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)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

магістра
(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **«Проект житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями із дослідженням металевого купола методом скінченних елементів»**

Виконав: студент VI курсу, групи МБм-61
спеціальності (напряму підготовки) 192
«Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

		Дідик Н.Б.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник		Конончук О.П.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль		Данильченко С.М.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент		
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2021

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
Кафедра Будівельної механіки
Освітній ступінь Магістр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
«_____» _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Дідик Назар Богданович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями із дослідженням металевого купола методом скінченних елементів

Керівник проекту (роботи) Конончук Олександр Петрович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « 24 » вересня 2021 року № 4/7 – 792

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 15.12.2021 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Нове будівництво житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями в місті Золочів Львівської області, фундаменти монолітна залізобетонна плита, несучий каркас – монолітний залізобетонний, перекриття та покриття виконано монолітним плоским, покрівля – металевий купол, колони –монолітні залізобетонні, фасад воконано скляним.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Об'ємно-планувальне рішення, архітектурно-конструктивне рішення, інженерні мережі, теплотехнічний розрахунок стінового огородження, сигналізація, збір навантаження на конструкції , розрахунок і конструювання збірно плити покриття, моделювання МСЕ фундаментної плити, розрахунок і конструювання фундаментної плити, моделювання МСЕ металевого куполу покриття із врахуванням всіх видів навантажень, дослідження впливу різних видів навантаження на роботу металевого куполу, визначення номенклатури та об'ємів робіт, калькуляція трудомісткості і затрат машинного часу, проектування будгенплану об'єкта, заходи з охорони праці, безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) Фасади, поверхові плани, розрізи в двох напрямках, схема розміщення елементів каркасу будівлі, конструктивні креслення збірної залізобетонно панелі покриття та схеми її армування, креслення монолітної фундаментної плити, конструктивні креслення сеталевого куполу, будівельний генеральний план, мета та задачі досліджень, розрахункова схема металевого куполу, результати чисельних розрахунків, висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Конончук О.П., к.т.н., доц.		
Охорона праці	Каспрук В.Б., к.т.н., доц.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С., ст. викл.		
Нормоконтроль	Данильченко С.М., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання 28.09.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Обґрунтування прийнятого рішення ТЕП. Архітектурно планувальне рішення ділянки.	30.09.2021	
2	Об'ємно-планувальне рішення. Конструктивні рішення.	05.10.2021	
3	Збір навантаження на конструкції будівлі.	10.10.2021	
4	Сатичний розрахунок несучих конструкцій.	15.10.2021	
5	Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика.	20.10.2021	
6	Збір навантажень на фундамент.	25.10.2021	
7	Розрахунок монолітної фундаментної плити.	30.10.2021	
8	Розрахунок та конструювання плити покриття.	05.11.2021	
9	Постановка мети та задач досліджень.	10.11.2021	
10	Моделювання МСЕ металевого куполу.	15.11.2021	
11	Конструюванн металевого куполу.	20.11.2021	
12	Опрацювання результатів розрахунку. Формулювання висновків.	25.11.2021	
13	Розробка будівельного генерального плану.	05.12.2021	
14	Розробка заходів з озорони праці при зведенні житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями.	10.12.2021	
15	Оцінка стійкості інженерно-технічного комплексу об’єкта будівництва до дії світлового випромінювання ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості.	15.12.2021	

Студент _____ Дідик Н.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ Конончук О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

		Ст.
	Вступ……	**6**
	Розділ 1. Архітектурно-будівельний ……..	**8**
1.1	Загальна характеристика будівлі ..……..	8
1.2	Рішення генплану …….....	9
1.3	Об’ємно-планувальне рішення ……..	9
1.4	Архітектурно-конструктивне рішення ……..	10
1.4.1	Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни …….	10
1.5	Інженерні мережі …….....	13
1.5.1	Опалення …….....	13
1.5.2	Вентиляція …….....	14
1.5.3	Водопостачання …….....	15
1.5.4	Каналізація ……...	16
1.5.5	Зовнішнє електропостачання, електроосвітлення та електрообладнання ……..	16
1.5.6	Телефонізація …….....	19
1.5.7	Пожежна сигналізація ……...	19
	**Висновки до розділу 1 ……... **	**20**
	**Розділ 2. Розрахунково-конструктивний …….. **	**21**
2.1	Розрахунок попередньо напруженої панелі покриття …….	21
2.1.1	Матеріали для проектування панелі ……..	21
2.1.2	Збір навантаження на панель …….....	21
2.1.3	Розрахунок плити панелі покриття П-7 …….....	23
2.1.4	Розрахунок поперечних ребер ……	26
2.1.5	Розрахунок поздовжніх ребер ……	28
2.1.6	Визначення втрат попереднього напруження в арматурі ……...	34
2.2	Розрахунок фундаментної плити ……...	36
	**Висновки до розділу 2 ……... **	**42**
	**Розділ 3. Науково-дослідний ……... **	**43**
3.1	Мета та задачі досліджень …….....	43
3.2	Побудова скінченноелементної моделі просторового покриття ……	43

Висновки до розділу 3 ……... 57

Розділ 4. Технологія і організація будівельного виробництва …. 58

4.1 Визначення номенклатури та об’ємів робіт ……. 58

4.2 Розробка калькуляції трудомісткості і затрат машинного часу …… 58

4.3 Вибір методів виконання робіт …….. 59

4.4 Підбір монтажних кранів …… 61

4.5 Визначення необхідності у транспортних засобах …….. 64

Висновки до розділу 4 ……... 64

Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях … 65

5.1 Актуальність вирішення питань охорони праці та аналіз об'єкту будівництва на предмет виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів ……..... 65

5.2 Основні нормативні вимоги безпеки при виконанні окремих видів робіт …….. 67

5.3 Оцінка стійкості інженерно-технічного комплексу об’єкта до дії світлового випромінювання ядерного вибуху ……..... 69

5.4 Розроблення та впровадження на об’єкті планів захисту вододжерел, продовольства, сировини, будівельних матеріалів …… 72

Висновки до розділу 5 ……... 74

Загальні висновки ……. 75

Бібліографія …… 76

ВСТУП

Актуальність теми роботи. За останні роки значно зросли обсяги будівництва багатоповерхових будівель з монолітного залізобетону. Будинки заввишки в 20-30 поверхів стають звичним явищем. Це призводить до того, що значна частина навантажень діє вже в процесі зведення будівлі, що вимагає забезпечення необхідного рівня якості всіх якісних показників конструкцій.

При проектуванні багатоповерхових будівель все частіше виникає потреба забезпечення їх архітектурної виразності. Одним із видів виразних архітектурних форм є просторові покриття, зокрема у вигляді куполів великих прольотів. Проте при проектуванні конструкцій таго типу, зазвичай виникають труднощі на етапі їх розрахунків, що потребують якісного підходу, зокрема із застосування сучасних прорамних комплексів.

