

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект стадіону в Умані з дослідженням напружено-деформівного стану ребристо-кільцевого куполу

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Рішко А.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Ігнатська В.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Данильченко С.М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній В.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Засць М.Т.

(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 Рішко Андрію Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект стадіону в Умані з дослідженням напружено-деформівного стану
ребристо-кільцевого куполу

Керівник роботи Ігнат'єва Вікторія Борисівна, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «__» _____ 2020 року № _____.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 17.12.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Будівля стадіону в м.Умань. Будівництво відноситься до I класу відповідальності, і - II по довговічності. Стіни - монолітні залізобетонні з зовнішнім утепленням

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)
6-8 листів формату A1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каспрук В.Б. доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С. ст. викладач		
Нормоконтроль	Данильченко С.М. ст. викладач		

7. Дата видачі завдання 30.09.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурний розділ	10.10.2020	
2.	Розрахунково-конструктивний розділ	07.11.2020	
3.	Науково-дослідна частина	27.11.2020	
4.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	03.12.2020	
5.	Графічне оформлення креслень	07.12.2020	
6.	Оформлення, збір підписів	17.12.2020	

Студент

_____ (підпис)

Рішко А.Ю.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ігнат'єва В.Б.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. Архітектурно-будівельний	10
1.1 Загальна характеристика ділянки	10
1.1.1 Географічне положення ділянки та кліматичні умови.....	10
1.1.2 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки.....	10
1.2 Генеральний план.....	11
1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення.....	11
1.2.2 ТЕП генерального плану	11
1.3 Об'ємно-планувальні рішення.....	11
1.3.1 Характеристика функціонального процесу.....	11
1.4 Конструктивні рішення будови	12
1.4.1 Опис і обґрунтування прийнятих огорожуючих конструкцій	12
1.4.2 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін.....	16
1.5.Оздоблення приміщень.....	20
1.6 Зовнішнє оздоблення	22
1.7 Інженерне забезпечення	22
1.7.1 Теплові мережі	22
1.7.2 Опалення	22
1.7.3 Водопостачання.....	23
1.7.4 Каналізація.....	23
1.7.5 Зливові водостоки	23
1.7.6 Вентиляція	24
1.7.7 Електропостачання.....	24
1.7.8 Зв'язок і сигналізація.....	24
1.7.9 Природне освітлення і інсоляція приміщень	25
1.7.10 Протипожежні заходи.....	26

1.7.11	Ступінь вогнестійкості будівель та їх елементів	26
1.7.12	Попередження можливості загоряння	26
1.7.13	Обмеження поширення вогню	27
1.7.14	Шляхи евакуації	27
1.7.15	Захист будівельних конструкцій від корозії	28
РОЗДІЛ 2. Розрахунково-конструктивний		30
2.1	Прив'язка проектованої будівлі до існуючого рельєфу будівельної площадки	30
2.2	Оцінка геологічної будови майданчика	34
2.3	Розрахунок фундаментів виконуємо за допомогою програми «УЛИСС»	34
РОЗДІЛ 3. Науково-дослідний		46
2.1	Загальна характеристика купола	46
2.2	Розрахунок купола з навантаженням через пластину	47
2.2.1	Збір навантажень на купол	47
2.2.2	Створення розрахункової моделі купола	48
2.2.3	Результати статичного розрахунку.	51
2.3	Розрахунок купола з вузловим завантаженням	51
РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		56
4.1	Законодавча база України про охорону праці	56
4.1.2	Небезпечні ділянки на будівельному майданчику	57
4.2	Цивільна оборона України в надзвичайних ситуаціях	60
4.2.2	Забезпечення стійкості стадіону в умовах надзвичайних ситуацій ..	61
ВИСНОВКИ		64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		65

ВСТУП

Більшість спортивних споруд, що експлуатуються на території України, побудовані ще за радянських часів і, як правило, потребують реставрації та відновлення. Чимало з них перебувають в аварійному стані і не придатні для подальшої експлуатації, деякі взагалі не підлягають ремонту, тому проектування і будівництво нових спортивних споруд з використанням сучасних методів проектування та технологій зведення, є актуальним завданням.

Актуальність теми. Внесок спорту в розвиток однієї особистості, а згодом і народу важко оцінити. Регулярні спортивні заняття запобігають виникненню хронічних хвороб, сприяють розвитку дисциплінованості, що згодом знижує ймовірність виникнення криміногенних ситуацій..

Одночасно відвідувати заклади для занять спортом можуть десятки та сотні людей, а в період змагань кількість відвідувачів може зрости до тисячі.

Саме тому, використання сучасних розрахункових пакетів при розробці проектів спортивних споруд є затребуваним по визначенню. Надійно та економічно підібрані перерізи несучих конструкцій забезпечують тривалий термін експлуатації при адекватних капітальних витратах.

Мета роботи: Розробка проекту стадіону в Умані з дослідженням напружено-деформівного стану ребристо-кільцевого куполу.

Об'єкт досліджень – ребристо-кільцевий купол.

Предмет дослідження – напружено-деформівний стан ребристо-кільцевого куполу.

Доцільність проведення досліджень зумовлена тим, що отримані результати дадуть можливість підвищити економічність спортивних будівель при їх експлуатації та зведенні.

Завдання роботи:

- розробити основні об'ємно-планувальні, архітектурні та конструктивні рішення стадіону;

- визначити інженерно-геологічні умови будівництва, визначити тип та розрахувати фундаменти відповідно до виявлених інженерно-геологічних умов;
- виконати розрахунок основних несучих конструкцій;
- розробити будгеплан;
- розробити скінченно-елементну модель ребристо-кільцевого куполу;
- визначити розподіл нормальних зусиль в елементах ребристо-кільцевого куполу;
- розробити заходи по охороні праці та цивільному захисту населення.

Методи дослідження – аналіз літературних джерел, чисельні.

Галузю застосування результатів роботи є проектування нових, реконструкція існуючих та експлуатація громадських будівель

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що отримала подальший розвиток методика визначення розподілу нормальних зусиль в елементах ребристо-кільцевого куполу.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для зведення нових та реконструкції існуючих спортивних будівель і споруд.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення та окремі результати даного дослідження доповідались на VIII Науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології», м. Тернопіль, ТНТУ, 9-10 грудня 2020 року.

Публікація результатів магістерської роботи. Рішко А.Ю. Моделювання роботи ребристо-кільцевого купола / А.Ю. Рішко, В.Б. Ігнатєва // Інформаційні моделі, системи та технології: VIII науково-техн. конф., 9-10 грудня 2020 р., Тернопіль: матеріали. – Тернопіль: ТНТУ імені І. Пулюя, 2020. – С. 181.

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: купол, ребристо-кільцевий, експлуатаційні чинники

РОЗДІЛ 1. Архітектурно-будівельний

1.1 Загальна характеристика ділянки

1.1.1 Географічне положення ділянки та кліматичні умови

Будівля стадіону в м.Умань відноситься до I класу відповідальності, і - II по довговічності.

Будівництво будівлі з монолітними залізобетонними стінами з зовнішнім утепленням, здійснюється в м. Умань, який розташований у II кліматичному підрайоні будівництва, в I - по вітровому навантаженню і в III по снігового навантаження.

Даний район характеризується наступними параметрами:

- розрахункова температура зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки - 30 0С
- розрахункова температура зовнішнього повітря найбільш холодних днів - 34 0С
- розрахункова снігове навантаження 1.8 кПа (для III снігового району)
- вітровий режим характеризується переважанням південних вітрів
- нормативна глибина промерзання становить 1.28 м
- кількість опадів за рік 646 мм вод. ст.
- розрахункова середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період -3,9 0С
- тривалість опалювального періоду 221 день
- сейсмічні умови без особливостей

1.1.2 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки

Будівельний майданчик переважно складена пилювато - глинистими ґрунтами, які мають шарувату поверхню з добрим заляганням шарів, близьких до горизонтального, витриманим по потужності. Рельєф спокійний, рівний.

У товщі ґрунтів залягають міжпластові підземні води, на глибині 2,9 м від поверхні землі. Підземні води не є агресивними по відношенню до матеріалів будівельних конструкцій.

1.2 Генеральний план

1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення

Рельєф ділянки спокійний, вільний від міської забудови. При розміщенні будівлі передбачені проїзди і проходи до будівлі, автостоянки, зони відпочинку, відкриті спортивні майданчики. З метою збереження екологічного балансу передбачено озеленення території. Як родючого шару для газонів використовується існуючий ґрунт з організацією його зберігання в процесі будівництва.

1.2.2 ТЕП генерального плану

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники по будівлі

№ з/п	Назва	Од. вимір.	Кількість
1	Площа ділянки	м ²	58 872
2	Площа забудови	м ²	8925
3	Площа озеленення	м ²	33924
4	Площа покриття	м ²	16023

1.3 Об'ємно-планувальні рішення

1.3.1 Характеристика функціонального процесу

Проектована будівля має термін служби не менше 100 років від дня здачі в експлуатацію. Будівля являє собою багатокутник в плані, периметром 295 м. Арена покрита ребристо-кільцевих куполом діаметром 56 м.

Архітектурно-планувальне і конструктивне рішення розроблені відповідно до вимог. Огороджувальні конструкції будівлі запроектовані відповідно до вимог.

Будівля має несучі зовнішні стіни із залізобетону з утеплювачем ROCKWOOL товщиною 380 мм і внутрішні товщиною 200 мм.

Монолітні залізобетонні колони і монолітні перекриття разом утворюють просторову коробку, яка сприймає всі діючі на будівлю вертикальні і горизонтальні навантаження і забезпечують йому міцність і стійкість.

Вертикальне навантаження сприймають колони. Горизонтальну вітрове навантаження сприймає залізобетонний каркас в цілому. Щоб каркас мав змогу працювати як єдина просторова система між її елементами забезпечена надійний зв'язок, що здатний сприймати зусилля, що виникають по лінії сполучення цих елементів між собою. Такий зв'язок забезпечується випусками арматури.

Перекриття та покриття в будівлі виконані монолітними залізобетонними товщиною 200 мм.

1.4 Конструктивні рішення будови

- фундаменти окремо стоять монолітні залізобетонні з монолітною стрічки під зовнішні стіни;
- палі призматичні збірні залізобетонні С7-30;
- стіни залізобетонні монолітні товщиною 200мм;
- сходи монолітні залізобетонні;
- підлоги: ковролін, керамічна плитка, паркет, бетонні;
- вікна дерев'яні з потрійним роздільним склінням;
- двері дерев'яні;
- покрівля виконана з рулонних матеріалів.
- вимощення асфальтобетонна;

1.4.1 Опис і обґрунтування прийнятих огорожуючих конструкцій

Таблиця 1.1-Специфікація елементів заповнення зовнішніх прорізів (крім вітрин)

Найменування отвору, кількість стулок, наявність кватирки	Тип	Висота прорізу, м	Все на будівлю	
			кількість отворів	Площа прорізу, м ²
1	2	3	10	11
ОК-1	ОД ССП	2060	24	101.8464
Двостулкові	2060x2060x148 ГОСТ 24699-2002	2100		
ОК-2	ОД ССП	1760	8	24.7808
Двостулкові	1760x1760x148 ГОСТ 24699-2002	1800		
Д-1	ДПН О Б Дв	2660	48	233.28
Двопола	2660x1790 ГОСТ 30970-2002	2700		
Всього:	-	-	80	359.9072
Прорізи вітрин				
Найменування	Площа одного отвору, м ²	Кількість	Загальна площа прорізів, м ²	
В-1	25.92	1	25.92	
В-2	25.92	1	25.92	
В-3	30.24	1	30.24	
В-4	30.24	1	30.24	
В-5	30.24	10	302.4	
В-6	11.52	4	46.08	
Всього:	-	18	460.8	

Вікна в значній мірі визначають ступінь комфорту в будинку і його архітектурно-художнє рішення. Для кріплення віконних блоків в стінах закладені дерев'яні пробки 88x120x250 мм не менше 2-х шт. на кожну сторону.

Двері застосовані як однопільні, так і двопільні. Для забезпечення швидкої евакуації більшість дверей відкриваються назовні у напрямку руху на вулицю,

виходячи з умов евакуації людей з будівлі при пожежі. Дверні коробки також закріплені в отворах до дерев'яних пробок.

Таблиця 1.2 - Прорізи у внутрішніх стінах і перегородках

Характеристика полотна	Тип	Площа одного отвору, м2	Кількість	Площа, м2
Внутрішні глухі однополі площею (в м2):				
до 3 м2- Д-2	ДГ 21-13 ГОСТ 6629-88	2.541	10	25.41
до 2 м2- Д-3	ДГ 21-9 ГОСТ 6629-88	1.911	63	120.393
до 3 м2 - Д-4	ДГ 21-10 ГОСТ 6629-88	2.31	16	36.96
до 3 м2 - Д-9	ДГ 21-8 ГОСТ 6629-88	1.491	12	17.892
Внутрішні глухі двополі площею (в м2):				
до 5 м2 - Д-5	ДГ 24-14 ГОСТ 6629-88	3.25851	15	48.87765
до 6 м2 - Д-6	ДГ 24-19 ГОСТ 6629-88	4.18291	12	50.19492
до 5 м2 - Д-7	ДГ 24-15 ГОСТ 6629-88	3.25851	6	19.55106
до 3 м2 - Д-8	ДГ 24-13 ГОСТ 6629-88	2.79631	8	22.37048
Всього:		21.7492	142	341.64911

Щоб уникнути знаходження дверей у відкритому стані або грюкання встановлені спеціальні пружинні пристрої, які тримають двері в закритому стані і плавно повертають двері в закритий стан без удару. Двері обладнуються ручками, засувками і різними замками.

