 = кінематика) | 0.85 | NA | постійний |

Таблиця 3.7. Інформація про навантаження і обмеження

| | | |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Сила-1 <Деталь10> | вкл 1 Грані додаток нормальної сили 2.8e + 006 N використовуючи рівномірний розподіл | послідовне нагружение |
| а-2 <Деталь10> | вкл 1 грані додаток нормальної сили -1.57e + 006 N використовуючи рівномірний розподіл | послідовне нагружение |
| Сила-3 <Деталь10> | вкл 1 грані додаток нормальної сили -1.87e + 006 N використовуючи рівномірний розподіл | послідовне нагружение |
| Сила-4 <Деталь10> | вкл 1 грані додаток нормальної сили 1.7e + 006 N використовуючи рівномірний розподіл | послідовне нагружение |

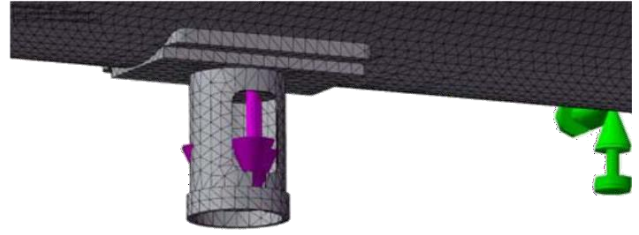
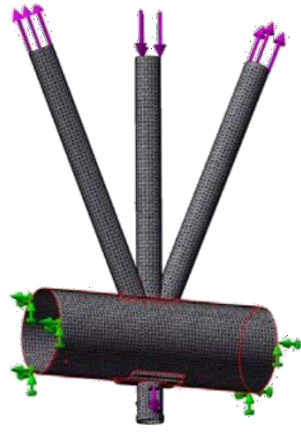


Рис. 3.7. Сітка на твердотільному об'єкті

Таблиця 3.8 Інформація про сітці

| | |
|--------------------------------------------------------|------------------------|
| Тип сітки: | Сітка на твердому тілі |
| Що використовується розбиття: | Стандартний |
| Автоматичне ущільнення сітки: | викл |
| Згладжування поверхні: | Увімкнуті |
| Розмір елемента: | 67.419 mm |
| допуск: | 3.3709 mm |
| якість: | висока |
| Кількість елементів: | 55499 |
| <u>Кількість вузлів:</u> | <u>109607</u> |
| Час для завершення сітки (годинник; хвилини; секунди): | 00:04:09 |

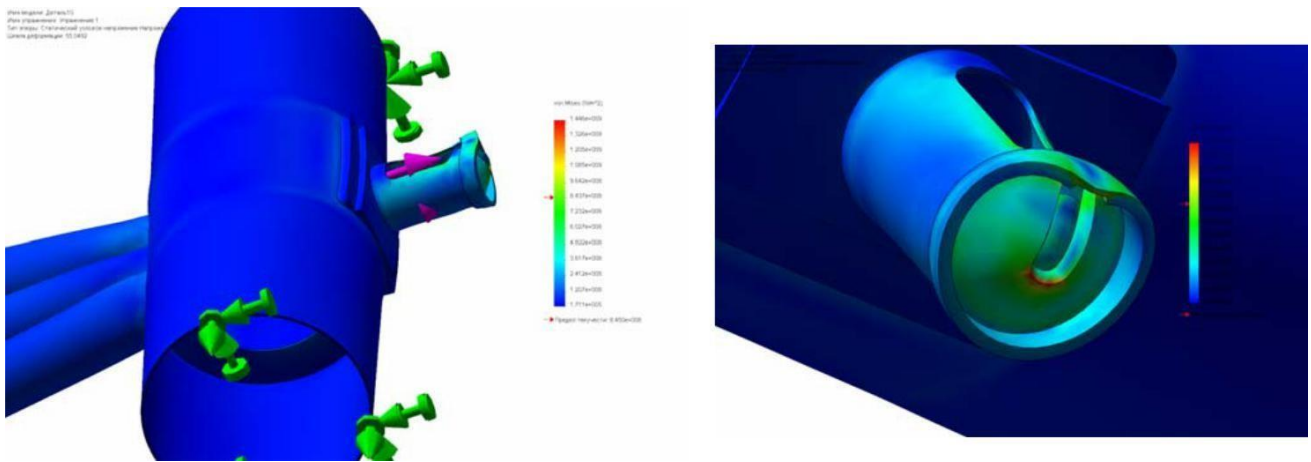


Рис. 3.8. Напруження

3.4.2 Виготовлення вузла

Порядок виконання робіт при виготовленні вузлового з'єднання (в заводських умовах)