Мета роботи: дослідження методом скінченних елементів роботи просторового покриття у вигляді металевого куполу житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями.

Для досягнення мети в роботі ставилися такі **задачі**:

- розробити скінченноелементну модель просторового покриття у вигляді металевого куполу для дослідження її роботи при дії різного роду навантажень;
- дослідити роботу скінченноелементної моделі металевого куполу покриття житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями під дією всіх зовнішніх впливів;
- виконати розрахунок та конструювання металевого каркасу просторового покриття у вигляді куполу.

Об'єкт досліджень: просторове покриття у вигляді металевого куполу.

Предмет дослідження: напружено-деформований стан металевого куполу.

Методи дослідження: метод скінченних елементів, теоретичні дослідження, теоретико-емпіричні розрахунки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності із науковою тематикою кафедри будівельної механіки

Тернопільського національного технічнго університету ім. Івана Пулюя.

Наукова новизна отриманих результатів:

- отримали подальший розвиток дослідження напружено-деформованого стану методом скінченних елементів просторового покриття у вигляді металевого куполу;

- отримано нові дані моделювання роботи несучого металевого каркасу просторового покриття у вигляді куполу.

Практичне значення отриманих результатів.

Отримані в роботі результати можуть бути використані проектними організаціями при проектування та конструюванні просторових покриттів з металевим каркасом.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на X Міжнародній науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 24 – 25 листопада 2021 р.

Публікації. Дослідження впливу різних видів навантаження на роботу каркасу будівлі методом скінченних елементів / О.П. Конончук, Н.Б. Дідик, М.В. Кейса, О.О. Копач // Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 24 – 25 листопада 2021 року — Т. : ТНТУ, 2021 — Том І. — С. 16-17.

Ключові слова. Метод скінченних елементів, металевий купол, напружено-деформований стан, розрахунок.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Загальна характеристика будівлі

Дана будівля запроектована як багатофункціональний комплекс з закладом торгівлі, плавальним басейном, офісними приміщеннями та житлом в м. Золочів, по вул. М.Кривоноса, 28, Золочівського району Львівської області.

Будівля характерна тим, що її призначення є багатофункціональним, тобто якщо брати до уваги комплекс в цілому, то проект виконаний із двох зблокованих об'ємів : 16-ти поверхового хрестовидного у плані об'єму циліндричного типу з офісними та житловими приміщеннями які трактуються як готельні номери для представницьких організацій, зарубіжних делегацій та двоповерховою частиною, де запроектовано басейн з побутовими приміщенями, масажною, тренажерними залами, фітнес-клубом, сауною, лазнею, кафе на 20 посадкових місць з літньою терасою, банківськими приміщеннями, 15,16-й поверхи - технічні.

Фасад даного комплексу є сучасним дизайнерським вирішенням європейського стилю із використанням новітніх оздоблювальних будівельних матеріалів, що й виділяє будівлю серед інших.

Хоча каркас комплексу виконаний із моноліту, але сам вигляд показує, що будівля є ніби скляною і дзеркальною.

Щоб будівля була ще більш виразнішою з точки зору сучасного дизайну, на верхній частині циліндру було запроектовано об'ємний купол каркасного типу.

Благоустрій і озеленення ділянки вирішені з зональним плануванням території на зони відпочинку господарського призначення та безпечні пішохідні зони при влаштуванні під'їздів до сходових кліток. Вільні ділянки максимально озеленюються газонами та посадкою декоративних дерев та кущів. Організація рельєфу території ділянки виконується, в цілому по майданчику, з врахуванням існуючої ситуації та з оптимальним балансом земляних робіт. Результатом планувальних рішень, атмосферні води відводяться по ухилу в прилягаючі вулиці, дотримані нормативні ухили під'їздів та проходів до будинку.

1.2 Рішення генплану

Проектом генерального плану передбачається планування території у відповідності з вимогами функціонального призначення об’єкта. Передбачені замощені під’їзди, підходи, стоянки для індивідуальних автомобілів.

Техніко-економічні показники по генплану:

1. Площа ділянки - 6999 м^2
2. Площа забудови - 1899 м^2
3. Площа мощення - 3777 м^2
4. Площа озеленення - 1323 м^2

1.3 Об’ємно-планувальне рішення

Багатофункціональний комплекс запроектовано для покращення системи обслуговування населення в приміській зоні та поселення зарубіжних делегацій в готельні номери.

Комплекс являє собою каркасну споруду, яка складається із двох об’ємів: 16-ти поверхового комплексу із підвальним приміщенням, і дво-поверхової прибудови з побутовими приміщеннями. 16-ти поверховий комплекс можна умовно розділити на два сектори: 1-й сектор (3-7 поверх - типові, запроектовані для адміністративних приміщень, офісного типу), 2-й сектор(8-14 поверх - типові, запроектовані для житлових приміщень, готельного типу), 15-16 поверхи запроектовані як технічні.

Перший та другий поверхи виконані як торгово-розважальні, де запроектовано басейн з побутовими приміщенями, масажною, тренажерними залами, фітнес-клубом, сауною, лазнями, кафе на 20 посадкових місць з літньою терасою, банківськими приміщеннями.

Для вирішення інженерного забезпечення комплексу передбачено в підвальній частині влаштування технічних приміщень - насосної, теплового пункту і також технічних приміщень для обслуговуючого персоналу.

1.4 Архітектурно-конструктивне рішення

1. Висота поверху : 3300 мм (3,3 м).
2. Висота приміщення: 3120 мм (3,12 м).
3. Розміри будівлі в осях: 43380 х44000 мм (43,38 х44,00 м).
4. Фундаменти: двоповерхової добудови – блочні із монолітною з/б подушкою, 16-типоверхового комплексу – фундаментна з/б плита.
5. Зовнішні стіни двоповерхової добудови: цегляні в = 510 мм із зовнішнім утеплювачем (напівжорсткі базальтові плити), перегородки цегляні в = 120мм, 250мм, 380мм.
6. Зовнішні стіни 16-типов. комплексу: залізобетонні колони товщиною в=400 мм, пінобетон в=300 мм із зовнішнім утеплювачем (напівжорсткі базальтові плити), перегородки цегляні в=120мм, 250мм, 380мм, залізобетонні товщиною в=250мм, 200мм.
7. Перекриття двоповерхової добудови : залізобетонні панелі перекриття.
8. Перекриття 16-типов. комплексу: монолітне.
9. Покрівля 2-пов.добудови: суміщеного типу - 2 шари руберойду на бітумній мастиці по залізобетонних панелях перекриття, ребристих панелях покриття.
10. Покрівля 16-типов. комплексу: армована цементно-піщана стяжка.
11. Підлоги: керамічна плитка, ламінат-паркет.
12. Зовнішнє оздоблення: навісні вентильовані фасади із композитного матеріалу типу «Алюкобонд».
13. Внутрішнє оздоблення: поліпшена штукатурка під шпаклівку та шпалери, керамічна плитка.