Таблиця 1.3- Експлікація підлог

Експлікація підлог			
Номер приміщення	Тип підлоги	Дані елементів підлоги (найменування, товщина, основа і др.), мм	Площа, м ²
	1	Бетон цементний В30 - 50 мм. Гідроізоляція. Підстильний шар - залізобетонна основа В25, А-III - 250 мм. Щільний ґрунт.	192.48
1, 13, 25, 37	2	Плитка керамічна -15 мм. Прошарок - цементно-піщаний розчин М150 - 20 мм. Монолітне перекриття - 200 мм	5146.06
2,3,4,5,9,10,14,15,16, 17,18,21,22,23,24,26, 27,29,30,32,36,38,39, 40,41,42,43,46,48,50, 52,53,55,56,60,61,62, 63,65,67,69,70,71,74, 75,76,77,81,82,83,86, 87,88,89	3	Плитка керамічна -15 мм. Гідроізоляційна ґрунтовка. Прошарок - цементно-песчаний розчин М150 - 20 мм. Вирішення комплексних шар - 30 мм. Теплоізоляційний шар - 50 мм. Пароізоляція. Монолітне перекриття - 200 мм	1347.36
6,11,19,20,31,33,34,3 5,44,45,49,54,57,59,6 6,68,73,79	4	Паркет - 30 мм. Виравніваюча стяжка 20 мм. Слой толю - 5 мм. Звукоізоляційний шар з засипних матеріалів - 30 мм. Пароізоляція. Монолітна плита перекриття.	1271.48
12,28,51,58,64,72,78, 80,84,85,91	5	Ковролінове покриття на клею "Бустилат". Вирівнююча стяжка 20 мм. Шар толю - 5 мм. Звукоізоляційний шар з насипних матеріалів - 30 мм. Пароізоляція. Монолітна плита перекриття	

Підлоги в житлових і громадських будівлях повинні задовольняти вимогам міцності, опірності зносу, достатньої еластичності, безшумності, зручності прибирання.

Конструкція підлоги розглянута як звукоізоляційна: здатність перекриття плюс звукоізоляція конструкції підлоги. Покриття підлоги прийняті паркетні, дощаті, з керамічної плитки ковrolіну і бетонні. Позитивними сторонами даних підлог є їх гігієнічність і безшумність. Негативні сторони - велика трудомісткість, що також збільшує термін будівництва.

1.4.2 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін

Виконаємо теплотехнічний розрахунок монолітної стіни стадіону, розташованого в м.Умань. Залізобетонна монолітна стіна з утепленням зовні шаром утеплювача ROCKWOOL з щільністю 35 кг / м³ з фасадними плитами типу «Алюкобонд».

Параметри мікроклімату: температура внутрішнього повітря - 20 градусів, відносна вологість повітря - 55%.

Розрахунок:

1. Виконати розрахунок загального термічного опору теплопередачі огорожувальної конструкції заданої товщини.

3 Візьмемо формули для розрахунку термічного опору

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

і опір теплопередачі:
$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + R_R + \frac{1}{\alpha_H}$$

де: α_B - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції;

R_R - термічний опір огорожувальної конструкції;

α_H - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції;

Приймаємо: $\alpha_B = 8.7 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$, $\alpha_H = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$

Для визначення теплопровідності матеріалів потрібно визначити в якій зоні вологості знаходиться місто, визначаємо, що м. Умань знаходиться у вологому зоні.

Визначаємо умови експлуатації. Так як температура внутрішнього повітря 20°C, а вологість 55%, то вологісний режим приміщення нормальний, а умова експлуатації - Б.

Приймаємо коефіцієнт теплопровідності залізобетону і фасадної плити типу «Алюкобонд» $\lambda_{\text{Кирп.}} = 2.04 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^\circ\text{С}}$;

$$\lambda_{\text{алюкобонд}} = 221 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^\circ\text{С}};$$

Визначаємо опір теплопередачі:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta}{\lambda_{\text{КИРП.}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_{\text{Ц/П.Ш}}} + \frac{1}{\alpha_H} \quad R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,05}{221} + \frac{1}{23} = 0.257 \frac{\text{м}^2\text{С}}{\text{Вт}}$$

Визначимо необхідний опір теплопередачі цегляної кладки.

Визначимо градусо-добу опалювального періоду:

$$\text{ГДОП} = (t_B - t_{\text{о.п.}}) \cdot Z_{\text{о.п.}}$$

t_B - розрахункова температура внутрішнього повітря;

$t_{\text{о.п.}}$ - середня температура опалювального періоду;

$Z_{\text{оп}}$ - тривалість опалювального періоду.

Для м. Умань: $t_B = 20$; $t_{\text{оп}} = -4$; $Z_{\text{оп}} = 221$

$$\text{ГДОП} = (20 + 4) \cdot 221 = 5304 \text{ (}^\circ\text{С добу)}$$

ГДОП	Приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій $R_{\text{тро}}$, $\text{м}^2, \text{ }^\circ\text{С} / \text{Вт}$
4000	2,8
5304	$R_{\text{тро}}$
6000	3,5

$$R_{\text{тро}} = 2,8 + \frac{3,5 - 2,8}{6000 - 4000} (5304 - 4000) = 3,256 \frac{\text{м}^2 \text{С}}{\text{Вт}}$$

Таким чином, стіна з монолітного бетону і фасадної плити загальною товщиною 250 мм не задовольняє вимогу $R_0 \geq R^{TP}_0$, $0,257 < 3,256$

Знайдемо мінімальну товщину утепленої стіни такої конструкції, яка задовольняла б вимогу $R_0 \geq R^{TP}_0$: $3,1 = \frac{1}{8,7} + \frac{x}{2,04} + \frac{0,05}{221} + \frac{1}{23}$

$X = 6.319$ м - мінімальна товщина стіни

Така стіна без застосування утеплювача буде дуже товстою, матеріаломісткою, дорогою і економічно недоцільною. Щоб знизити ці показники і забезпечити вимоги з енергозбереження, необхідно використовувати матеріал, що утеплює.

Визначення показника теплової інерції.

Визначаємо характеристику теплової інерції стіни:

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + \dots + R_n S_n$$

R_1, R_2, \dots, R_n – термічний опір окремих шарів огорожувальної конструкції.

S_1, S_2, \dots, S_n – розрахункові коефіцієнти теплозасвоєння матеріалу окремих шарів огорожувальних конструкцій.

Випишемо значення S для силікатної цегли на ц / п розчині і ц / п штукатурці з урахуванням умов експлуатації-Б.

$$S_{\text{бетона}} = 18.95 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{С}}; \quad S_{\text{алюкобонд}} = 187.6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{С}}$$

$$\text{При } \delta = 250 \text{ мм} \quad D = \frac{0,2}{2,04} \cdot 18.95 + \frac{0,05}{221} \cdot 187.6 = 1.9$$

Таким чином, кладка середньої масивності, тобто повне охолодження цегляної кладки настає тільки через дві доби, а короткочасне похолодання ні як не впливає на температуру внутрішньої поверхні.

2. За умовами енергозбереження розрахувати мінімально необхідну товщину шару утеплювача і захисної конструкції в цілому.

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_2}{\lambda_{\text{бетона}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_{\text{алюкобонд}}} + \frac{X}{\lambda_{\text{rockwool}}} + \frac{1}{\alpha_H}$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,5}{221} + \frac{X}{0,036} + \frac{1}{23} = 0,256 + \frac{X}{0,036}$$

$$R_0 = R_{0\text{тр}}; 3,256 = 0,256 + \frac{X}{0,036}; X_{\text{min}} = 0,108 \text{ м} = 108 \text{ мм}$$

Утеплювач ROCKWOOL товщиною 108 мм забезпечує нормативну теплоізоляцію даної конструкції.

Загальна товщина стіни 358 мм

Можна зробити висновок, що використання пінопласту ефективно. Це дозволяє значно знизити товщину стіни і її масу, зменшити вартість зведення захисної конструкції житлового будинку.

3) Визначити температуру внутрішньої, зовнішньої поверхні і на кордоні шарів.

Розрахувати температуру внутрішньої, зовнішньої поверхні і на кордонах шарів огорожувальної конструкції аналітично за формулами.

$$t_B = t_B - \frac{n(t_B - t_H)}{R_0 \alpha_e} = 20 - \frac{1(20 - (-27))}{3,1 \cdot 8,7} = 18,3^\circ\text{C}$$

3. Виконаємо перевірочний розрахунок огорожувальної конструкції на можливість утворення конденсату на внутрішній поверхні:

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}; t_B = 20^\circ\text{C}; R_0 = 3,256 \text{ м}^2\text{C/Вт};$$

$$t_B = t_B - \frac{n(t_B - t_H)}{R_0 \alpha_e} = 20 - \frac{1(20 - (-31))}{3,256 \cdot 8,7} = 18,2^\circ\text{C}$$

По таблиці парціальних тисків знаходимо відповідність $t_B = 18,2^\circ\text{C}$ значення E:

$$t_B = 18,2^\circ\text{C} \rightarrow E = 2,101 \text{ кПА (13,93 мм.рт.ст.)}$$

При відносній вологості ($\varphi = 55\%$) діюча пружність водяної пари в повітрі буде дорівнює:

$$\varphi = \frac{e}{E} 100\%;$$

$$e = \frac{\varphi \cdot E}{100\%} \quad e = \frac{55 \cdot 2,102}{100\%} = 1,156 \approx 1,16 \text{ кПа}$$

Температура, для якої пружність водяної пари є максимальною, відповідає точці роси і буде дорівнює 1,16.

Знайдемо точку роси:

$$t_p = 15 + [(20 - 15) / (2,33 - 1,71)] \cdot (1,19 - 1,71) = 15 - [8,06 \cdot 0,52] = 10,8^\circ\text{C}$$

Оскільки $t_w = 18,3^\circ\text{C} > t_p = 10,8^\circ\text{C}$, то конденсації вологості на внутрішній поверхні стіни не буде.

1.5.Оздоблення приміщень

Внутрішнє оздоблення приміщень.

Таблиця 1.5 - Оздоблення приміщень.

Номер приміщення	Вид оздоблення елементів інтер'єра				Примітки
	Стеля	Площа, м ²	Стіни	Площа, м ²	
1, 13,25, 37	Підвісна стеля	192.48	Декоративна штукатурка	421.25	Тамбур
2, 14,26,38	Підвісна стеля	1345.12	Декоративна штукатурка	246.708	Вестибюль
3, 15	Підвісна стеля	313.84	Декоративна штукатурка	299.77	Гардероб
4, 5, 9, 10, 55, 56	Покраска по високоякісній штукатурці по бетону	235.6	облицювання плиткою керамічною	560.196	Роздівалка
6, 49, 66	Підвісна стеля	91.6	Обої по штукатурці	279.216	Кабінет тренера
7, 8, 32, 52, 53, 62, 63, 77, 89	Підвісна стеля	703.08	Декоративна штукатурка	1631.978	Коридор
11	Підвісна стеля	28.88	Обої по штукатурці	85.491	Зал для суду
12, 57, 58	Підвісна стеля	823.2	Декоративна штукатурка	798.462	Зали тренажорний, бокса, айробіки
16, 24, 27, 40	Покраска по високоякісній штукатурці по бетону	127.28	облицювання плиткою керамічною	361.62	Кімната для куріння для глядачів

17, 41, 48, 67	Підвісна стеля	1463.2	Декоративна штукатурка	875.468	Фойє для глядачів
18, 46	Підвісна стеля	40.64	облицювання плиткою керамічною	144.376	Кабінет лікаря
19, 45	Підвісна стеля	30.4	облицювання плиткою керамічною	271.824	Приймальна
20, 44	Підвісна стеля	86.4	Обої по штукатурці	595.48	Приміщення для охорони
21	Підвісна стеля	31.36	Обої по штукатурці	99.309	Пожарний пост
22, 23, 42, 43, 70, 71, 81, 82	Покраска по високоякісній штукатурці по бетону	191.84	облицювання плиткою керамічною	859.36	Санвузол
28	Підвісна стеля	153.08	Декоративна штукатурка	230.052	Більярдна з баром
29, 75, 87	Покраска по високоякісній штукатурці по бетону	121.76	облицювання плиткою керамічною	336.57	Доготовочная
30, 74, 86	Покраска по високоякісній штукатурці по бетону	139.76	облицювання плиткою керамічною	371.973	Душева
31	Підвісна стеля	72.04	Декоративна штукатурка	146.517	Буфет
33, 34, 35, 36, 39, 54, 59,	Підвісна стеля	364.48	Покраска по штукатурці	864.092	Інвентарні та коморки
50, 65	Підвісна стеля	93.2	Декоративна штукатурка	219.555	Приміщення масажу
51, 64	Підвісна стеля	136.56	Обої по штукатурці	255.99	Кімната відпочинку
68	Підвісна стеля	81.8	Обої по штукатурці	145.698	Кімната працівників
69, 83	Підвісна стеля	62.72	Декоративна штукатурка	198.618	Комірка
72	Підвісна стеля	31.36	Обої по штукатурці	90.279	Бухгалтерія
73, 79	Підвісна стеля	531.36	Декоративна штукатурка	470.106	Кафе
76, 88	Покраска по високоякісній штукатурці по бетону	71.04	облицювання плиткою керамічною	206.346	Кладова для продуктів
78	Підвісна стеля	266.08	Декоративна штукатурка	216.384	Конференц-зал

80	Підвісна стеля	31.36	Обої по штукатурці	90.279	Комендант
84	Підвісна стеля	43.12	Обої по штукатурці	144.585	Кабінет директора
85	Підвісна стеля	35.6	Обої по штукатурці	136.185	Кабінет заступника директора
90	Підвісна стеля	25.52	Обої по штукатурці	74.592	Коментаторська
91	Підвісна стеля	26.52	Обої по штукатурці	74.592	Преса
Сходи	Підвісна стеля	52.2	Декоративна штукатурка	332.2	

1.6 Зовнішнє оздоблення

Облицювання фасадними панелями «Алюкобонд» з влаштуванням металевих каркасів. Всі металеві конструкції фарбуються емаллю ПФ 115 по ґрунтовці ГФ 021. Зовнішні сходи відбуваються полірованими гранітними плитами. Дерев'яні дверні полотна фарбуються олійною фарбою.