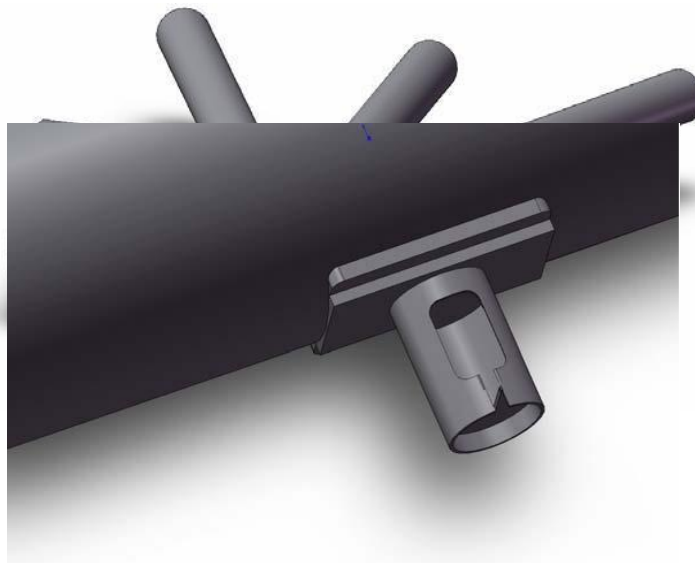
Рис. 3.9 Загальна схема

1 - нижній пояс ферми; 2 - розкоси; 3 - стійки; 4 - стакан для кріплення вантових муфт;
5 - на-кладка - заглушка; 6 - стопор стійки; 7 - ребра жорсткості.

Збірку здійснювати в наступній послідовності:



1. з двох труб складається деталь. Встановлюються ребра жорсткості.
2. Стійка з навареним на неї стопором поміщається через технологічний отвір накладки-заглушки в наявний круговий отвір, приварюються розкоси



3. Технологічний отвір закривається пластиною товщиною 40 мм
4. У склянку поміщається кінцева муфта ванти, після чого на склянку одівається хомут



Рис. 3.10. Виготовлення вузла Схеми 1-4.



Рис. 3.11. Вузол 2. Розрахунок аналогічний вузлу 1

РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1 Характеристика об'єкту з точки зору охорони праці

Відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення» небезпечні і шкідливі фактори - це виробничі фактори, вплив яких може призвести до погіршення здоров'я робітників чи травм. Згідно п.5 проводиться організація управління охороною праці. Площі санітарно-побутових приміщень проводяться згідно т.6.1 ДБН А.3.2-2-2009.

Під час монтажу будівельних конструкцій основними шкідливими виробничими факторами слід вважати:

- машини і механізми, що рухаються і працюють, включаючи вантажопідіймальні;
- переміщення при підйомі і установці в проектне положення конструктивних елементів будівельних конструкцій, а також укрупнених блоків будинків і споруд;
- втрату стійкості монтуємих чи змонтованих будівельних майданчиків;
- розташування робочого місця на висоті від поверхні землі, підлоги, міжповерхових перекриттів і робочих чи монтажних площадок;
- недостатню освітленість робочої зони;
- дію вітру на вантажопідіймальні крани, а також на окремо змонтовані будівельні конструкції чи частини будинків і споруд;
- фізичні перевантаження при перенесенні вантажів вручну;
- підвищену чи знижену температуру повітря робочої зони;
- небезпечну і шкідливу дію на людей електричного струму, електричної дуги, електромагнітного випромінювання і статичної електрики;
- вплив підвищеного рівня ультрафіолетового і інфрачервоного випромінювань при виконанні електрозварювальних робіт, а також іонізуючих випромінювань при контролі якості зварених швів;

- токсичний і дратівний вплив на дихальні шляхи газів і аерозолів, що утворюються при зварювальних роботах;
- токсичний і дратівний вплив лакофарбових матеріалів, а також пари від них на дихальні шляхи людини при виконанні антикорозійних робіт;
- використання порохового монтажного інструмента.