1.4.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

За [1] для будівництва в м. Золочів Золочівського р-ну зона вологості нормальна, режим вологості всередині приміщення – нормальний, тоді умови

експлуатації матеріалів конструкції – групи „Б”. Для Львова, згідно [2] температура найхолоднішої доби забезпеченістю 0,98 і 0,92 становить: $t_{х.д.}^{0,98} = -25^{o}C$, $t_{х.д.}^{0,92} = -24^{o}C$ і найхолоднішої п’ятиденки забезпеченістю 0,92 : $t_{5д.}^{0,92} = -19^{o}C$.

Для розрахунку взято пінобетонну стіну товщиною 300мм. яка зсередини поштукатурена вапняним розчином (Рис 1.1).

Стіна неоднорідна перпендикулярно до теплового потоку, отже виділимо характерний переріз перпендикулярно тепловому потоку:

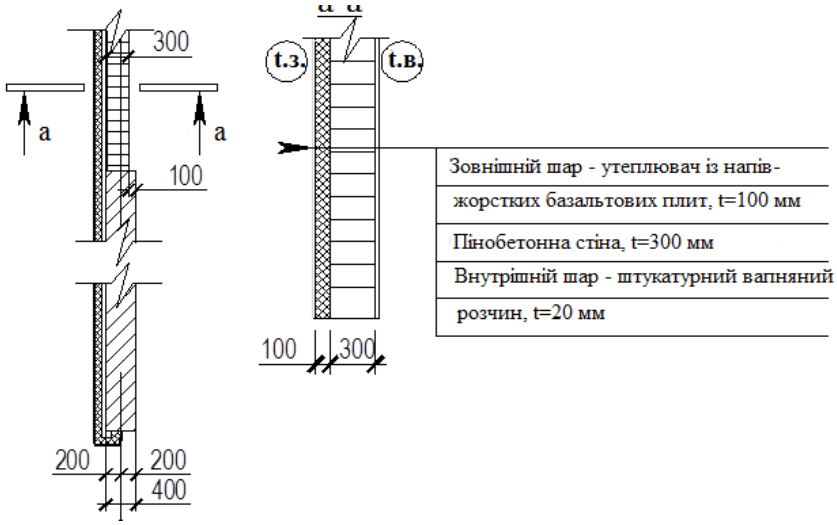

Рисунок 1.1 - Конструкція зовнішньої стіни

Таблиця 1.1 - До теплотехнічного розрахунку

Номер шару	Товщина шару, м	Теплофізичні характеристики для умов експлуатації „Б”		
		γ_0, кг/м^3	λ, Вт/(м^2·^{o}C)	S, Вт/(м^2·^{o}C)
1	0,1	350	0,11	1,72
2	0,3	1000	0,47	7,09
3	0,02	1800	0,93	11,09

Термічний опір окремих шарів конструкції в напрямі, перпендикулярному до теплового потоку:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,1}{0,11} = 0,90 \quad Вт/(м^{2}\cdot^{o}C);$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,30}{0,47} = 0,63 \quad Вт/(м^{2}\cdot^{o}C).$$

$$R_з = \frac{\delta_з}{\lambda_з} = \frac{0,02}{0,93} = 0,02 \quad Вт/(м^2 \cdot ^oС).$$

Загальний термічний опір конструкції:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 0.90 + 0.63 + 0.02 = 1,55 \ \textbf{Вт/(м}^2 \cdot ^o\textbf{С)}$$

Опір теплопередачі:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + R + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{8,7} + 1.55 + \frac{1}{23} = 1,70 \ \textbf{Вт/(м}^2 \cdot ^o\textbf{С).}$$

де $\alpha_в$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджуючої конструкції, $\alpha_з$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороджуючої конструкції, що приймаються згідно [1].

Для визначення розрахункової температури зовнішнього повітря визначаємо теплову інерцію *Д* огороджуючої конструкції.

$$Д = R_1 S_1 + R_2 S_2 + R_3 S_3 = 0.90 \cdot 1.72 + 0.63 \cdot 7.09 + 0.02 \cdot 11.09 = 6.22;$$

так як $Д \geq 6.22$ то розрахункова температура $t_з = t_{5д}^{0,92} = -19^o C$.

Необхідний опір теплопередачі:

$$R_o^н = \frac{n(t_в - t_з)}{\Delta t^н \alpha_п} = \frac{1 \cdot (18 - (-19))}{6 \cdot 8,7} = 0,71 \ \textbf{м}^2 \cdot ^o\textbf{С/Вт.}$$

де n = 1 (для стін) – коефіцієнт, який залежить від положення зовнішньої поверхні огороджуючої конструкції відносно зовнішнього повітря, береться з табл. 3 Сніп II-3-79*, $t_в = 18^o C$ – розрахункова температура повітря в примішенні, $t_з = -19^o C$ - – розрахункова температура зовнішнього повітря. $\Delta t^н = 6^o C$ – нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огороджуючої конструкції.

Фактичний опір теплопередачі

$$R_o = 0,97 \ \textbf{м}^2 \cdot ^o\textbf{С/Вт.} > R_o^н = 0,71 \ \textbf{м}^2 \cdot ^o\textbf{С/Вт.}$$

Різниця між цими величинами становить **27%.** Отже, переріз стіни задовільняє норми теплотехнічного розрахунку.

1.5 Інженерні мережі

Інженерні мережі даного комплексу розроблено з врахуванням наступних кліматичних даних:

- переважаючі вітри - північно-західні.
- температура зовнішнього повітря найбільш холодної доби – 24^0С.
- температура зовнішнього повітря найбільш холодної п’ятиденки – 19^0С
- середня температура опалювального періоду – $0,2\ ^0$С

Основні кліматичні дані місця будівництва прийняті в відповідності з [2].

1.5.1. Опалення

Опалення багатофункціонального комплексу передбачено від проектованої газової котельні. Теплоносій – вода з параметрами 95-70^{o}С.

Система опалення однотрубна, з нижньою розводкою і з насосною циркуляцією.

В приміщенні басейну запроектовано теплу підлогу та опалення при допомозі повітронагрівачів типу VOLKANO.

В якості нагрівальних приладів прийнято:

- в підвальних приміщеннях – регістри зі сталевих електрозварник труб;

- житлові, офісні та заклади торгівлі – алюмінієві панельні радіатори типу „ragall”.

Розводка трубопроводів на опалення та теплопостачання запроектована від котельні, через тепловий пункт, який знаходиться в підвалі. Прокладка трубопроводів прихована, в конструкції підлоги та стін. Всі приховані трубопроводи з поліпропілену прокласти в захисних трубах типу Peszel. Трубопроводи системи опалення, що прокладаються в каналах у підвальному приміщенні та трубопроводи теплопостачання калориферів вентсистем, підлягають ізоляції теплоізоляційними трубами типу TEHRMOFLEX, товщ. 9мм.