1.7 Інженерне забезпечення

1.7.1 Теплові мережі

Теплотраса виконана в підземному варіанті.

1.7.2 Опалення

Система опалення запроєктована відповідно до вимог.

У будівлі навчального корпусу передбачені окремі гілки систем водяного опалення. Відносна вологість повітря в приміщенні 55%.

1.7.3 Водопостачання

У будівлі передбачено господарсько-питне, протипожежне і гаряче водопостачання, каналізація та водостоки, які запроектовані відповідно до вимог. Вода задовольняє вимогам, джерела водопостачання і ступінь очищення задовольняє вимогам. Вода для господарсько-питних і технологічних потреб задовольняє вимогам.

Внутрішній водопровід - господарсько-питної - система трубопроводів і пристроїв, що забезпечує подачу води до санітарно-технічних приладів та пожежних кранів, будівлі і має загальне водовимірювальними пристрій від зовнішньої мережі міського водопроводу.

1.7.4 Каналізація

Внутрішня каналізація - господарсько-фекальні - система трубопроводів і пристроїв в обсязі, обмеженому зовнішніми поверхнями огорожувальних конструкцій і випусками до першого оглядового колодязя, що забезпечує відведення стічних вод від санітарно-технічних приладів загальну міську мережу каналізації.

Мережа каналізації запроектована з азбестоцементних безнапірних труб діаметром 150 мм. Вулична мережа каналізації запроектована з азбестоцементних безнапірних труб діаметром 300 мм. Трубопроводи каналізації укладаються на природній основі. На мережі встановлюються каналізаційні колодязі діаметром 1000 мм.

1.7.5 Зливі водостоки

Відведення атмосферних опадів з ділянки передбачається проектом вертикального планування в зливу каналізацію. Зливі води з поверхні землі

приймаються зливоприймачі, що встановлюються в зниженою точці. З лійки поверхневі стоки надходять в закритий водостік по сполучної гілці діаметром 200 мм. Злизова каналізація приймається з азбестоцементних труб діаметром 220 мм. Колодязі мережі приймаються із залізобетонних кілець за типовим проектом 902-9-1. Скидання зливових стоків передбачається в знижену місцевість через оголовок.

1.7.6 Вентиляція

Вентиляція, кондиціонування повітря і аварійна вентиляція будівлі запроектована відповідно до вимог. Для приміщень з вологим режим (душові, мийна, туалети) передбачено пристрій вентиляційних каналів.

1.7.7 Електропостачання

Від зовнішньої мережі, напруга 220В / 380В, освітлення при цьому лампами розжарювання і розрядними лампами.

Електронні пристрої та будівлі запроектовані відповідно до вимог, ВСН 59-88, Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), ВСН 60-89, а також іншими чинними нормами і правилами.

1.7.8 Зв'язок і сигналізація

Телефонізація передбачена по кабельній лінії від існуючої АТС. Лінія телефонізації запроектована кабелем марки ТППБ10х2х0,4. Кабель підвішується за існуючими опор ЛЗ і прокладається в земляній траншеї на глибині 0,7 м від поверхні землі. У місцях перетину кабельної лінії телефонізації з підземними комунікаціями і проїжджою частиною дороги кабель прокладається в азбестоцементних трубах. Радіофікація забезпечує якісний прийом 3-х програм радіомовлення із застосуванням 1-3 програмних

приймачів. Точка підключення до радіотрансляційних мереж існуюча радіотрансляційна мережа. Для здійснення підключення будівлі до діючих мереж проектом передбачається прокладка дроту ПРСП1х4 й проведення 6СА-4.3 в спеціальному підземному колекторі.

1.7.9 Природне освітлення і інсоляція приміщень

Штучне освітлення підрозділяється на робоче, аварійне, охоронне і чергове.

Аварійне освітлення поділяється на освітлення безпеки і евакуаційне.

Робоче освітлення передбачено для всіх приміщень будівлі, а також ділянок відкритих просторів, призначених для проходу людей.

При необхідності частина світильників робочого або аварійного освітлення може використовуватися для чергового освітлення.

Нормовані характеристики освітлення в приміщеннях і зовні будинків може забезпечуватись як світильниками робочого освітлення, так і спільним дією з ними світильників освітлення безпеки і (або) евакуаційного освітлення.

Природне освітлення здійснюється за допомогою вікон. Захист від сонця і перегрівання забезпечується засобами озеленення.

Приміщення, що мають природне освітлення, провітрюють через фрамуги, кватирки.

Допускається проектувати без природного освітлення наступні приміщення: арена, фойє, кулуари, і т.д.

Освітлення тільки другим світлом допускається в приміщеннях, які допускається проектувати без природного освітлення (туалети, мийки). У 1-2 поверхових будинках проти сонячного проміння захист забезпечується за рахунок озеленення. У будинках заввишки менше 10 поверхів в коридорах без природного освітлення, призначених для евакуації 50 і більше осіб, має бути передбачено штучне освітлення. Коридори, що використовуються рекреації в навчальних закладах, повинні мати природне освітлення.

1.7.10 Протипожежні заходи

У будівлі виконано таким чином, об'ємно-планувальні та інженерно-технічні рішення, що забезпечують в разі пожежі:

- можливість порятунку людей;
- можливість доступу особового складу пожежних підрозділів та подачі засобів пожежогасіння до осередку пожежі, а також проведення заходів з порятунку людей і матеріальних цінностей;
- непоширення пожежі на поруч розташовані будівлі, в тому числі при обваленні будівлі, що горіла;
- обмеження прямого і непрямого матеріального збитку, включаючи вміст будівлі і сама будівля, при економічно обґрунтованому співвідношенні величини збитку і витрат на протипожежні заходи, пожежну охорону і її технічне оснащення.

Заходи щодо протипожежного захисту будівель передбачені з урахуванням технічного оснащення пожежних підрозділів та їх розташування.

1.7.11 Ступінь вогнестійкості будівель та їх елементів

За ступенем вогнестійкості основних конструкцій і приміщень, будівля відноситься до III класу. Застосування килимових покриттів на шляхах евакуації з будинку не допускається. Оздоблення стін і стель передбачати з негорючих або важкогорючих матеріалів.

1.7.12 Попередження можливості загоряння

У стінах, перегородках, перекриттях і покриттях не допускається передбачати порожнини, обмежені горючими матеріалами. Забороняється влаштовувати порожнечі між облицюванням з горючих матеріалів і поверхонь

стін. У будинках не допускається виконувати облицювання з горючих матеріалів і обклеювання горючими і тліючим матеріалами стін і стель в загальних коридорах, на сходових клітках, вестибюлях, холах, рекреаційних приміщеннях і коридорах, а також влаштовувати з горючих матеріалів підлоги у вестибюлях, сходових клітках і холах.

У будинках з ухилом покрівлі понад 12% включно, висотою від рівня землі до карниза або верху парапету більше 10м, слід передбачати огорожі на покрівлі відповідно і виходи на покрівлю зі сходових кліток або по зовнішніх пожежних драбинах (один вихід на кожні повні і неповні 1000 м² площі покриття).

Пожежні сходи прийняті вертикальними сталевими шириною 0,7 м, що починаються з висоти 2.5 м.

1.7.13 Обмеження поширення вогню

У будівлі передбачені перегородки і внутрішні стіни з важкогорючих матеріалів, дерев'яні конструкції просочуються антисептичними і протипожежними складами, які відповідають вимогам, що пред'являються до обробки конструкцій. У технічній документації на ці покриття і просочення вказана періодичність їх заміни.

Підвісні стелі, які застосовуються для підвищення меж вогнестійкості перекриттів і покриттів, за пожежною небезпекою відповідають вимогам, що пред'являються до цих перекриттів і покриттів. Протипожежні перегородки в приміщеннях з підвісними стелями поділяють простір над ними.

1.7.14 Шляхи евакуації

Евакуаційні шляхи забезпечують безпечну евакуацію всіх людей, які перебувають у приміщеннях будівель, через евакуаційні виходи. Передбачено 4

евакуаційні виходи з будівлі. Евакуаційні виходи розташовуються розосереджено.

Сходові марші та площадки мають огорожі з поручнями. Ухил маршів сходів в надземних поверхах прийнятий не більше 1: 2.

Ширина сходового маршу в будівлі прийнята 1.5 м з числом перебувають в найбільш завантаженому поверсі більше 300 чол.

З коридорів на вулицю під час пожежі люди потрапляють по сходових клітках, евакуаційним зовнішнім сходах або через вікна першого поверху.

Зовнішні відкриті сходи влаштовані з ухилом не більше 60° і використовуються у всіх кліматичних районах в якості другого евакуаційного виходу з другого поверху будівлі і розраховані на число евакуйованих не більше 70 осіб. Ширина таких сходів 0,8 м, а ширина суцільних проступів їх ступенів -0,3 м. Зовнішні пожежні драбини розташовані на відстані між ними не більше 150 м по периметру будівель. Сходові клітки запроектовані з природним освітленням через прорізи в зовнішніх стінах. Двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу з будівлі.

1.7.15 Захист будівельних конструкцій від корозії

Антикорозійний захист будівельних конструкцій виконується відповідно до вказівок ДБН 2.03.11-85 «Захист будівельних конструкцій від корозії».

З метою зниження ступеня агресивного впливу середовища на будівельні конструкції при проектуванні передбачена:

- розробка генеральних планів підприємств, об'ємно-планувальних і конструктивних рішень з урахуванням рози вітрів і спрямованості потоку ґрунтових вод;

- технологічне обладнання з максимально можливою герметизацією, припливно-витяжну вентиляцію, відсмоктувачі в місцях найбільшого виділення парів, газів і пилу.

Захист будівельних конструкцій здійснюється застосуванням корозійностійких для даного середовища матеріалів і виконанням конструктивних вимог (первинний захист), нанесенням на поверхні конструкцій металевих, оксидних, лакофарбових, металізаційні - лакофарбових і містичних покриттів, мастил, плівкових, облицювальних і інших матеріалів (вторинна захист) , а також застосуванням електрохімічних способів.

Роботи із захисту будівельних конструкцій і споруд від корозії можна виконувати тільки спеціальним організаціям або підрозділам, укомплектованим відповідними фахівцями і механізмами.

Чи не бетоновані закладні деталі і сполучні елементи стиків зовнішніх огорожувальних конструкцій фарбуються емаллю ПФ-115 по ГОСТ 6465-75 по шару ґрунтовки ГФ-021 із загальною товщиною покриття 55 мкм.

РОЗДІЛ 2. Розрахунково-конструктивний

2.1 Прив'язка проектованої будівлі до існуючого рельєфу будівельної площадки

Місцеві умови будівельного майданчика. Абсолютні позначки поверхні будівельного майданчика: 140.60 м, 141.55 м, 142.70 м. Рельєф площадки рівний, спокійний і має ухил 1.47 %. Геологічна будова майданчика: Геологічна будова майданчика характеризується геологічними виробками - свердловинами №1, №2, №3 з яких з глибини 1.8 м, 4.0 м, 9.0 м, 12.0 м, відібрані зразки ґрунту для лабораторних випробувань. Оцінка властивостей окремих шарів ґрунту 1 шар - насип. 2 шар - пилувато-глинистий ґрунт. Визначаємо число пластичності за формулою $I_p = W_L - W_p = 34,3 - 18 = 16,3$ по таблиці 1.8 [1] - ґрунт - суглинок тому $7 < 17 \leq I_p$ W_L - вологість на межі текучості; W_p - вологість на кордоні пластичності.

Визначаємо показник плинності: $I_L = (W - W_p) / I_p = (30 - 18) / 16,3 = 0,736$ Відповідно до табл. 1.9 [1] тип ґрунту суглинок, різновид якого за показником плинності - м'якопластичного тому $0,5 \leq I_L \leq 0,75$. За ступенем вологості S_r

визначаємо водонасиченому ґрунту. $S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w}$ $\rho_d = \frac{\rho}{(1 + 0,01 \cdot W)} = \frac{1,92}{1 + 0,01 \cdot 30} =$

1,477 т / м³;

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,54 - 1,477}{1,477} = 0,72$$

e - коефіцієнт пористості ґрунту. $S_r = \frac{W \cdot 0,01 \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,3 \cdot 2,54}{0,72 \cdot 1} = 1,058$ насичений водою.

W - природна вологість ґрунту;

ρ - природна щільність ґрунту т / м³;

ρ_{ps} - щільність частинок т / м³;

ρ_{pd} - щільність сухого ґрунту т / м³;

$\rho_w = 1 \text{ т / м}^3$ - щільність води. Для попередньої оцінки набухачемості ґрунту знаходимо показник просідання. Цією властивістю володіють тільки пілуватоглинисті ґрунти. Ґрунт вважається просідаючим і якщо $S_r < 0.8$ і показник просідання знаходиться в діапазоні: $П < 0.1$ при $0.1 > I_L \geq 0.01$

$$П < 0.17 \text{ при } 0.1 \leq I_L < 0.14$$

$$П < 0.24 \text{ при } 0.14 \leq I_L < 0.22$$

суглинок, $S_r = 1.058 > 0.8$; $I_L = 0,736$; $e = 0,72$

$$e_L = \frac{W_L \times \gamma_S}{\gamma_w} = \frac{0,343 \times 2,54 \times 9,8}{10} = 0,854;$$

$$П = \frac{e_L - e}{1 + e} = \frac{0,854 - 0,72}{1,72} = 0,078 - \text{непросадочний.}$$

e_L - коефіцієнт, що відповідає вологості на межі текучості.

e - коефіцієнт пористості природного ґрунту. Ґрунт вважається набухаючим, якщо $П > 0.3$

Висновок: ґрунт - суглинок м'якопластичний, непросадочний, ненабухаючий, пучинистий. 3 шар - пілуватоглинистий ґрунт. Визначаємо число пластичності за формулою $I_p = W_L - W_p = 26,4 - 14,9 = 11,5$ по таблиці 1.8 [1] - ґрунт суглинок тому $7 < 17 \leq I_p$

$$\text{Визначаємо показник плинності: } I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{27,4 - 14,9}{26,4 - 14,9} = 1,087$$

У відповідностей з табл. тип ґрунту суглинок, різновид якого за показником плинності - текучий тому $I_L > 1$. Визначали коефіцієнт пористості ґрунту.

$$\rho_d = \frac{\rho}{(1 + 0,01 \cdot W)} = \frac{1,88}{1 + 0,01 \cdot 27,4} = 1,476 \text{ т / м}^3; \quad e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,7 - 1,476}{1,476} =$$

0,829 Визначаємо ступінь вологості ґрунту. За ступенем вологості визначаємо водонасиченому ґрунту.

$$S_r = \frac{W \cdot 0,01 \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,274 \cdot 2,7}{0,829 \cdot 1} = 0,892 - \text{ґрунт насичений}$$

водою тому $S_r > 0.8$ по табл. 1.6 [1].