Фахівцям, робота яких пов'язана з монтажем будівельних конструкцій, в обов'язковому порядку доводиться інструкція, в якій перераховані їх безпосередні обов'язки і правила, що стосуються охорони праці і, в першу чергу, зачіпають дотримання пожежної безпеки.

Пожежна безпека - це стан об'єкту, при якому виключається можливість пожежі, а у випадку її виникнення виключається дія на людей небезпечних факторів пожежі і забезпечується захист матеріальних цінностей.

Пожежна безпека забезпечується завдяки створенню системи заходів пожежної профілактики і активного пожежного захисту.

Пожежна профілактика - комплекс організаційних заходів і технічних засобів, що спрямовані на запобігання можливого виникнення пожежі чи зменшення її наслідків,

Система активного пожежного захисту - це комплекс організаційних заходів і технічних засобів по боротьбі з пожежами і запобігання дії на людей небезпечних чинників пожежі, а також обмеження матеріальних збитків від неї.

Для запобігання пожеж у будівельних організаціях розробляють організаційні, технічні, режимного характеру, пожежно-евакуаційні, тактико-профілактичні, будівельно-конструктивні та інші заходи режимів експлуатації машин і обладнання, за яких повністю виключається можливість виникнення іскор і полум'я при роботі, контакт нагрітих деталей обладнання з горючими матеріалами.

До організаційних заходів належать правильний вибір технології; недопущення захаращення приміщень і будівельних майданчиків; навчання працівників правилам пожежної безпеки; спеціальне розміщення матеріалів на складах та техніки в гаражах і ремонтних майстернях.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Оцінка стійкості об'єкта будівництва від надзвичайних ситуацій природнього характеру

Зведення багатьох об'єктів будівництва в даний час неможливо без урахування їх реакції на сейсмічні навантаження. Дослідження їх міцності експериментальними методами без глибокого теоретичного аналізу не дає необхідних результатів.

4.2.2 Коротка характеристика впливу надзвичайних ситуацій природнього характеру

В Україні щороку виникає від 100 до 300 надзвичайних ситуацій природнього походження. Стихійні лиха — це небезпечні природні явища, процеси атмосферного, гідрологічного, геологічного, біосферного або іншого походження таких масштабів, які призводять до катастрофічних ситуацій з раптовим порушенням систем життєдіяльності населення, руйнуванням і знищенням матеріальних цінностей, об'єктів народного господарства, що у свою чергу може спричинити аварії й катастрофи. Справжнім лихом є землетруси, повені, зсуви, селеві потоки, бурі, урагани, снігові заноси, пожежі лісів, торфу, полів і населених пунктів. Тільки за останні 20 років вони забрали життя більше трьох мільйонів чоловік. За даними ООН, за цей період майже один мільярд жителів нашої планети потерпіли від стихійних лих. Для ліквідації їх наслідків залучаються сили і засоби цивільного захисту, часто значна частина населення і військові формування, а на відповідні роботи витрачаються багато сил і великі матеріальні кошти. Кожне стихійне лихо має свої причини виникнення, притаманні тільки йому особливості впливу на навколишнє середовище, фізичну суть і рушійні сили. Проте їм характерні й загальні властивості — це великий просторовий захват, сильна психологічна дія на населення і значний вплив на навколишнє середовище. Знаючи характер стихійних лих, причини їх виникнення, можна завчасно вжити заходів і тим самим запобігти деяким з

них або значно зменшити їх руйнівний вплив, спланувати правильні дії населення для проведення рятувальних робіт. Велике значення має проведення профілактичних робіт з метою запобігання збиткам від стихії або зменшення їх. Важливо своєчасно провести роботи, спрямовані на локалізацію стихійного лиха, щоб зменшити зони руйнувань, скоротити до мінімуму збитки і своєчасно надати допомогу потерпілим. В Україні найчастіше спостерігаються такі надзвичайні ситуації природного походження: — небезпечні геологічні явища: зсуви, обвали, осипки, просадки земної поверхні різного походження; — небезпечні метеорологічні явища: зливи, урагани, сильні снігопади, сильний град, ожеледь; — небезпечні гідрологічні явища: повені, паводки, підвищення рівня ґрунтових вод; — природні пожежі лісових та торф'яних масивів; — масові інфекції та хвороби людей, тварин, рослин.