Трубопроводи системи опалення, що не підлягають теплоізоляції/стояки, підводки, замикаючі ділянки,/ після монтажу та гідравлічного випробування системи опалення пофарбувати олійною фарбою по грунті ГФ-021.

1.5.2. Вентиляція

Вентиляція приміщень будівлі - приточно-витяжна з механічним та частково природнім побудженням. Для забезпечення в приміщеннях необхідного повітрообміну передбачено приточно-витяжні системи, центральні кондиціонери, стінові провітрювачі типу «Аеропак», витяжні зонти в приміщенні кафе та в кухнях житлових приміщень.

В припливних системах застосовані блочні каркасно-панельні вентустановки фірми „ACIC", чеського виробництва.

У приміщенні басейну запроектована припливно-витяжна установка з блоком утилізації, локальними витяжними системами.

Вентиляція санвузлів, душових, та інших допоміжних приміщень передбачено виконати локальними витяжними системами, а санвузлів та ванних кімнат житлової частини - природня, через решітки у вентканалах.

На випадок пожежі передбачено проти димний захист будівлі системою аварійного димовидалення обладнаною вентиляторами димовидалення та підпору повітря марки ВДРВД, які встановлюються у венткамерах технічного поверху та на покрівлі будинку. Вентилятори системи підпору та димовидалення працюють попарно: В4-П8;В2-П9;В3-П10;В8-П11.Нормальний стан вентиляторів – не ввімкнений. Вентиляторні агрегати протидимного захисту повинні вмикатися в роботу автоматично по сигналу пожежної автоматики, або при натисканні однієї із поверхових кнопок, розташованих в шафах для пожежних кранів.

Видалення диму відбувається через димові клапани у каналах димовидалення у разі виникнення пожежі. Ввімкнення клапана відбувається автоматично, від пожежної сигналізації. Час відкривання клапана – не більше 5 секунд. Нормальний стан клапана – закритий.

Монтаж вентустановок та їх систем необхідно здійснювати у відповідності з інструкцією по монтажу заводу-виробника спеціалізованою монтажною організацією.

Монтажні роботи по влаштуванню систем опалення та вентиляції проводити у відповідності з [3], та інших діючих норм.

1.5.3. Водопостачання

Водопостачання багатофункціонального комплексу передбачено від існуючої міської мережі господарсько-питного та протипожежного водопостачання діаметром 600мм. Проектом передбачено два вводи водопроводу діаметром 150 мм кожний. Напір у точці підключення –25м.

Внутрішня система господарсько-питного та протипожежного водопостачання запроектована з сталевих водогазопровідних оцинкованих труб , згідно [4]. Зовнішня мережа господарсько-питного та протипожежного водопостачання – з пластикових напірних поліетиленових труб, згідно [5].

Для внутрішнього пожежегасіння ,у насосній станції протипожежного та господарсько-питного водопостачання встановлені підвищувальні насоси марки GRUNDFOS CR 45-4 A-F-A-V HQQV(один робочий, один резервний).Подача води - 36м³/год, напірно - 75м. Запроектовано також установку підвищення тиску на три насоси для господарсь- питного водопостачання марки GRUNDFOS Hydro Multi-F 3 CRE 15 -7(2- робочих, один резервний), подача одного насосу 18м³/год, напір – 75м.

Зовнішнє пожежегасіння передбачено від двох запроектованих пожежних гідрантів, які встановлені на запроектованій кільцевій мережі господарсько – питного протипожежного водопостачання діаметром 160мм, з витратами 35л/с.

Система запроектована для забезпечення гарячою водою умивальників, мийок, душів. Джерело гарячого водопостачання централізоване, від котельні.

1.5.4. Каналізація

Система побутової каналізації запроектована для відводу стоків від санвузлів у зовнішню мережу побутової каналізації, яка виконується з пластикових каналізаційних труб.

Внутрішня мережа – прийнята з чавунних каналізаційних труб, згідно [6].

Система виробничої каналізації запроектована для відводу стоків від мийок у зовнішню мережу побутової каналізації. Внутрішня мережа прийнята з чавунних каналізаційних труб , згідно [6].

Система запроектована для відводу дощових вод з покрівлі проектованого будинку. Внутрішня мережа дощової каналізації прийнята з сталевих водогазопровідних труб, згідно [4].

Для очистки вода забирається з дна басейну, а також з переливної ємкості і насосами направляється на фільтрувальну установку і після очистки подається в басейн.

Підігрів рециркуляційної води здійснюється щвидкісними теплообмінниками, які використовують в якості теплоносія води від котлів.

Знезараження води в басейні прийнято гіпохлоритом натрію від датчика залишкової дози хлору в басейні 0,3 – 0,5 Мг/л.

Для підтримання водневого показника води pH 7,2 – 7,4 використовується реагенний бінатрій сульфат.

1.5.5 Зовнішнє електропостачання, електроосвітлення та електрообладнання

Електропостачання багатофункціонального комплексу запроектовано згідно ТУ№18-799/06 від РУ-0,4кВ двотрансформаторної підстанції КТП-2х630 кВА. Для вводу і розподілу електроенергії по напрузі 0,4кВ, в електрощитовій комплексу передбачається установка двох ввідно-розподільчих пристроїв ВРП 1, ВРП 2, укомплектованих щитами типу ЩО99. Ввідно-розподільчі пристрої ВРП

1, ВРП 2 живляться від різних секцій КТП-2х630 кабельними лініями, які запроектовані кабелями АВБбШв і прокладаються в траншеї. Облік електроенергії передбачається лічильниками.

По ступеню надійності електропостачання споживачі комплексу відносяться до I та II категорії.

Живлення електроприймачів комплексу здійснюється від розподільчих шаф з автоматичними вимикачами на вводах і підходящих лініях.

Основними споживачами електричної енергії комплексу є електродвигуни сантехвентиляції, димовидалення, підпору повітря, насосних установок пожежегасіння та протипожежного водопостачання, ліфтів. Крім того споживачами електричної енергії є технологічне та холодильне обладнання закладу торгівлі та комп'ютерна техніка офісних приміщень.

В якості пуско-захисної апаратури для вентустановок і насосних установок, прийняті магнітні пускачі типу ПМЛ.

Проектом передбачено автоматичне відключення обмінної вентиляції і автоматичне включення установок димовидалення і підпору повітря при виникненні пожежі(від сигналу приладу ППС).

Мережа живлення і розподільча мережа виконується кабелями ВВТ, проводами ПВ, які прокладаються в коробах по будівельних конструкціях, а також у стіні, сховано у штрабах і каналах.

Для захисту обслуговуючого персоналу від попадання під напругу, небезпечну для життя, передбачено занулення електрообладнання , згідно ПУЕ.