Знаходимо показник просідання. суглинок, $S_r = 0,892 > 0.8$; $I_L = 1,087$; $e = 0,829$

$$e_L = \frac{W_L \times \gamma_S}{\gamma_w} = \frac{0,264 \times 2,7 \times 9,8}{10} = 0,698;$$

$$\Pi = \frac{e_L - e}{1 + e} = \frac{0,698 - 0,829}{1,829} = -0,071 - \text{непросадочний}$$

У відповідність з п.10.2.1 [1] - ґрунт непросадочен. Висновок: ґрунт-суглинок важкий пилуватий текучий, насичений водою, непросадочний, ненабухаємий, сільнопучіністие.

4 шар - пилувато-глинистий ґрунт. Визначаємо число пластичності за формулою: $I_P = W_L - W_P = 37 - 22 = 15$ по таблиці 1.8 [1] - ґрунт суглинок тому $7 < 17 \leq I_P$ Визначаємо показник плинності:

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{25 - 22}{37 - 22} = 0,2$$

У відповідностей з табл. 1.9 [1] тип ґрунту суглинок, різновид, якого за показником плинності - напівтвердий тому $0 < 0,25 \leq I_L$ Визначали коефіцієнт пористості ґрунту.

$$\rho_d = \frac{\rho}{(1 + 0,01 \cdot W)} = \frac{1,98}{1 + 0,01 \cdot 25,0} = 1,584 \text{ т / м}^3; \quad e = \frac{\rho_S - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,7 - 1,584}{1,584} = 0,704.$$

Визначаємо ступінь вологості ґрунту. За ступенем вологості визначаємо водонасиченому ґрунту. $S_r = \frac{W \cdot 0,01 \cdot \rho_S}{e \cdot \rho_W} = \frac{0,25 \cdot 2,7}{0,704 \cdot 1} = 0,959$; - ґрунт насичений водою тому $S_r > 0,8$ по табл. 1.6 [1]. Знаходимо показник просідання. суглинок, $S_r = 0,959 > 0,8$; $I_L = 0,2$; $e = 0,704$

$$e_L = \frac{W_L \times \gamma_S}{\gamma_W} = \frac{0,37 \times 2,7 \times 9,8}{10} = 0 \quad ; \quad \Pi = \frac{e_L - e}{1 + e} = \frac{0,979 - 0,704}{1,704} = 0,16 -$$

непросадочний У відповідність з п.10.2.1 [1]

Висновок: ґрунт- суглинок напівтвердий, непросадочний, ненабухаючий, середньоздимистий. 5 шар – пісок. Для визначення типу ґрунту по крупності частинок необхідно підсумувати дані процентного вмісту часток по табл.1.5 [1]

свердловина №2 (глибина від поверхні 12,0 м) Для частинок більше 2,0 мм - 2,5% більше 0,5 мм - 2,5 + 37,5 = 40% більше 0,25 мм - 40 + 29,7 = 69,7% > 50% - отже, пісок середньої крупності. Визначаємо коефіцієнт пористості ґрунту.

$$\rho_d = \frac{\rho}{(1 + 0,01 \cdot W)} = \frac{2,021}{1 + 0,01 \cdot 23,4} = 1,638 \text{ т/м}^3; \quad e = \frac{\rho_S - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,652 - 1,638}{1,638} = 0,619 > 0,55 \text{ і } < 0,7,$$

отже, ґрунт середньої щільності тому $0,55 < 0,67 < 0,7$ по табл. 1.7 [1].

Визначаємо ступінь вологості: $S_r = \frac{W \cdot 0.01 \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,234 \cdot 2,652}{0,619 \cdot 1} = 1$ - пісок, насичений водою тому $S_r > 0.8$ по табл. 1.16 [1]. Висновок: ґрунт- пісок середньої крупності, середньої щільності, насичений водою.

Таблиця 3.1 - Фізико-механічних характеристик ґрунтів

№ п / п ІГЕ		2	3	4	5
Найменування ґрунту	Рост. шар	Суглинок важкий пілуватий м'якопластичний	Суглинок важкий пілуватий текучий	Суглинок важкий пілуватий напівтвердий	Пісок середньої крупності середньої щільності насичений водою
А) Нормативні значення природна вологість W,%	-	30	27,4	25,0	23,4
Вологість на межі текучості WL,%		34,3	26,4	37,0	-
Вологість на межі розкочування, WP,%		18	14,9	22,0	-
Число пластичності, I_p		16,3	11,5	15	-
Показник консистенції, I_L		0,736	1,08 7	0,2	-
Ступінь вологості, S_r		1,058	0,892	0,959	1
Коефіцієнт пористості, e		0,72	0,829	0,704	0,619
Об'ємна маса γ , кН / м ³	6,677	18,835	18,443	19,424	19,826
Об'ємна маса скелета γ_d , кН / м ³		14,489	14,479	15,54	16,069
Об'ємна маса частинок γ_s , кН / м ³		24,92	26,487	26,487	26,016
Питоме зчеплення C , кПа		18	10	16	-
Модуль деформації E , МПа		36,9		11,16	19,7

Кут внутрішнього тертя, φ , град		16	14	17	30
Розрахункові опори R_0 , кПа		193,675		235,253	400

2.2 Оцінка геологічної будови майданчика

Грунти будівельного майданчика мають нашарування шарувату з згодним заляганням шарів, близьких до горизонтальних і витриманим по потужності. У товщі ґрунтів залягають підземні води ґрунтові, абсолютні позначки рівня підземних вод 137,70м; 139м; 140.50м. Водозаповнюючим шаром є шар суглинку текучого важкого пілуватого. З поверхні залягає шар ґрунту потужністю 2,3 м, абсолютна відмітка покрівлі шару 140м, підосви 137,70м. Нижче залягають шари* Потужністю, (м) 3,6 4,55 3,95* Абсолютні позначки *Покрівлі, (м) 137,7 134,1 129,55* Підосви, (м) 134,1 129,55 125,6. За попередніми даними шари №2, №4 та №5 можуть бути природними підставами фундаментів.

2.3 Розрахунок фундаментів виконуємо за допомогою програми «УЛИСС»

Проектуємо окремостоячі монолітні фундаменти під колони каркаса перетином 800x400 мм.

Перетин 1-1- фундамент під колону купола. Збір навантажень на обріз фундаменту здійснюємо в ПК «ЛІРА». Колона центрально навантажена. $NII = 472 \text{ кН} = 47.2 \text{ т}$. $NII = 496 \text{ кН} = 49.6 \text{ т}$.

РАЗМЕРЫ ФУНДАМЕНТА

Направ.	Размер подошвы м	Размер подкол. м	Вылеты ступеней			Высота фунд. м	Объем бетона куб.м
			1-я h= 0.3 м	2-я h= 0.3 м	3-я		
по оси X	1.8	1.5	0.15			2.00	3.36
по оси Y	2.1	0.9	0.3	0.3			

АРМИРОВАНИЕ ПОДОШВЫ

Направ.	сетки по ГОСТ 23279-85	кол.	сетки по ГОСТ 23279-85	кол.
по оси X	10AIII-200 4C 10AIII-200	75 205*175 25	1	

АРМИРОВАНИЕ ПОДКОЛОННИКА

Направ.	Продольная арматура		Попер.сетки		Косвенное армирование	
	сетки по ГОСТ 23279-85	кол.	диам.	кол.	ГОСТ 23279-85	кол.
по оси X	12AIII 1C 6AIII<100>	1175+75 145*195 25	2	8AIII	4	
по оси Y						

Напряжения под подошвой , т/кв.м

Номер комбин. нагруз.	Среднее давлен.	Максим. давлен. по X	Максим. давлен. по Y	Миним. давлен. по X	Миним. давлен. по Y	Максим. угловое давлен.
1	16.79	16.79	16.79	16.59	16.59	16.79

Расчетное сопротивление грунта : 17.68 т/кв.м
 Осадка : 0.014 м
 Сжимаемая толща грунта : 3.3 м
 Признак подбора подошвы : по среднему давлению < комб. - 1 >

Результати розрахунку:

Выборка стали на фундамент , кг

Диаметр арматуры класса AIII					Итого
6	8	10	12		
1.93	14.52	23.24	27.70		67.39

Перетин фундаменту 1-1.Збір навантажень:Вантажна площа 41.83 м².

Результати розрахунку:

РАЗМЕРЫ ФУНДАМЕНТА							
Направ.	Размер подошвы м	Размер подкол. м	Вылеты ступеней			Высота фунда. м	Объем бетона куб.м
			1-я h= 0.3 м	2-я h= 0.3 м	3-я h= 0.3 м		
по оси X	3.0	1.5	0.3	0.45		2.00	6.70
по оси Y	3.0	0.9	0.3	0.3	0.45		

АРМИРОВАНИЕ ПОДОШВЫ					
Направ.	сетки по ГОСТ 23279-85	кол.	сетки по ГОСТ 23279-85	кол.	
по оси X	10AIII-200	75	4C	1	295*295
	10AIII-200	75			

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ ПО СЛОЯМ
от приводного дельефа

АРМИРОВАНИЕ ПОДКОЛОННИКА						
Направ.	Продольная арматура		Попер.сетки		Косвенное армирование	
	сетки по ГОСТ 23279-85	кол.	диам.	кол.	ГОСТ 23279-85	кол.
по оси X					4C 6AIII-100 145* 85 6AIII-100	2
по оси Y						

таблица просадки - 11

НАГРУЗКИ НА ФУНДАМЕНТ ОТ КОЛОННЫ					
N , т	Mx, тм	Qx, т	My, тм	Qy, т	
115.3					Козфф-т надежности по нагрузке Kf = 1

N , т	Mx, тм	Qx, т	My, тм	Qy, т	
140.7					Козфф-т надежности по нагрузке Kf > 1

НАГРУЗКИ НА ФУНДАМЕНТ ОТ КОЛОННЫ

N, т	Mx, тм	Qx, т	My, тм	Qy, т
162.5	38.55			

Коефф-т
надежности
по нагрузке
Kf = 1

N, т	Mx, тм	Qx, т	My, тм	Qy, т
190.3	48.7			

Коефф-т
надежности
по нагрузке
Kf > 1

Результати розрахунку:

РАЗМЕРЫ ФУНДАМЕНТА

Направ.	Размер подошвы м	Размер подкол. м	Вылеты ступеней			Высота фунда. м	Объем бетона куб.м
			1-я h= 0.3 м	2-я h= 0.3 м	3-я h= 0.3 м		
по оси X	3.9	1.5	0.3	0.45	0.45	2.00	9.64
по оси Y	3.6	0.9	0.45	0.45	0.45		

АРМИРОВАНИЕ ПОДОШВЫ

Направ.	сетки по ГОСТ 23279-85		кол.	сетки по ГОСТ 23279-85		кол.
по оси X	1С	$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{185 \times 385}{25}$	1	1С	$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{165 \times 385}{25}$	1
		$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{275}{25}$			$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{275}{25}$	
по оси Y	1С	$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{205 \times 355}{25}$	1	1С	$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{165 \times 355}{25}$	1
		$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{275}{25}$			$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{275}{25}$	

Приймаємо розмір підосви фундаменту 4мх3.6м

Выборка стали на фундамент, кг

Диаметр арматуры класса AIII						Итого
6	12					
21.82	124.56					146.38

по оси Y					$\frac{6AIII-100}{4C} \frac{145 \times 85}{100}$	2

Напряжения под подошвой , т/кв.м

Номер комбин. нагруз.	Среднее давлен.	Максим. давлен. по X	Максим. давлен. по Y	Миним. давлен. по X	Миним. давлен. по Y	Максим. угловое давлен.
1	16.42	20.64	16.42	11.99	16.22	20.64

Расчетное сопротивление грунта : 18.55 т/кв.м

Осадка : 0.027 м

Сжимаемая толща грунта : 5.9 м

Признак подбора подошвы : по макс. давлению по X (комб. - 1)

Перетин 2-2. Збір навантажень:

Вантажна площа 81.35 м².