4.2.3 Заходи при землетрусі

Сейсмічна активність, як і в будь-якому куточку планети, фіксується постійно, але більшість землетрусів не відчутна.

Землетруси починаються раптово і охоплюють значні території. Руйнування будівель, зсуви і обвали крутих схилів є головними причинами людських жертв і великих матеріальних збитків при сильних землетрусах. Сейсмічними вважають райони, де зареєстровані або теоретично очікувані землетруси у 6 балів та вище. Основні вимоги до будівництва у сейсмічних районах зведено до вжиття таких заходів: 1. Вибір ділянки для будівництва. 2. Вибір конструктивного рішення (КР) та об'ємно-планувального рішення (ОПР). 3. Забезпечення високої якості будівництва. 4. Поділ будівель і споруд антисейсмічними швами. Будівельні майданчики під населені пункти і споруди обираються з урахуванням геологічних даних, якнайдалі від можливих або явних розривних порушень, далеко від крутих схилів, що загрожують обвалами і зсувами. Несприятливими для будівництва вважають пухкі ґрунти і тріщинуваті породи. При виборі ділянки для забудови враховують такі поняття як сейсмостійкість будівельних об'єктів та сейсмічність будівельного майданчика. Сейсмостійкістю називають здатність ґрунтів, будівель і споруд протистояти сейсмічним впливам.

Заходи з підвищення сейсмостійкості будівель застосовуються у районах із сейсмічністю у 7 балів і вище. Нормативне обґрунтування цих заходів здійснюється за «ДБН В.1.112:2006. Будівництво у сейсмічних районах України». За сейсмічності більше 9 балів зведення капітальних будівель заборонено.

4.2.4 Заходи щодо підвищення стійкості об'єкта

Одне з основних завдань в області цивільного захисту ЦЗ - проведення заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єктів в умовах надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу. Під стійкістю функціонування будівельного об'єкта розуміють здатність його в надзвичайних ситуацій виконувати покладену на нього функцію, а при отриманні слабких і середніх руйнувань або порушенні зв'язків з постачання, відновлювати виконання покладеної функції в мінімальні терміни. Розглянутий мною об'єкт будівництва є не стійким до дії ударних хвиль, тому що розглянуті мною безкаркасні арочні ангари мають невелику товщину стінки і власну вагу, що не забезпечує належної стійкості будівлі, отже, необхідно розробляти низку заходів щодо підвищення його стійкості. Для цього необхідно зробити наступне: 1. Підвищити стійкість промислової споруди шляхом встановлення більш міцного металевого каркасу, встановлення більш міцних рам для дверей і вікон, зменшення прольоту несучих конструкцій, а також зміцнення стін будівлі більш міцними матеріалами. 2. Для підвищення стійкості кранів та кранового обладнання до впливу ударної хвилі доцільно забезпечити їх жорстку фіксацію на міцному фундаменті, розташовувати устаткування за міцними елементами будівлі і споруд на ймовірному напрямку дії ударної хвилі, забезпечити додаткові точки фіксації і кріплення. Також необхідно встановлювати контрфорси, що підвищують стійкість обладнання до дії швидкісного напору ударної хвилі. 3. Для підвищення стійкості кабельних наземних ліній слід помістити їх під землю, також можливе їх зміцнення за рахунок укладання їх всередину, а також за рахунок застосування броньованих кабелів.

4.2.5 Системи сейсмосахисту будівель і споруд

Загальна класифікація систем сейсмосахисту споруд представлена на рис. 4.2. Вона складається з традиційних методів забезпечення сейсмостійкості та спеціальних засобів сейсмосахисту.



Рисунок 4.2 - Загальна класифікація систем сейсмосахисту споруд.

Висновок

Виконуючи дану кваліфікаційну роботу опановано програмний комплекс «SCAD», закріпивши знання проектування розрахунку конструкцій.

Рішення, прийняті в архітектурно-будівельній частині кваліфікаційної роботи, забезпечують найбільш раціональне і зручне положення приміщень, встановлення необхідного обладнання.

Прийняті рішення в розрахунково-конструктивній частині проекту забезпечують швидкість монтажу і відповідають вимогам нормативних документів, виконані розрахунки на міцність і деформаційні характеристики балок, колони. Розрахунки зусиль виконані в програмному комплексі «SCAD», підбір профілів поперечного перерізу виконаний з недовантаження не більше 20%, що забезпечує економію на матеріальних і трудових ресурсах, монтажних механізмах.