За влаштуванням захисту від ураження блискавкою, будівля відноситься до III категорії, згідно [7]. Блискавкозахист здійснюється шляхом використання металевого куполу будівлі для приєднання його, у чотирьох місцях, до струмопроводів, в якості яких використовується арматура залізобетонних конструкцій(колон) .В якості заземлювачів – залізобетонна плита. При виконанні робіт по приєднанню повинен бути неперервний електричний зв'язок у з´єднаннях конструкцій і арматури, який виконується зваркою.

Згідно [8], на вводі у будівлю виконати систему зрівнювання потенціалів. Всі доступні доторканню відкриті струмопровідні частини корпусів шаф електрообладнання, стаціонарно прокладених трубопроводів вентиляції ,водопроводу, каналізації, кабельних конструкцій, металевих частин будівельних конструкцій, блискавкозахисту, опалення, повинні бути підключені до додаткової системи зрівнювання потенціалів.

Проектом передбачено робоче і аварійне (евакуаційне) освітлення. Напруга мережі освітлення 380/220В ,напруга на цоколях ламп – 220В.Крім того ,у деяких приміщеннях, передбачено понижену напругу 12В І 36В, для освітлення і виконання ремонтних робіт. Мінімальні величини освітленості приміщень комплексу прийняті у відповідності з вимогами [9] і [10]. Для розподілу електроосвітлення в комплексі прийнято : в офісних приміщеннях, закладах торгівлі та басейні – щитки типу УШ,НШ; у житлових приміщеннях – щитки типу ЩЕК.

Мережа електроосвітленя запроектована:

- мережі живлення – проводом ПВ у вінілопластикових трубах, що прокладаються відкрито по стінах підвалу і в каналах(штабах) стін;

- групові мережі – кабелем ВВГ, сховано під штукатурку по стінах, по стелі – у трубах замонолічених у перекриття, а також у коробах.

Світлотехнічне обладнання заземлюється шляхом приєднання його до нульового захисного РЕ провідника.

Передбачено захист розеточних ліній офісних приміщень пристроями захисного відключення (ПЗВ). Установка пристроїв захисного відключеня (ПЗВ) передбачається у квартирних щитках ЩЕК.

Управління освітленням здійснюється вимикачами по місцю, на сходових клітках -вимикачами з витримкою часу.

1.5.6 Телефонізація

Телефонізація будинку запроектована згідно ТУ від кросу АТС-28 по вул.Шевченка, 37 кабелями ТППЕПЗ 100х2х0,5 по існуючій та новозбудованій телефонній каналізації. Згідно п.2 ТУ в кросі АТС-28 передбачена установка двох кабельних боксів 100х2.

Ввід телефонної мережі передбачений кабелями марки ТППЕПЗ в азбесто-цементній трубі діаметром 100мм. Отвір для вводу передбачений в будівельній частині проекту.

Від вводу до виходу в стояк телефонний кабель по підвалу прокладається в вініпластових трубах діаметром 63 мм. Труби кріпляться по стінах скобами.

Вертикальна прокладка телефонного кабеля виконується в вініпластових трубах діаметром 32 мм, які прокладаються в штрабах.

Телефонні розподільні коробки встановлюються в електрослабострумних шафах типу ЩЭК. Шафи ЩЭК встановлюються в нішах, передбачених на кожному поверсі сходової клітки. Абонентські проводки до телефонних апаратів прокладаються телефонним проводом відкрито по стінах.

1.5.7 Пожежна сигналізація

Пожежна сигналізація запроектована на базі станції пожежної сигналізації EST3, сповіщувачів димових адресних оптичних ЕА3ОЕ-2,аналогових теплових сповіщувачів ЕА20Е-3, сповіщувачів ручних адресних ЕА785-2.

Установку адресних димових сповіщувачів передбачено виносною світловою індикацією за підвісною стелею, де прокладено більше 5-ти кабелів чи проводів.

Система автоматичної установки пожежної сигналізації (АУПС) адресного типу запроектована на основі кільцевих шлейфів (петель).Такий кільцевий шлейф автоматично перетворюється у 2 радіальних шлейфи з безперебійним функціонуванням всіх сповіщувачів при обриві.

Станція пожежної сигналізації забезпечує :

- цілодобове чергування з визначенням стану системи „Пожежа” та „Несправність”;
- видачу інформації про точне місце виникнення пожежі;
- автоматичне відключення вентиляції;
- автоматичне включення системи оповіщення про пожежу по напрямках;
- автоматичний запуск системи димовидалення та підпору повітря ;
- автоматичну видачу сигналу на ПЦН міста по радіомоніторингу;
- переведення ліфтів у режим „Пожежа”;
- включення системи водяного пожежегасіння по напрямках.

Мережа АУПС запроектована кабелем КОПВ 1Х2Х0,8 відкрито, по будівельних конструкціях і за підвісною стелею.

Висновки до розділу 1

1. Прийняті основні об’ємно-планувальні рішення житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями в місті Золочеві Львіської області. З огляду на прийняті об’ємно-планувальні рішення, підібрано конструкції та матеріали з яких буде виготовлено будівельний об’єкт.
2. Розроблено схему та підібрано параметри інженерних мереж необхідних для нормального функціонування об’єкту.
3. Виконано теплотехнічний розрахунок стінового огородження для забезпечення максимального енергозбереження об’єкту.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Розрахунок попередньо напруженої панелі покриття

2.1.1 Матеріали для проектування панелі

Плита запроектована з важкого бетону класу В20. Для даного класу бетону коефіцієнт умов роботи $\gamma_{b2}=0,9$; $R_b=11,5\cdot0,9=10,35МПа$; $R_{bt}=0,9\cdot0,9=0,81МПа$; $R_{b,ser}=15МПа$; $R_{bt,ser}=1,4МПа$; $E_b=24\cdot10^3МПа$.

Напружувана арматура поздовжніх ребер класу Ат-V ($R_s=680МПа$; $R_{s,ser}=785МПа$; $E_s=19\cdot10^4МПа$).

При класі бетону В20 діаметр арматури не повинен перевищувати 18мм.

Робоча поздовжня арматура поперечних ребер – із сталі класу А400С (при $d\geq10мм$ $R_s=365МПа$).

Сітка плити, поперечна та монтажна арматура ребер класу Вр-І (при $d=3мм$ $R_s=375МПа$; при $d=4мм$ $R_s=365МПа$; $R_{sw}=265МПа$; при $d=5мм$ $R_s=360МПа$; $R_{sw}=260МПа$; $E_s=17\cdot10^4МПа$).

В панелі покриття допускається утворення тріщин. Спосіб попереднього напружування арматури електротермічний автоматизований на упори форми.

Попереднє напруження без урахування втрат прийнято $\sigma_{sp}=550МПа$.

Бетон підлягає тепловій обробці.

Обтискування бетону здійснюється при передавальній його міцності $R_{bp}=16МПа>11МПа>0,5\cdot20=10МПа$.

2.1.2 Збір навантаження на панель

Підрахунок навантажень на покриття наведено в табл. 2.1 з урахуванням коефіцієнта надійності щодо призначення $\gamma_n=0,95$.