Навантаження	Нормативна кН/м ²	Коеф. надійності за навантаженням	Розрахунок кН/м ²
Постійні навантаження:			
<i>Покриття:</i>			
- вага покриття монолітному перекриттю	0.33	1.20	0.4
- вага монолітного перекриття	4.76	1.05	5
Всього:	5.09		5.40
<i>Перекриття:</i>			
- паркет $\delta = 0,03$ м; $\gamma = 5$ кН/м ³	0.15	1.30	0.2
- цементно-піщана стяжка $\delta = 0,02$ м; $\gamma = 18$ кН/м ³	0.36	1.30	0.47
- керамзит, $\delta = 0,03$ м; $\gamma = 2$ кН/м ³	0.06	1.30	0.08
- монолітна з/б плита перекриття $\delta = 0,2$ м; $\gamma = 25$ кН/м ³	5	1.05	6.5
Всього з двох поверхів:	11.4		14.48
<i>Колона:</i>			
-колона залізобетонна перерізом 400x800мм, висотою 14.5м, $\gamma = 24$ кН/м ³	1.37	1.30	1.79
Всього:	1.37		1.79
Всього постійні:	17.84		23.17
Тимчасові навантаження:			
- снігове навантаження, III сніговий район	1.68		2.4
- тимчасова тривала, від відвідувачів (повне значення)	4.00	1.20	4.8
- тимчасова тривала, (знижене значення)	1.40		

Повна нормативна навантаження на обріз фундаменту: $NI = (17.84 + (1,68 + 2 \cdot (4 + 1,4) \cdot 0,706) \cdot 0,9) \cdot 81.35 = 2146$ кН

Повна розрахункове навантаження

Результати розрахунку:

РАЗМЕРЫ ФУНДАМЕНТА

Направ.	Размер подошвы м	Размер подкол. м	Вылеты ступеней			Высота фунда. м	Объем бетона куб.м
			1-я h= 0.3 м	2-я h= 0.3 м	3-я h= 0.3 м		
по оси X	3.6	1.5	0.3	0.3	0.45	2.00	9.57
по оси Y	3.9	0.9	0.45	0.45	0.6		

АРМИРОВАНИЕ ПОДОШВЫ

Направ.	сетки по ГОСТ 23279-85		кол.	сетки по ГОСТ 23279-85		кол.
по оси X	1С	$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{205*355}{25}$	1	1С	$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{165*355}{25}$	1
	1С	$\frac{16AIII}{6AIII} \frac{185*385}{25}$		1С	$\frac{16AIII}{6AIII} \frac{165*385}{25}$	
по оси Y	1С	$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{205*355}{25}$	1	1С	$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{165*355}{25}$	1

АРМИРОВАНИЕ ПОДКОЛОННИКА

Направ.	Продольная арматура		Попер.сетки		Косвенное армирование	
	сетки по ГОСТ 23279-85	кол.	диам.	кол.	ГОСТ 23279-85	кол.
по оси X	$\frac{12AIII}{6AIII} \frac{145*195}{25}$	2	8AIII	4		
по оси Y	$\frac{1175+75}{25}$					

Напряжения под подошвой , т/кв.м

Номер комбин. нагруз.	Среднее давлен.	Максим. давлен. по X	Максим. давлен. по Y	Миним. давлен. по X	Миним. давлен. по Y	Максим. угловое давлен.
1	18.48	18.48	18.48	18.28	18.28	18.48

Расчетное сопротивление грунта : 18.55 т/кв.м
 Осадка : 0.031 м
 Сжимаемая толща грунта : 5.9 м
 Признак подбора подошвы : по среднему давлению (комб. - 1)

Выборка стали на фундамент , кг

Диаметр арматуры класса AIII						Итого
6	8	12	16			
12.30	14.52	90.73	109.38			226.93

Результати розрахунку:

РАЗМЕРЫ ФУНДАМЕНТА

Направ.	Размер подошвы м	Размер подкол. м	Вылеты ступеней			Высота фунд. м	Объем бетона куб.м
			1-я h= 0.3 м	2-я h= 0.3 м	3-я		
по оси X	2.4	1.5	0.45			2.00	4.30
по оси Y	2.7	0.9	0.45	0.45			

АРМИРОВАНИЕ ПОДОШВЫ

Направ.	сетки по ГОСТ 23279-85	кол.	сетки по ГОСТ 23279-85	кол.
по оси X	2С 10AIII 265*235 12AIII 25	75 1 25		

определения напряжений по слою
от природного рельефа

Напряжения под подошвой , т/кв.м

Номер комбин. нагруз.	Среднее давлен.	Максим. давлен. по X	Максим. давлен. по Y	Миним. давлен. по X	Миним. давлен. по Y	Максим. угловое давлен.
1	17.75	17.75	17.75	17.55	17.55	17.75

Расчетное сопротивление грунта : 17.97 т/кв.м

Осадка : 0.021 м

Сжимаемая толща грунта : 4.6 м

Признак подбора подошвы : по среднему давлению (комб. - 1)

Выборка стали на фундамент , кг

Диаметр арматуры класса AIII					Итого
6	8	10	12		
1.93	14.52	20.28	55.93		92.67

88.45				
-------	--	--	--	--

надежности
по нагрузке
Kf = 1

N , т	Mx , тм	Qx , т	My , тм	Qy , т
108.57				

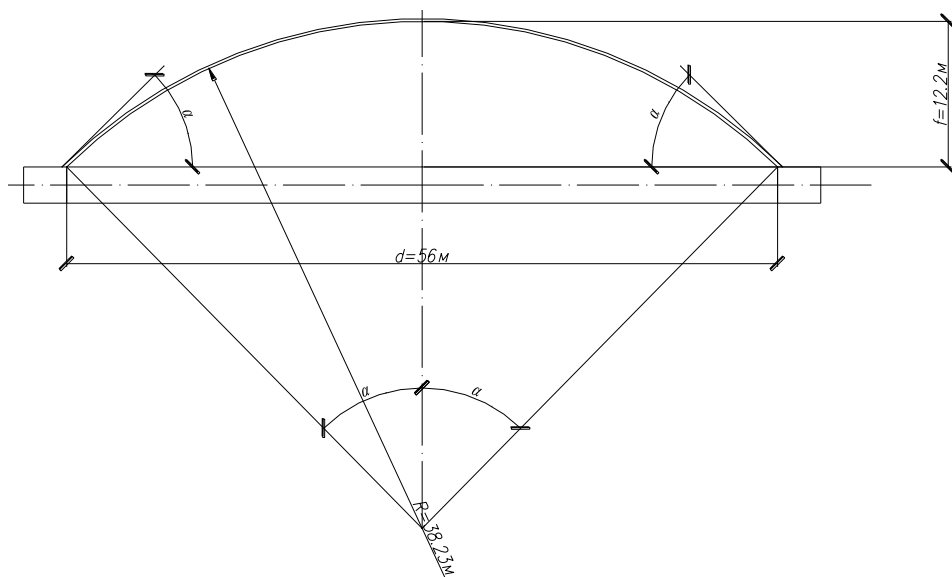
Кoeff-т
надежности
по нагрузке
Kf > 1

РОЗДІЛ 3. Науково-дослідний

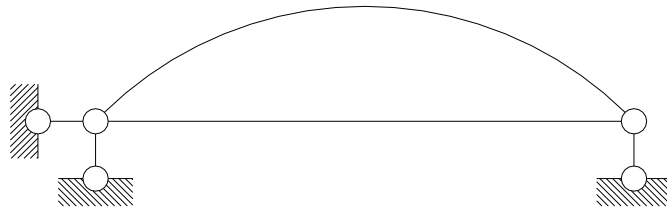
3.1 Загальна характеристика купола

Купольне покриття над будівлею спортивно-оздоровчого комплексу, виконано у вигляді ребристо-кільцевого купола зі зв'язками, що встановлюються через сектор. Воно спирається на 36 колон розміром на 400x400 мм. Конструкція купола складається з 36 ребер, встановлених в радіальному напрямку і з'єднуються між собою 5 рядами кілець, що утворюють спільно жорстку просторову систему. Ребра купола і зв'язку виконані з зварних гнутих замкнутих прямокутних профілів «Молодечно», проміжні кільця - з електрозварні прямошовних труби. Верхнє опорне кільце - з швелера. Нижня опорна кільце - залізобетонне, квадратного перетину з опорним скосом для обпирання ребер.

- діаметр купола: $d = 56\text{м}$;
- стріла підйому купола: $f = 12.2\text{м}$;
- радіус кривизни купола: $R = \frac{d^2}{8f} + \frac{f}{2} = \frac{56^2}{8 \cdot 12.2} + \frac{12.2}{2} = 38.23\text{м}$;
- тангенс кута дотичній купола від опори: $\text{tg}\alpha = \frac{d/2}{R-f} = \frac{28}{38.23-12.2} = 1,076$;
- кут $\alpha = 45^\circ$;



Розрахункова схема:



3.2 Розрахунок купола з навантаженням через пластину

3.2.1 Збір навантажень на купол

Таблиця 2.1. - Постійні навантаження від покриття і власної ваги на 1 м² поверхні купола.

Вид навантаження і його складові	Нормативне навантаження (кН/м ²)	Коеф.надійності по навантаження	Розрахункове навантаження (кН/м ²)
Постійне:			
Гідроізоляційний килим із 2-х шарів лінкрома	0,20	1,3	0,26
Утеплювач t=150;y=0.4	0,060	1,2	0,072
Пароізоляція	0,050	1,3	0,065
Профільований настил t=0.8мм	0,14	1,05	0,147
Прогони суцільні	0,08	1,05	0,084
Всього:	0,53	1,21	0,63

Збір снігового навантаження на купол, для снігового району IV.

Так як кут $\alpha = 45^\circ$ – що менше 50° , докладаємо навантаження на всю поверхню купола (ДБН "Навантаження і впливи").

Визначаємо рівнодіючу снігового навантаження по формулі:

$$P_c = S \cdot \pi \cdot R_c^2 = 2.4 \cdot 3.14 \cdot 28^2 = 5908.224 \text{ кН .}$$

Визначаємо площу поверхні кульового сегмента за формулою:

$$\text{Площа кульового сегмента: } A_{\text{seg}} = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot f = 2 \cdot 3.14 \cdot 38.23 \cdot 12.2 = 2929.03 \text{ м}^2.$$

Визначаємо інтенсивність снігового навантаження на купол за формулою:

$$P_C = \frac{P_c}{A_{\text{seg}}} = \frac{5908.224}{2929.03} = 2.017 \text{ кПа.}$$

3.2.2 Створення розрахункової моделі купола.

Решітка розрахункової схеми створена за допомогою поверхні обертання, після цього в одному секторі додаємо зв'язку і шляхом копіювання елементів поворотом створюємо їх в інших секторах, таким же способом створюємо і пластину. Пластина в даній схемі необхідна для створення рівномірного навантаження на купол, тому її вага максимально наближений до нуля.

Всі вузли фундаменту колон закріплені по осях z , x і y , перед закріпленням в вузлах фундаменту колон створюємо локальні осі.

Елементом були присвоєні такі жорсткості:

- 1 тип жорсткості - нижня опорна кільце - брус 700x350;
- 2 тип жорсткості - радіальні ребра - профіль «Молодечно» 160x120x5;
- 3 тип жорсткості - проміжні кільця - труба електрозварні прямошовні 159x5;
- 4 тип жорсткості - верхнє опорне кільце - швеллер 30П;
- 5 тип жорсткості - зв'язок - профіль «Молодечно» 120x80x5;

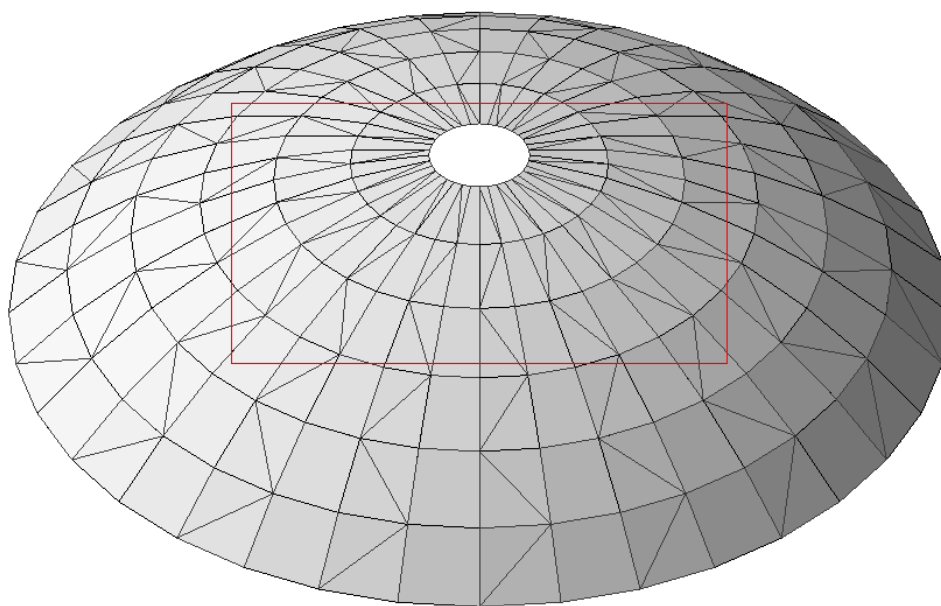
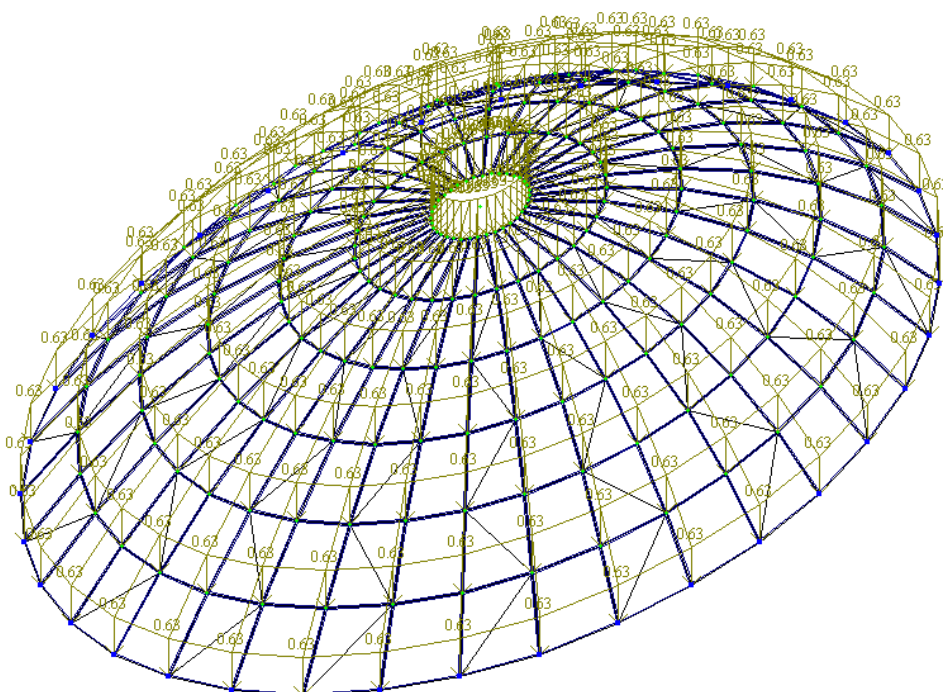