В архітектурно-будівельної частині розроблений генеральний план, що включає в себе основні об'єкти, елементи благоустрою і озеленення. У пояснювальній записці приведені описи конструктивних основних і технологічних рішень. На кресленнях представлені: фасади, генеральний план, ситуаційний план, план поверху на позначці 0.000, поперечний і поздовжній розрізи і конструктивні вузли.

У розрахунково-конструктивній частині - розроблені і розраховані конструктивні елементи каркаса будівлі. Зроблено їх конструювання.

В науково-дослідній частині визначено розподіл напружень опорного контуру від дії зовнішніх зусиль та способи конструювання основних вузлів.

У розділі охорона праці та безпеки в надзвичайній ситуації вказані причини травматизму і вимоги безпеки при виконанні бетонних робіт, розроблені техніко-економічний аналіз результатів атестації робочих місць, проектування санітарно-захисної зони, блискавкозахист.

Бібліографія

1. ДСТУ Б А.2.4-7-95 "Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень"- К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1996
2. Макланова Т.Г. и др. "Архитектура гражданских и промышленных зданий"– М.: Стройиздат,1981.
3. ДБН В. 2.2-9-99 "Громадські будинки і споруди"-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 2000
4. ДБН В.1.4-1.01-97 "Основні положення"-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 1998
5. ДБН В.2.2.-10-2001 "Заклади охорони здоров'я" - К.:Держбуд України, 2001
6. ДБН В.2.6.-31:2006 "Теплова ізоляція будівель"- К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006
7. Шерешевский И.А. "Конструирования гражданских зданий и сооружений"– Л.: Стройиздат, 1979.
8. Барашикова А.Я. "Залізобетонні конструкції"- К.: Вища школа, 1995
9. ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи"-К.: Мінбуд України, 2006
10. ДБН Д.2.2-7-99"Бетонні та залізобетонні конструкції збірні". – К.: Мінбуд України, 1999.
11. ДБН В.2.6-98-2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. - К.: Мінрегіонбуд України, 2011.
12. ДБН В.2.1-10-2009 "Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування " - К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
13. ДБН В.2.1-10-2009 "Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування " - К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
14. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 "Будівельна кліматологія" К.: Мінрегіонбуд України, 2010.
15. ДБН В.2.1-10-2009 "Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування " - К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
16. Кузима В. "Технологія та організація будівельних робіт"-Тернопіль. 2001

17. Ситник И.П. "Организация, планирование, и управление строительством" – К.: Вища школа. 1978
18. ДСТУ Б А.3.1-22:2013 " Визначення тривалості будівництва об'єктів" - К.: Мінрегіон України, 2014.
19. ДБН В.1.1-7:2016"Пожежна безпека об'єктів будівництва". – К.: Мінрегіон України, 2017.
20. ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення". – К.: Мінбуд України, 2006.
21. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека в будівництві ". – К.: Мінбуд України, 2009.
22. ДБН А.3.1-5:2016"Організація будівельного виробництва"- Мінрегіон України, 2016.
23. ДБН В.2.5-64-2012 "Внутрішній водопровід та каналізація" - К.: Мінбуд України, 2012.
24. ДБН В.2.5-74-2013 "Водопостачання." - К.: Мінбуд України, 2013.
25. ДБН В.2.5-75-2013 "Каналізація. Зовнішні мережі та споруди" - К.: Мінбуд України, 2013.
26. ДБН В.2.5-74-2013 "Водопостачання. Основні положення проектування" - К.: Мінбуд України, 2013.
27. ДБН В.2.5-67-2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" - К.: Мінбуд України, 2013.
28. ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 "Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем"- К.: Мінбуд України, 2013.
29. ДБН В.2.5-20-2001 "Газопостачання/Мінінвестбуд України"-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 2002.
30. Кондратьев А.И., Местечкина Н.М. "Охрана труда в строительстве" – М.:Высшая школа. 1990
31. Орлов Г.Г. "Инженерные решения по охране труда в строительстве" – М.: Стройиздат. 1985
32. Спельман Е.Л. "Техника безопасности при эксплуатации строительных машин и средств малой механизации" – М.:Стройиздат. 1986