Таблиця 2.1 - Збір навантажень на панель покриття

Вид навантаження	Навантаження при γ_f=1 кН/м^2	γ_f>1	Навантаження при γ_f>1 кН/м^2
П о с т і й н е			
Шар гравію на мастиці	0,15	1,3	0,195
Трьохшарова рулонна покрівля	0,1	1,3	0,13
Асфальтова стяжка 20мм (ρ=18кН/м^3) 18·0,02·0,95	0,34	1,3	0,44
Утеплювач (пінобетонні плити) – 100мм (ρ=5,5кН/м^3) 0,55·0,1·0,95	0,05	1,3	0,065
Пароізоляція	0,05	1,3	0,065
Р а з о м	≈1,15	1,1	≈1,5
Панель покриття з бетоном замонолічування	1,5	1,4	1,65
В с ь о г о	***g_n=2,65***	1,2	***g=3,15***
Т и м ч а с о в е (короткочасне)			
Снігове (С=1) для II району 0,7·0,95	***v_n=0,67***		***v=0,94***
Зосереджене ***F*** від робітника з інструментом (враховується тільки при розрахунку власне плити та поперечних ребер) 1·0,95	0,95		≈1,15

Таблиця 2.2– Підрахунок навантаження на 1м панелі

Вид навантаження	Навантаження при γ_f=1, кН/м	γ_f >1	Навантаження при γ_f>1, кН/м
П о с т і й н е			
Панель покриття з бетоном замонолічування	1,5·3=4,5	1,1	*g_1= 4,95*
Ізоляційний килим	1,15·3=3,45	1,3	4,49
Разом	*g_n=7,92*		*g=9,41*
Т и м ч а с о в е (короткочасне)			
Снігове	*v_n*=0,67·3=*2,01*	1,4	*v=2,81*
Повне навантаження	*q_n=9,93*		*q=12,22*

2.1.3 Розрахунок плити панелі покриття П-7

Плита панелі – це багатопролітна однорядна плита, що обкантована ребрами. Середні ділянки защемлені з чотирьох сторін, а крайні - защемлені з трьох сторін і вільно опираються на торцеві ребра.

Плита панелі армується однією зварною сіткою, яку укладають посередині її товщини.

Розрахункові прольоти у просвіті:

- для середніх ділянок:

$$l_{01}=150-9=141см=1,41м;$$

$$l_{02}=298-2(1,5+10,5)=274см=2,74м;$$

$$l_{02}/l_{01}=274/141=1,94<3;$$

- для крайніх ділянок:

$$l_{01}=148,5-1-17,5-9/2=125,5см=1,255м;$$

$$l_{02}=274см=2,74м;$$

$$l_{02}/l_{01}=274/125,5=2,18<3.$$

Розрахункове постійне навантаження на 1 м^2, включаючи масу плити товщиною 30мм:

$$g=1,5+0.03\cdot25\cdot1,1\cdot0,95=2,3кН/м^2,$$

де 25кН/м^3 – об'ємна вага важкого бетону.

Розрахункові згинальні моменти визначаємо для двох комбінацій завантаження:

1. Від дії постійного та тимчасового (снігового) навантаження.

Умова рівноваги

$$\frac{(g+v)l_{01}^2}{12}(3l_{02}-l_{01})=\left(2M_1+M_I+M_I^{'}\right)l_{02}+\left(2M_2+M_{II}+M_{II}^{'}\right)l_{01}$$

Розглядаємо спочатку середні ділянки. Приймаємо таке співвідношення між моментами:

$$\frac{M_2}{M_1}=0,4;\ \mathrm{M}_1=M_I=M_I^{'};\ \mathrm{M}_2=M_{II}=M_{II}^{'}=0,4M_{1.}$$

Тоді умову рівноваги можна записати так

$$\frac{(g+v)l_{01}^2}{12}(3l_{02}-l_{01})=(4l_{02}+1{,}6l_{01})M_1.$$

Звідки

$$M_1=\frac{(2{,}3+0{,}94)1{,}41^2(3\cdot 2{,}74-1{,}41)}{12(4\cdot 2{,}74+1{,}6\cdot 1{,}41)}=0{,}28\,{кНм}/{м}.$$

Розглядаємо крайні ділянки. Приймаємо теж саме співвідношення між моментами і враховуємо, що на торцевому ребрі $M_1=0$.

Умову рівноваги можна записати так

$$\frac{(g+v)l_{01}^2}{12}(3l_{02}-l_{01})=(3l_{02}+1{,}6l_{01})M_1;$$

$$M_1=\frac{(2{,}3+0{,}94)1{,}255^2(3\cdot 2{,}74-1{,}255)}{12(3\cdot 2{,}74+1{,}6\cdot 1{,}255)}=0{,}29\,{кНм}/{м}.$$

2. Від дії постійного і тимчасового зосередженого навантаження від ваги робітника з інструментом.

Умова рівноваги

$$\frac{gl_{01}^2}{12}(3l_{02}-l_{01})+F\frac{l_{01}}{2}=\left(2M_1+M_I+M_I^{'}\right)l_{02}+$$
$$+\left(2M_2+M_{II}+M_{II}^{'}\right)l_{01}.$$

Співвідношення між моментами таке ж, як і при комбінації I.

Для середніх ділянок

$$M_1=\frac{\frac{gl_{01}^2}{12}(3l_{02}-l_{01})+F\frac{l_{01}}{2}}{4l_{02}+1{,}6l_{01}}=\frac{\frac{2{,}3\cdot 1{,}41^2}{12}(3\cdot 2{,}74-1{,}41)+1{,}15\frac{1{,}41}{2}}{4\cdot 2{,}74+1{,}6\cdot 1{,}41}=$$
$$=0{,}25\,{кНм}/{м}.$$

Для крайніх ділянок:

$$M_1=\frac{\frac{gl_{01}^2}{12}(3l_{02}-l_{01})+F\frac{l_{01}}{2}}{3l_{02}+1{,}6l_{01}}=\frac{\frac{2{,}3\cdot 1{,}255^2}{12}(3\cdot 2{,}74-1{,}41)+1{,}15\frac{1.255}{2}}{3\cdot 2{,}74+1{,}6\cdot 1{,}255}=$$
$$=0{,}27\,{кНм}/{м}.$$

Таким чином розрахунковою є комбінація I. Площу арматури визначаємо за максимальним моментом для крайніх ділянок.

Враховуючи прийняті співвідношення між моментами, отримаємо:

$$M_1 = M_I = 0{,}29\,кНм/м;$$
$$M_2 = M_{II} = M_{II}^{©} = 0{,}4 \cdot 0{,}29 = 0{,}12\,кНм/м.$$

Підбираючи перерізи арматури плит, надопорні моменти, що визначені розрахунком, зменшують:

в перерізах крайніх прольотів та на перших проміжних опорах на 10%, тобто множать на коефіцієнт 0,9;

в перерізах середніх прольотів на 20%.