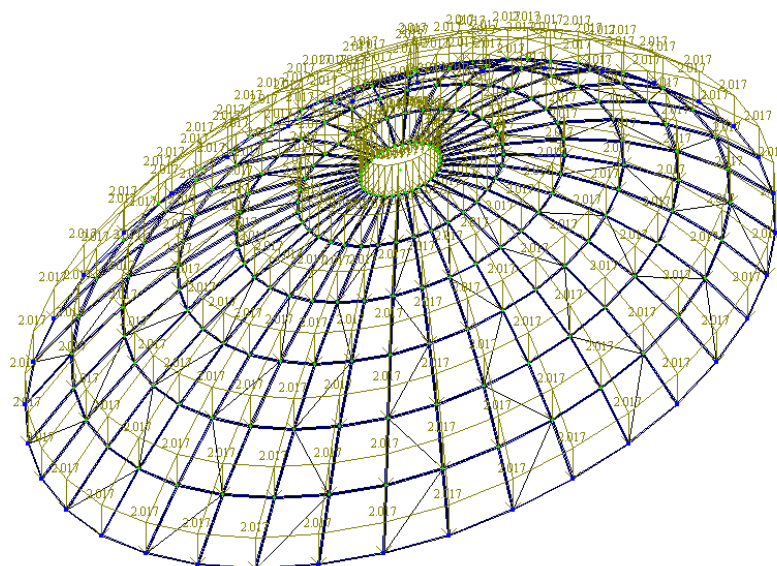
Рис.1 -Просторова модель купола

Розрахунок виконуємо при завантаженні конструктивної схеми розрахунковими навантаженнями. Було створено 3 завантаження:

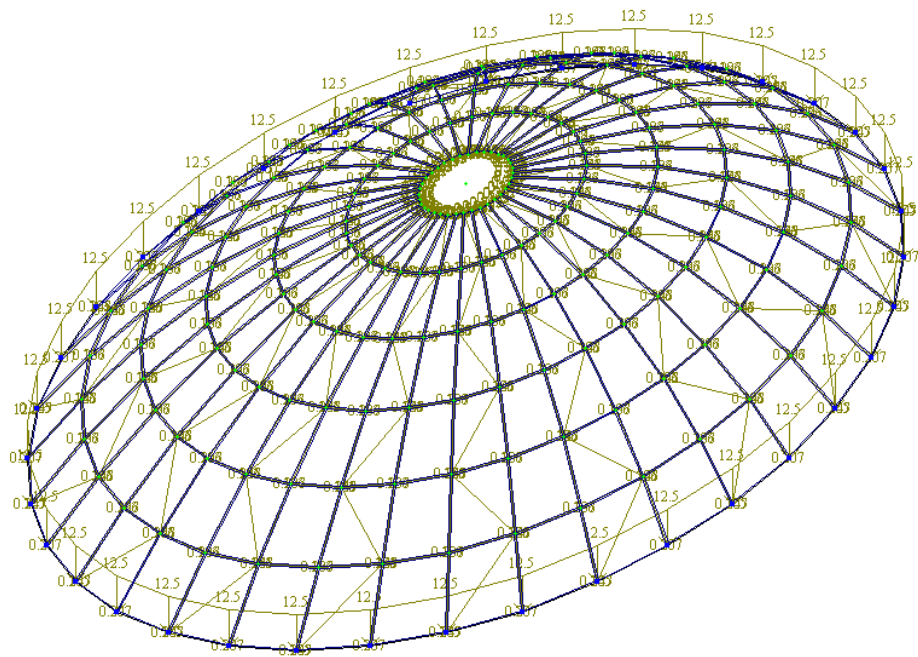
Завантаженість 1. Вага покриття.



Завантаженість 2. Снігове навантаження.



Завантаженість 3 Власна вага.



Формуємо два розрахункових поєднання, перше за розрахунковим навантаженням, друге - за нормативними навантаженнями.

Расчетные сочетания нагрузок

СНиП 2.01.07-85

N загруз.	Наименование	Знакоперем.	Взаимоискл.	1	2
1	СОБСТВЕННЫЙ ВЕС	+		1.05	1.0
2	ВЕС КРОВЛИ	+		1.0	.84
3	СНЕГОВАЯ НАГРУЗКА	+		1.0	.7

Сочетания по СНиП 2.01.07-85

1 основное $\Sigma P + D + K + (K_p + T) + M$

2 основное $\Sigma P + 0.95 \Sigma D + 0.9 \Sigma K + 0.9 \Sigma (K_p + T) + 0.9 \Sigma M$

Особое $0.9 P + 0.8 \Sigma D + 0.5 \Sigma K + 0.5 \Sigma (K_p + T) + 0.5 \Sigma M + (C + O_c)$

Кoeffициенты

Сочетания пользователя

Удалить сочетание

Удалить все сочетания

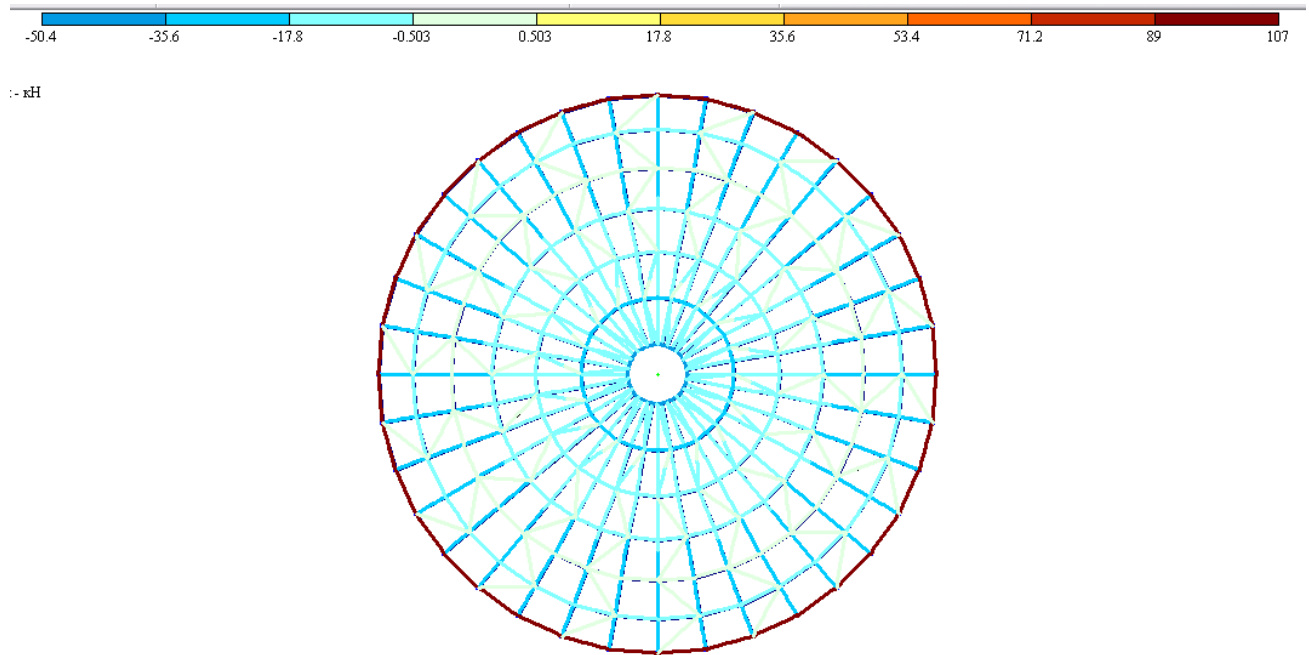
Расчет

Выход

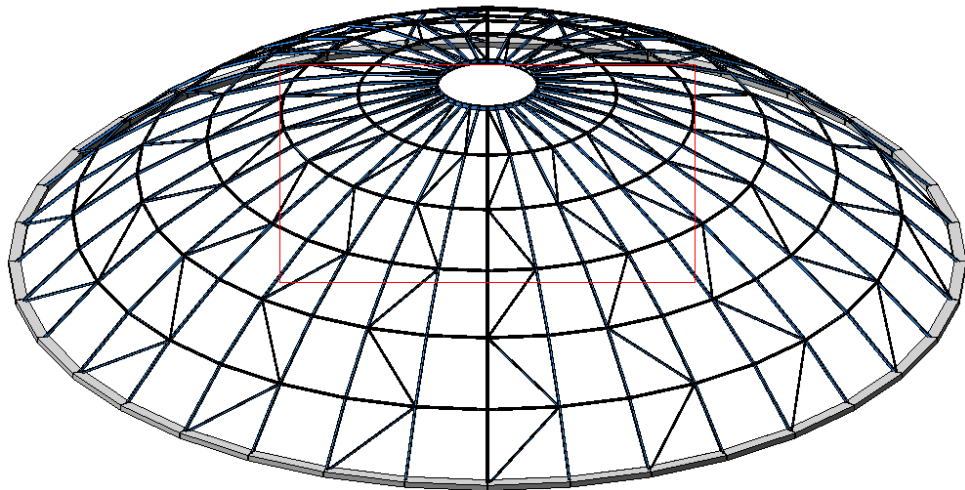
Справка

3.2.3 Результати статичного розрахунку.

Мозаїка зусиль N, для сталевих елементів купола.



2.3 Розрахунок купола з вузловим завантаженням



Розрахунок проводимо по розрахункових значень навантажень, які для вузлів кожного кільця будуть мати різні значення і визначатися за формулами: $P_{CH} = R_{CH}/n$ для снігового навантаження і $P_{CONST} = R_{CONST}/n$ для постійного навантаження (кН), де n - кількість вузлів в кільці, шт. $R_{CH} = S \cdot \pi/4 \cdot (Ru^2 - d^2)$ розрахункова снігове навантаження на кільця купола

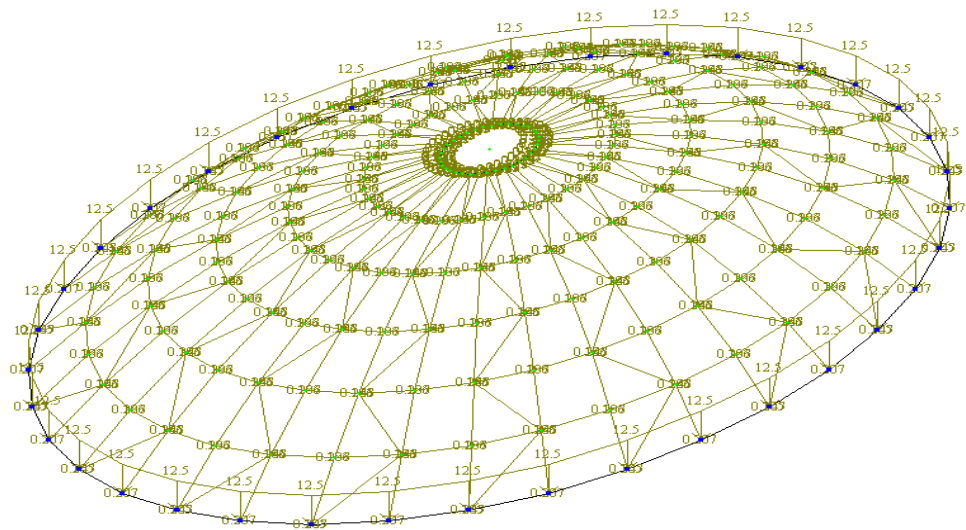
- $R_{CONST} = R \cdot \pi / 4 \cdot (Ru^2 - d^2)$ розрахункова постійне навантаження на кільця купола (кН); $S = S_0 = 2.4 = 2.4$ (КПа);

Таблиця 3.2 - Дані про вузлових навантаженнях на різних кільцях

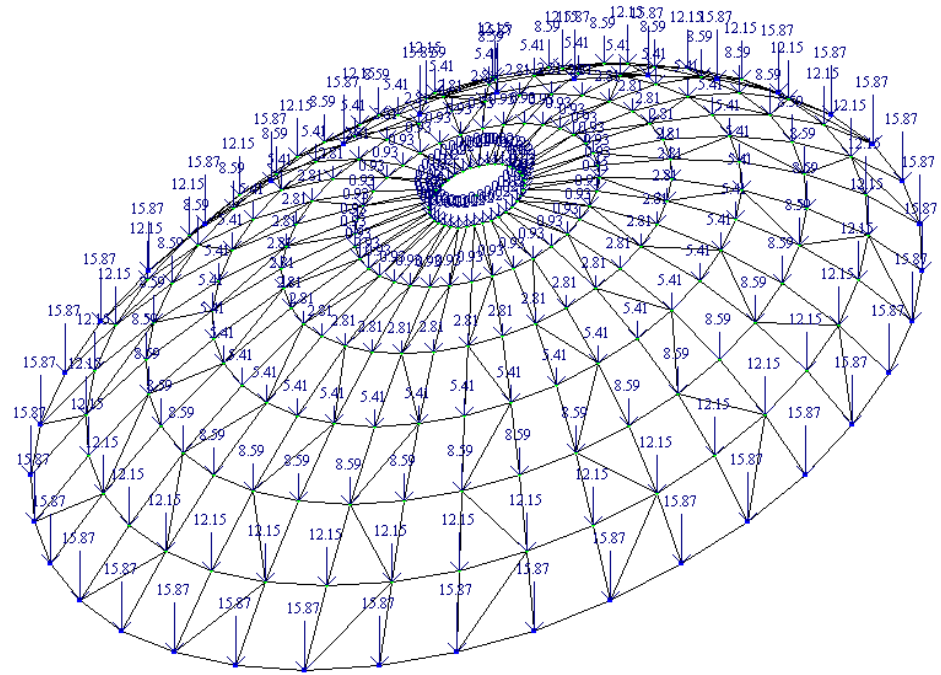
№ кільце(знизу вверх)	Постійне навантаження,кН		Снігове навантаження,кН	
	Нормативна	Розрахункова	Нормативна	Розрахункова
1	12,21	15,87	24,72	35,31
2	9,34	12,15	18,91	27,02
3	6,61	8,59	13,37	19,10
4	4,16	5,41	8,42	12,03
5	2,16	2,81	4,37	6,24
6	0,72	0,93	1,45	2,07
7	0,01	0,02	0,02	0,04