Арматура, що розташована вздовж панелі.

Робоча висота перерізу плити у разі розташування сітки посередині плити і діаметрі арматури 4мм

$$h_0 = \frac{h}{2} - \frac{d}{2} = \frac{30}{2} - \frac{4}{2} = 13мм.$$

Для заданих класів бетону та арматури з таблиць визначаємо $\xi_R=0{,}627$.

Обчислюємо величину

$$\alpha_m = \frac{0{,}9M_1}{R_b b h_0^2} = \frac{0{,}9 \cdot 0{,}29 \cdot 10^6}{10{,}35 \cdot 1000 \cdot 13^2} = 0{,}149.$$

За таблицями $\xi=0{,}161<\xi_R=0{,}627$ і менше ніж максимальне значення оптимальної відносної висоти стиснутої зони бетону для плит $\xi_{opt}=0{,}2$.

За цими ж таблицями коефіцієнт $\zeta=0{,}919$.

Площа перерізу арматури

$$A_{s1} = \frac{0{,}9M_1}{R_s \zeta h_0} = \frac{0{,}9 \cdot 0{,}29 \cdot 10^6}{370 \cdot 0{,}919 \cdot 13} = 59\,мм^2/м.$$

Приймаємо арматуру ∅4Вр-I з кроком 200мм, з площею перерізу $A_{s1} = 63\,мм^2/м > 59\,мм^2/м$. Коефіцієнт армування

$$\mu = \frac{A_{s1}}{b h_0} = \frac{59}{1000 \cdot 13} = 0{,}0045 > \mu_{\min} = 0{,}0005.$$

Арматура, що розташована поперек панелі.

Робоча висота перерізу плити при діаметрі арматури 3мм

$$h_0 = \frac{30}{2} - \frac{3}{2} = 13{,}5мм.$$

Далі розрахунок виконуємо аналогічно попередньому:

$$\alpha_m = \frac{0{,}9 \cdot 0{,}12 \cdot 10^6}{10{,}35 \cdot 1000 \cdot 13{,}5^2} = 0{,}057; \xi < \xi_R \text{ очевидно.}$$

За таблицями $\zeta=0{,}969$. $A_{s2} = \frac{0{,}9 \cdot 0{,}12 \cdot 10^6}{375 \cdot 0{,}969 \cdot 13{,}5} = 22\, мм^2/м$.

Приймаємо арматуру ∅3Вр-І з кроком 200мм, з площею перерізу $A_{s2} = 35{,}3\, мм^2/м > 22\, мм^2/м$. Коефіцієнт армування:

$$\mu = \frac{22}{1000 \cdot 13{,}5} = 0{,}0016 > \mu_{\min} = 0{,}0005.$$

Остаточно для армування плити приймаємо сітку $\frac{4Bp-1-200}{3Bp-1-200}\, 2970 \times 5950.$

2.1.4 Розрахунок поперечних ребер

Розраховуємо середнє поперечне ребро, як таке, що найбільш завантажене.

Розрахунковий проліт приймаємо рівним відстані у просвіті між поздовжніми ребрами:

$$l_0 = l_{02} = 274см.$$

Розрахункове навантаження на ребро складається з навантаження від власної ваги ребра та навантаження на плиту, зібраного із ширини $l_1 = 1{,}5м$.

Маса 1 м поперечного ребра з урахуванням $\gamma_n = 0{,}95$

$$g_1 = \frac{0{,}05 + 0{,}09}{2}(0{,}15 - 0{,}03)25 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 = 0{,}22\, кН/м.$$

Навантаження від маси плити та ізоляційного килиму

$$g_2 = 2{,}3 \cdot 1{,}5 = 3{,}45\, кН/м.$$

Розрахункове снігове навантаження

$$s = 0{,}94 \cdot 1{,}5 = 1{,}4\, кН/м.$$

Комбінація І – зусилля від розрахункового постійного та снігового навантаження:

$$M = \frac{(g_1 + g_2 + s)l_0^2}{8} - \frac{(g_2 + s)l_1^2}{24} = \frac{(0{,}22 + 3{,}45 + 1{,}4)2{,}74^2}{8} - \frac{(3{,}45 + 1{,}4)1{,}5^2}{24} = 4{,}25 кНм;$$

$$Q = \frac{(g_1 + g_2 + s)l_0}{2} - \frac{(g_2 + s)l_1}{4} = \frac{(0{,}22 + 3{,}45 + 1{,}4)2{,}74}{2} - \frac{(3{,}45 + 1{,}4)1{,}5}{4} = 5{,}1 кН.$$

Комбінація II – зусилля від постійного та зосередженого (вага робітника з інструментом) навантаження:

$$M = \frac{(g_1 + g_2)l_0^2}{8} + \frac{g_2 l_1^2}{24} + F\frac{l_0}{5} = \frac{(0{,}22 + 3{,}45)2{,}74^2}{8} + \frac{3{,}45 \cdot 1{,}5^2}{24} + 1{,}15\frac{2{,}74}{5} = 3{,}7 кНм$$

(враховано часткове защемлення ребра при визначенні моменту від зосередженого навантаження);

$$Q = \frac{(g_1 + g_2)l_0}{2} - \frac{g_2 l_1}{4} + F = \frac{(0{,}22 + 3{,}45)2{,}74}{2} + \frac{3{,}45 \cdot 1{,}5}{4} + 1{,}15 = 4{,}8 кН$$

(при визначенні поперечної сили зосереджене навантаження розташоване над опорою).

Таким чином розрахунковою за згинальним моментом та за поперечною силою є комбінація I.

Поперечне ребро висотою *h=150мм* працює у стиснутій зоні разом з плитою товщиною $h_f^{'} = 30 мм.$ Відношення $h_f^{'}/h = 3/15 = 0{,}2 > 0{,}1$, отже розрахункова ширина полиці таврового перерізу

$$b_f^{'} = \frac{1}{3}l_0 + b = \frac{1}{3}2740 + 90 = 1002 мм.$$

Робоча висота ребра при арматурі діаметром 12мм

$$h_0 = h - a = 150 - \left(15 + \frac{12}{2}\right) = 129 мм,$$

де 15 мм – захисний шар бетону.

Для заданих класів бетону та арматури з таблиць визначаємо $\xi_R = 0{,}628$.