Створюємо три завантаження:

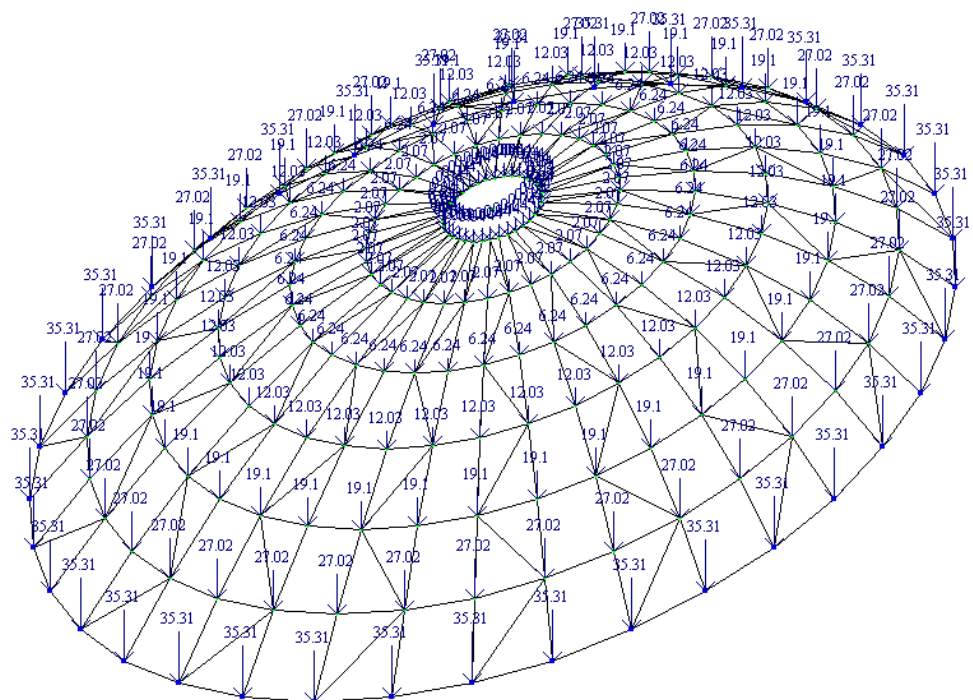
1. Власна вага купола



2. Вага покрівлі



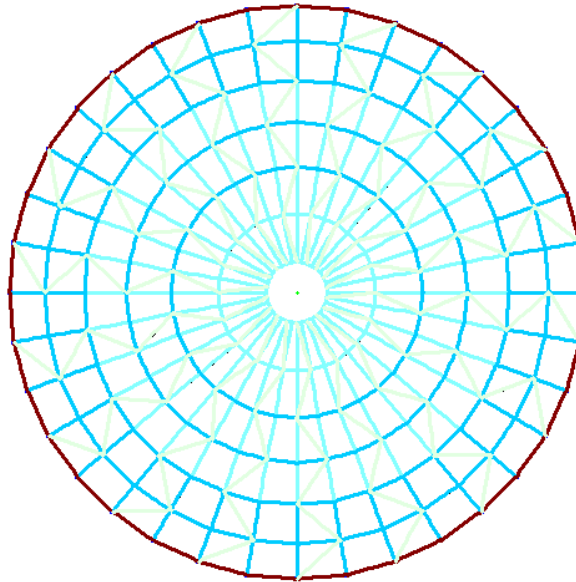
3. Снігове навантаження



Розрахунок виконаємо при завантаженні конструктивної схеми розрахунковими навантаженнями (розрахунок по першій групі граничних станів).



кН



Мозаїка поздовжніх зусиль N:

З порівняння мозаїк поздовжніх зусиль обох варіантів (з пластиною і з вузловими навантаженнями) видно, що в другому варіанті розрахункові зусилля трохи перевершують перший варіант, тому далі розрахунок, підбір і перевірку перерізів ведемо за другим варіантом розрахунку. Підбір перерізів в ЛІР-СТК.

Грунтуючись на результатах розрахунків в ЛІР-СТК і керуючись конструктивними особливостями вузлових з'єднань купола приймаємо для - радіальних ребер - профіль «Молодечно» 160x120x4; - зв'язків - профіль молодечно 120x80x4;- проміжні кільця - труба 114x4;- опорне кільце верхнє - швелер №30. Підбір армування опорного кільця 22 А-ІІІ- $A_s = 1900\text{мм}^2$. Розрахунок в ПК ЛІРА максимальне розтяжне зусилля в опорному кільці $N = 682.09$ кН, необхідна площа арматури знаходиться за формулою:

$$A_s, \text{тр} = \frac{N}{R_s} = \frac{682.09}{365 \cdot 10^3} = 0.0019\text{м}^2 = 19\text{см}^2 = 1900 \text{мм}^2, \text{приймаємо } 5\text{Ø}22;$$

А-ІІІ- $A_s=1900\text{мм}^2$. Необхідну площу перетину опорного кільця приймаємо з

умови обмеження ширини розкриття тріщин: $N \leq 0.25 \cdot R_b \cdot A_k$, де A_k – площа перерізу опорного кільця, $A = b \times h$. $682.09 \leq 0.25 \cdot 14.5 \cdot 10^3 \cdot A_k$, $A_k = \frac{682.09}{0.25 \cdot 14.5 \cdot 10^3} = 0.188 \text{ м}^2$. Приймаємо відношення $b / h = 1.5 / 1$, тоді $1.5h^2 = 0.188 \text{ м}^2$, $h = 0.306 \text{ м}$. Приймаємо остаточні розміри перетину опорного кільця $b = 700 \text{ мм}$, $h = 500 \text{ мм}$.

РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1 Законодавча база України про охорону праці

Законодавчими актами, що визначають основні положення з охорони праці, є загальні закони України, а також спеціальні законодавчі акти, які приймаються або затверджуються Кабінетом Міністрів України, Державним комітетом України по нагляду за охороною праці, Міністерством енергетики України та іншими відомствами.

Загальними законами України, що визначають основні положення з охорони праці, є Конституція України, Кодекс законів про працю України та Закон України «Про охорону праці». До законодавчої бази також належать Закони України: «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, які спричинили втрату працездатності», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», «Про загальнообов'язкове соціальне страхування у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та витратами, зумовленими народженням та похованням».

Спеціальними законодавчими актами є міжгалузеві та галузеві акти про охорону праці. Це Державні стандарти Системи стандартів безпеки праці, Будівельні норми та правила, Санітарні норми, Правила побудови електроустановок, та інші. Згідно ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» норми поширюються на загальнобудівельні і спеціальні будівельні роботи під час нового будівництва, розширення, реконструкції, технічного переоснащення, капітального ремонту, реставрації будівель та споруд.

4.1.2 Небезпечні ділянки на будівельному майданчику

У процесі організації будівельного майданчика, розміщення дільниць, робочих місць, проїздів будівельних машин і транспортних засобів, проходів для людей визначають небезпечні для людей зони, у межах яких постійно діють чи можуть потенційно діяти небезпечні виробничі фактори.

Небезпечні ділянки на будівельному майданчику позначаються знаками безпеки і відповідними написами, та поділяються на постійні або тимчасові.

До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів належать такі: поблизу неізольованих струмопровідних частин електроустановок; поблизу необгороджених перепадів заввишки 1,3 м і більше; у місцях переміщення машин і обладнання або їхніх частин і робочих органів; у місцях, де є шкідливі речовини, що перевищують гранично допустимі концентрації або діє шум, що перевищує гранично допустиму інтенсивність; у місцях, над якими переміщують вантажі вантажопідіймальними кранами.

Тимчасовими вважають небезпечні зони, що виникають під час проведення робіт протягом однієї робочої зміни (вибухові роботи, монтаж крана). Небезпечні зони і їхні межі визначають проектами організації будівництва і проектами виконання робіт, їх можна уточнювати безпосередньо на об'єктах у процесі будівництва.

Установлення меж небезпечних зон при різних видах і умовах робіт має велике значення, бо, як показує аналіз виробничого травматизму в будівництві, майже 20% нещасних випадків трапляється з робітниками, які перебувають у небезпечних зонах. На умови роботи в цих зонах треба звернути особливу увагу інженерно-технічним працівникам будівельних організацій.

Якщо окремі робочі місця розміщені на висоті (монтажники, покрівельники) то небезпечною зоною вважається ділянка, розташована внизу під робочим майданчиком, межі якого визначають горизонтальною проекцією майданчика, збільшеною по своєму контуру на безпечну величину $0,3 H$,

де H — висота, на якій ведуть роботи.

Межі небезпечних зон, де бувають ураження електричним струмом, залежать від напруги в електроустановках. Так, відстань, що визначає небезпечну зону від необгороджених неізольованих частин електроустановки (електрообладнання, кабелю і проводу) чи від вертикальної площини, що є проекцією на землю найближчого проводу, повітряної лінії електропередачі під напругою, повинна бути, м: при нарузі до 1 кВ — 1,5, 1...20 — 2, 35...110-4, 150...220 - 5, 330 — 6, 500...750 —9, 800кВ (постійного струму).

При земляних роботах небезпечною вважається зона в межах призми обвалення ґрунту плюс 1м. Під час підливних робіт найбільший радіус небезпечної зони визначають дією повітряної хвилі.

Межі небезпечних зон поблизу частин і робочих органів машин, що рухаються, становлять до 5 м.

Усі входи в будівлю мають бути захищені зверху щільним навісом завширшки не менше ширини входу з відстанню не ближче ніж 2 м від стіни будівлі.

Захисні огорожі розраховують на міцність, вони повинні мати висоту не менш як 1,1 м, а відстань між горизонтальними елементами - не більш як 0,45 м.

Щоб запобігти можливому падінню інструментів, матеріалів чи невеликих предметів, на перекритті треба встановити бортову дошку заввишки не менш як 0,15 м. Елементи конструкції захисних огорож повинні мати масу, яка не перевищує 20 кг. При встановленні й демонтажі захисних огорож освітленість у темні години доби має становити не менш як 30 Лк. Не допускається монтаж захисних огорож на висоті (у відкритих місцях), якщо сила вітру дорівнює 10 м/с і більше, а також під час великого снігопаду, зливи, грози і ожеледі.

Щоб знизити виробничий травматизм на будівельному майданчику, використовують огорожі для будівельних машин і обладнання. Вони повинні

бути якісними, мати просту конструкцію і легко встановлюватися. Такі огорожі захищають і рухомі частини будівельних машин, здебільшого вони

зблоковані з робочими частинами машин. Стаціонарною огорожею є кожухи візків баштових кранів, дискових циркулярних пилок, абразивних кругів на шліфувальних і гострильних верстатах, рубильників. До збірно-розбірних огорож належать інвентарні заввишки не менш як 1 м, якими обгороджують постійні небезпечні зони, та огорожі із стояків і натягнутого каната для тимчасових небезпечних зон. На огорожі через кожні 5... 10 м по довжині вивішують запобіжний напис «Небезпечна зона».

4.2 Цивільна оборона України в надзвичайних ситуаціях

Цивільна оборона України є складовою частиною соціальних та захисних заходів, які проводяться в мирний і воєнний час з метою захисту населення і народного господарства від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха і сучасних засобів ураження.

Цивільна оборона України організується за територіально-виробничим принципом на всій території і являє собою сукупність структур державного управління, підприємств, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони. Заходи цивільної оборони проводяться на всій території держави, як правило, заздалегідь, з врахуванням особливостей кожного району.

Основні завдання цивільної оборони:

- запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження і проведення заходів щодо зменшення збитків та втрат під час аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха;
- оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і воєнний час та постійне інформування його про наявну обстановку;
- захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та застосування засобів ураження;
- організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха та у воєнний час;
- створення систем аналізу і прогнозування управління, оповіщення і зв'язку;
- підготовка і перепідготовка керівного складу цивільної оборони, її органів управління та сил, навчання населення вмінню застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

Організаційна структура цивільної оборони України:

Кабінет Міністрів України постійно приділяє увагу розвитку цивільної оборони, підвищенню її ролі у захисті населення, підвищенню її значення, визначає основні принципи її побудови, характер і обсяг завдань, що вирішуються. Цивільна оборона організується за територіально-виробничим принципом.

Територіальний принцип полягає в організації цивільної оборони на території областей, міст і районів, сільських місцевостей відповідно до адміністративного поділу території. Згідно з цим, відповідальність на цих територіях несуть виконавчі органи влади, а начальниками цивільної оборони, які безпосередньо здійснюють керівництво цивільною обороною.

4.2.2 Забезпечення стійкості стадіону в умовах надзвичайних ситуацій

Під стійкістю роботи промислових підприємств (об'єктів) розуміють їх можливість в умовах надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу виробляти продукцію в запланованому обсязі і номенклатурі, а при слабких пошкодженнях відновлювати виробництво в мінімальні терміни. Під стійкістю роботи об'єктів, які не виробляють матеріальних цінностей, розуміють їх можливість виконувати свої функції в умовах надзвичайних ситуацій.

Фактори від яких залежить стійкість роботи об'єктів в надзвичайних ситуаціях:

- надійність захисту робітників і службовців;
- безпечність розташування об'єкту відносно зон можливих зруйнувань;
- можливість інженерно – технічного комплексу протистояти ударній хвилі будь якого вибуху і уражаючим діям ядерної зброї;
- надійність керування виробництвом, силами і засобами цивільної оборони;

Із перерахованих факторів впливають такі шляхи і засоби підвищення стійкості роботи промислових підприємств:

- нагромадження фондів захисних споруд і засобів індивідуального захисту;
- розширення шляхів сполучення і розвиток всіх видів транспорту;
- утворення матеріально – технічних резервів;
- підтримування сил цивільної оборони в постійній готовності.

Принципами стійкості роботи промислових підприємств (об'єктів) в надзвичайних ситуаціях є єдина нормативна і директивна база, яка включає:

- Конституцію України;
- Закон про цивільну оборону України;
- Положення по цивільній обороні;
- Нормативні документи по стійкості роботи об'єктів;
- Директиви начальника штабу ЦО України.

В дипломній роботі передбачається прибудова до існуючої будівлі адміністративно-побутового комплексу машинобудівельного заводу. Проектування виконувалось згідно вимог до стійкості функціонування об'єкту і передбачало наступні заходи:

- прибудована будівля 4-х поверхова, в плані прямокутної форми, що понижує парусність будівлі і збільшує стійкість до дії ударної хвилі;
- на території підприємства передбачені спеціальні будівлі для захисту працівників від аварій на АЕС, хімічно і вибухонебезпечних об'єктах, ядерної, хімічної, біологічної зброї та звичайних військових засобів ураження;
- в будівлі розміщені плани евакуації, встановлені таблички із зазначенням порядку виклику пожежної охорони, знаки місць розміщення первинних засобів пожежогасіння;
- територія підприємства забезпечена зовнішнім освітленням, яке забезпечує швидке знаходження пожежних драбин, протипожежного обладнання, евакуаційних виходів будинків і споруд;

- для підвищення стійкості до пожеж в будівлі використанні вогнестійкі конструкції (перекриття виготовлене з армованого бетону), а також вогнезахисна обробка горючих елементів;

- дороги на території об'єкту з твердим покриттям, що забезпечує зручний і найкоротший шлях між виробничими будівлями;

- для уникнення ураження хімічною і біологічною зброєю, на виробництві передбачені засоби індивідуального захисту (фільтруючі та ізолюючі протигази, респіратори, ватно–марлеві пов'язки, спеціальна ізолююча захисна одежа, а також медичні засоби захисту .

Висновок: з метою забезпечення стійкості роботи виробничих підприємств (об'єктів) в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу, повинен завчасно проводитись комплекс організаційних і інженерно-технічних заходів цивільної оборони, спрямованих на забезпечення захисту працівників і зменшення зруйнувань, а також підвищення стійкості роботи об'єкту.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено основні об'ємно-планувальні, архітектурні та конструктивні рішення стадіону.
2. Відповідно до визначених інженерно-геологічних умов будівництва, обрано тип фундаментів.
3. Виконано розрахунок основних несучих конструкцій стадіону.
4. Розроблено скінченно-елементну модель ребристо-кільцевого куполу.
5. За результатами скінченно-елементного експерименту встановлено, що елементом в якому відбувається найбільша концентрація нормальних сил є опорний контур куполу.
6. Розроблено заходи по охороні праці та цивільному захисту населення від впливу іонізуючого випромінювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В. 2.2-9-99 "Громадські будинки і споруди"-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 2000. – 34 с.
2. ДБН В.2.6.-31:2006 "Теплова ізоляція будівель"- К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 49 с.
3. Шерешевский И.А. "Конструирования гражданских зданий и сооружений"– Л.: Стройиздат, 1979. – 412 с.
4. Боярчук Б.А. Міцність, тріщиностійкість та деформації залізобетонних конструкцій при різних способах підсилення розтягнутої зони: автореф. дис...канд. техн. наук: 05.23.01 / Б.А. Боярчук // Львів, 2003. -20с.
5. Валовой М.О. Технологія підсилення балок та вплив повторного навантаження на тріщиностійкість та деформативність / М.О. Валовой // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць. – Рівне, 2012. – Вип. 23 – С. 456 – 462.
6. Валовой О.І. Ефективні методи реконструкції промислових будівель та інженерних споруд. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком "Будівництво" / О.І. Валовой // Кривий Ріг: Мінерал, 2003. –266с.
7. Вахненко П.В. Реконструкция сельскохозяйственных зданий и сооружений / П.В. Вахненко, В.П. Вахненко, Ю.Д. Гармаш, Е.В. Клименко и др. // К.: Урожай, 1993. – 276 с.
8. Вахненко П.Ф. Уточнення розрахунку міцності балок у похилому перерізі / П.Ф. Вахненко, В.В. Добрянська // Будівництво України, 1997. - №2. – с. 37 – 39.
9. Вашкевич Р.В. Міцність, деформативність, тріщиностійкість залізобетонних балок, відновлених після корозії / Р.В. Вашкевич // Дис...канд. техн. наук: 05.23.01 / Львів, 2005. -143с.

10. Вироби бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантажуванням. Правила оцінки міцності жорсткості та тріщиностійкості: ДСТУ Б В.2.6-7-95 (ГОСТ 8829-94). – К.: Укрархбудінформ, 1997. – 42 с.
11. Гвоздев А.А. К расчету прочности наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов / А.А. Гвоздев, А.С. Залесов // Бетон и железобетон. – 1978. – №11. – С. 38-39.
12. Гольшев А.Б. Проектирование усиленных несущих железобетонных конструкций производственных зданий и сооружений // А.Б. Гольшев, И.Н. Ткаченко. – К.: Логос, 2001. – 172 с.
13. Гольшев Б.А. Экспериментальные исследования железобетонных элементов при совместном действии изгибающего момента и поперечной силы / Б.А. Гольшев, В.И. Колчунов, Г.А. Смоляго // Исследования строительных конструкций и сооружений. – М., 1980. – С. 26-42.
14. ДБН В.2.6.-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування // Мінрегіонбуд України, Київ, 2009. – 97с.
15. ДБН В.3.1-1-2002. Ремонт і підсилення несучих та огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд. – К.: Держбуд України, 2003. –82с.
16. Довбенко В.С. Дослідження роботи залізобетонних балок, підсилених полімерною композицією при дії малоциклових навантажень / В.С. Довбенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць. – Рівне, 2011. – Вип. 22 – С. 787 – 794.
17. ДСТУ Б В.2.6-156: 2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування // Мінрегіонбуд України, Київ, 2010. – 166с.
18. Залесов А.С. Новый метод расчета прочности по наклонным сечениям / А.С. Залесов // Расчет и конструирование железобетонных конструкций. – НИИЖБ, 1977. – вып. 38. – 175 с.

19. Залесов А.С. Прочность железобетонных конструкций при действии поперечных сил /А.С. Залесов, Ю.А. Климов// Киев: Будывельник, –1989. – 104с.
20. Катруца Ю.А. Состояние и перспективы развития базальтофибробетона и конструкций на его основе / Ю.А.Катруца, П.П. Кривошеев, А.Н. Бамбура // Сб. Строительные конструкции. – Вып.47-48. – К., НИИСК. – 1995. – С.3-10.
21. Кваша В.Г. Міцність і деформативність залізобетонних мостових балок, підсилені неметалевою арматурою / В.Г. Кваша, І.В. Мельник, М.Д. Климпуш, О. Шевчик // Актуальні проблеми будівництва та інженерії довкілля: зб. наук. праць. – Львів: НУЛП, 2001.
22. Кваша В.Г. Реконструкція залізобетонного моста з підсиленням балок приклеєними вуглепластиками / В.Г. Кваша, І.В. Мельник, М.Д. Климпуш // Ресурсоекономні конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. Рівне: Видавництво РДТУ, 2003. – Випуск 10 – С. 267 – 275.
23. Кваша В.Г. Розрахунок міцності похилих перерізів залізобетонних балок, підсилені наклеєними композитами / В.Г. Кваша // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. Рівне, 2011. – Випуск 22 – С. 801 – 807.
24. Лозовский Д.А. Усиление железобетонных конструкций эксплуатируемых строительных сооружений. - Новополюцк: Изд-во Полоцкого гос. ун-та. 1998. – 240 с.
25. Мальганов А.И. Усиление железобетонных и каменных конструкций зданий и сооружений / А.И. Мальганов, В.С. Плевков, А.И. Полищук // Изд. Томского ун-та. - Томск. 1989 – 28 с.
26. Мельник І.В. Деформації зовнішньої композитної арматури при підсиленні залізобетонних балок / І.В. Мельник, А.Я. Мурин // Зб. наук. праць: механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій. – 2009. - №8. – С. 235-241.

27. Мельник І.В. Ефективність використання композитних матеріалів при підсиленні будівельних конструкцій / І.В. Мельник, Р.З. Добрянський, А.Я. Мурин // Збірник наукових праць третьої всеукраїнської науково-технічної конференції: науково-технічні проблеми сучасного залізобетону. – Львів, 2003. – С. 577-584.
28. Мельник С.В. Дослідження несучої здатності похилих перерізів залізобетонних балок, підсиленіх наклеєними вуглепластиковими матеріалами / С.В. Мельник // Зб. наук. пр. Полтавського нац. тех. ун-ту ім. Ю.Кондратюка. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава, 2012. – Вип. 2(32), Том 1. – С.151–158.
29. Мельник С.В. Розрахунок міцності похилих перерізів залізобетонних балок, підсиленіх вуглепластиковими матеріалами при однократному навантаженні / С.В. Мельник // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць. – Рівне, 2012. – Вип. 23 – С. 494 – 501.
30. Оныськив Б.Н. Прочность и деформативность базальтопластиковой арматуры. / Б.Н. Оныськив, В.И. Канюк // Вестник Львовского политехн. ин-та “Резервы прогресса в архитектуре и строительстве”. – №193. – Львов. – 1985. – С.71 – 74.
31. Расчет ширины раскрытия наклонных трещин / А.С. Залесов, А.Б. Голышев, В.Ф. Усманов, Ю.В. Максимов // Бетон и железобетон. – 1989. – №12. – С. 36 – 37.
32. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений // НИИСК Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1989. – 104 с.
33. Рекомендации по усилению железобетонных и каменных конструкций. – Полоцкий гос. ун-т. 1993. – 485 с.
34. Семенюк С.Д. Экспериментальные исследования работы усиленных железобетонных балок при малоцикловом нагружении / С.Д. Семенюк,

- Ю.Г. Болошенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць. – Рівне, 2011. – Вип. 22 – С. 841 – 850.
35. Смолянінов М.Ю. Використання акрилового полімеррозчину для підсилення та відновлення залізобетонних конструкцій / Л.М. Шутенко, М.С. Золотов, М.Ю. Смолянінов // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, 2005. – Вип. 33.– С. 137-142.
36. Смолянінов М.Ю. Підвищення міцності й тріщиностійкості залізобетонних елементів, підсилених акриловим полімеррозчином, при дії короткочасних статичних і багаторазових навантажень: дис.... канд. техн. наук / М.Ю. Смолянінов. – Харків, 2008. – 216с.
37. Чесноков, О.В. Дослідження взаємодії стержня з обплітальним матеріалом при трансверсальному армуванні композиційного матеріалу [Текст] / О.В. Чесноков, В.Б. Ігнат'єва // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов : сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Харьков, 2008. – Вып. 5 (56). – С. 39–48.
38. Тур В.В. Расчет железобетонных конструкций при действии перерезывающих сил: монография / В.В. Тур, А.А. Кондратчик // Брест: БГТУ, 2000. – 400с.
39. Чернявський В.Л. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами / В.Л. Чернявський, Ю.Г. Хаютин, Е.З. Аскельрод, В.А. Клевцов, Н.В. Фаткуллин. – М.: ООО «ИнтерАква», 2006. – 113 с.
40. Ігнат'єва В.Б. Аналіз способів посилення залізобетонних будівельних конструкцій / В.Б. Ігнат'єва, Н. В. Шинкляр // Логос: collection of scientific papers with proceedings of the International Scientific and Practical Conference: Scientific discoveries: projects, strategies and development, 25 October 2019, Edinburgh, Scotland, UK. - European Scientific Platform, 2019. - Vol. 3. – С. 128-130. Режим доступу:
<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/conferences/issue/view/2019-10-25/50>

41. Шагин А.Л. Реконструкция зданий и сооружений // А.Л. Шагин, Ю.В. Бондаренко, Д.Ф. Гончаренко, В.Б. Гончаров; Под ред. А.Л. Шагина: Учебное пособие для строительных специализованных вузов. - М.: Высшая школа, 1991. – 352 с.
42. Шевчик А. Новые материалы фирмы Sika для усиления дорожных и мостовых объектов // Научно-техническая конференция, посвященная 70-летию белорусской дорожной науки «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и мостов». – Минск. – 1998. – С.278–284.
43. Ігнат'єва В.Б. Аналіз способів поліпшення теплотехнічних характеристик при будівництві будівель / В.Б. Ігнат'єва, Е.О. Текін // ЛОГОС. Мистецтво наукової думки, 2019. - Vol. 3. – С. 97-100. Режим доступу: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2617-7064/article/view/306/293>
44. Ignatyeva, V. B. (2018). Window system with increased thermal protection properties. Ways to increase the efficiency of construction in the conditions of formation of market relations, (35), 44-49.
45. CSA A23.3-04, Design of Concrete Structures, Canadian Standards Association, Rexdale, Ontario, Canada, 2004.
46. Lagoda M. Wzmacnianie mostow przez doklejanie elementow / M. Lagoda // – Krakow: PK,2005. 322 p.
47. Radomski W. Nowe materialy w mostownictwie./ W. Radomski // XLV Konf. Naukowa KILiW PAN I KN PZITB Problemy naukowo-badawcze budownictwa. Mosty. – Krynica, 1999. – Том 6. – pp.281-302.
48. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Київ, 2012. – 7 с.
49. ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва.- К.: Держархітектурбуд, 2002.- 62с.
50. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”// Ковальчук Я.О., Крамар Г.М., Мещерякова О.М., Тернопіль, 2020. – 56 с.