Умова

$$M = 4{,}25 \cdot 10^6 Нмм < R_b b_f^{'} h_f^{'}\left(h_0 - 0{,}5h_f^{'}\right) = 10{,}35 \cdot 1002 \cdot 30(129 - 0{,}5 \cdot 30) = 36{,}8 \cdot 10^6 Нмм$$

виконується, тобто нейтральна вісь пересікає полицю і розрахунковий переріз – прямокутник з шириною $b_f^{'} = 1002 мм.$

Визначаємо величину

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b_f' h_0^2} = \frac{4{,}25 \cdot 10^6}{10{,}35 \cdot 1002 \cdot 129^2} = 0{,}0247.$$

За таблицями $\xi=0{,}025<\xi_R=0{,}628;\ \zeta=0{,}988.$

Площа перерізу поздовжньої арматури

$$A_s = \frac{M}{R_s \zeta h_0} = \frac{4{,}25 \cdot 10^6}{365 \cdot 0{,}988 \cdot 129} = 91{,}3 мм^2.$$

Коефіцієнт армування

$$\mu = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{91{,}3}{70 \cdot 129} = 0{,}0101 > \mu_{\min} = 0{,}0005.$$

Приймаємо у нижній зоні ребра 1∅12А400С, $A_s=113{,}1мм^2>91{,}3мм^2$.

Підберемо поперечну арматуру у каркасі ребра.

Розподілене навантаження

$$q_1 = g_1 + g_2 + s/2 = 0{,}22 + 3{,}45 + 1{,}4/2 = 4{,}37\ кН/м\ (Н/мм).$$

Оскільки

$$q_1 < q_0 = 0{,}16\varphi_{b4}(1+\varphi_n)R_{bt}b = 0{,}16 \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}81 \cdot 70 = 13{,}6\ Н/мм,$$

то довжина проекції найнебезпечнішого нахиленого перерізу

$c=2{,}5h_0=2{,}5\cdot129=322{,}5мм$.

Коефіцієнт $\varphi_{b4}=1{,}5$ (для важкого бетону), а коефіцієнт $\varphi_n=0$, тому що відсутня поздовжня стискувальна сила.

Перевіряємо необхідність постановки поперечної арматури за розрахунком

$$Q = Q_{\max} - q_1 c = 5100 - 4{,}37 \cdot 322{,}5 = 3690н < Q_b = = \frac{\varphi_{b4}(1+\varphi_n)R_{bt}bh_0^2}{c} =$$

$$= \frac{1{,}5 \cdot 1 \cdot 0{,}81 \cdot 70 \cdot 129^2}{322{,}5} = 4390H$$

тобто поперечну арматуру встановлюємо тільки з конструктивних міркувань. Приймаємо поперечні стержні з дроту класу Вр-І діаметром 4мм з кроком 75мм.

2.1.5 Розрахунок поздовжніх ребер

Розрахунковий проліт ребра між осями опор

$$l_0 = 5{,}97 - 2 \cdot 0{,}05 = 5{,}87“,$$

де 0,05м – відстань від осі опори до торця панелі.

Підрахунок навантаження на 1м панелі наведено в табл.Б.4 з урахуванням даних табл. Б.3.

Зусилля у поздовжніх ребрах:

від повного навантаження при $\gamma_f > 1$:

$$M = \frac{ql_0^2}{8} = \frac{12{,}22 \cdot 5{,}87^2}{8} = 52{,}0 кНм;$$
$$Q = \frac{ql_0}{2} = \frac{12{,}22 \cdot 5{,}87}{2} = 35{,}9 кН;$$

від повного навантаження при $\gamma_f = 1$:

$$M = \frac{q_n l_0^2}{8} = \frac{9{,}93 \cdot 5{,}87^2}{8} = 42{,}7 кНм;$$
$$Q = \frac{q_n l_0}{2} = \frac{9{,}93 \cdot 5{,}87}{2} = 29{,}1 кН;$$

від постійного навантаження g_n при $\gamma_f = 1$:

$$M = \frac{g_n l_0^2}{8} = \frac{7{,}92 \cdot 5{,}87^2}{8} = 34{,}1 кНм;$$
$$Q = \frac{g_n l_0}{2} = \frac{7{,}92 \cdot 5{,}87}{2} = 23{,}2 кН.$$

Розрахунок нормальних перерізів поздовжніх ребер на міцність

Поперечний переріз панелі зводимо до таврового і в розрахунок вводимо ширину плити зверху, помножену на коефіцієнт 0,65, що враховує нерівномірний розподіл стискувальних напружень по ширині тонкої полиці

$$b_f^{©} = (2980 - 2 \cdot 15)0{,}65 = 1918 мм.$$

Робоча висота ребра при діаметрі арматури 14мм та товщині захисного шару 20мм

$$h_0 = h - a = 300 - \left(20 + \frac{14}{2}\right) = 273 мм.$$

Коефіцієнт

$$\varpi = \alpha - 0{,}008 R_b = 0{,}85 - 0{,}008 \cdot 10{,}35 = 0{,}767.$$

Напруження при електротермічному способі натягування

$$p = 300 + \frac{90}{l} = 30 + \frac{90}{6} = 45 МПа,$$

тут $l=6м$ – довжина стержня, що натягується.

Коефіцієнт

$$\Delta\gamma_{sp} = 0{,}5\frac{p}{\sigma_{sp}}\left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}}\right) = 0{,}5\frac{45}{550}\left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 0{,}07$$

($n_p=2$ – попередньо прийняте число стержнів напружуваної арматури у двох поздовжніх ребрах).

Оскільки $\Delta\gamma_{sp} = 0{,}07 < 0{,}1$, то приймаємо $\Delta\gamma_{sp}=0{,}1$.

Втрати попереднього напруження від деформації анкерів

$$\sigma_3 = \frac{\Delta l}{l} E_s = \frac{3{,}35}{6000} 19 \cdot 10^4 = 106 МПа,$$

де $\Delta l = 1{,}25 + 0{,}15d = 1{,}25 + 0{,}15 \cdot 14 = 3{,}35мм$ (тут $d=14мм$ – попередньо прийнятий діаметр поздовжньої робочої арматури).

Втрати попереднього напруження від деформації сталевої форми $\sigma_5 = 30МПа$ (при відсутності даних про форму).

Попереднє напруження в напружуваній арматурі до обтискування бетону при коефіцієнті точності натягу $\gamma_{sp}<1$ та з урахуванням втрат σ_3 і σ_5

$$\sigma_{sp1} = \sigma_{sp}\left(1 - \Delta\gamma_{sp}\right) - \sigma_3 - \sigma_5 = 550(1 - 0{,}1) - 108 - 30 = 359 МПа.$$

Напруження

$$\Delta\sigma_{sp} = 1500\frac{\sigma_{sp1}}{R_s} - 1200 = 1500\frac{359}{680} - 1200 < 0.$$

Приймаємо $\Delta\sigma_{sp}=0$.

Попереднє напруження в арматурі при невідомому значенні повних втрат для обчислення напруження σ_{sR} приймаємо

$$\sigma_{sp} = 0{,}6R_s = 0{,}6 \cdot 680 = 408 МПа.$$

Напруження

$$\sigma_{sR} = R_s + 400 - \sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp} = 680 + 400 - 408 - 0 = 672 МПа.$$

При коефіцієнті $\gamma_{b2}=0{,}9$ напруження $\sigma_{sc,u}=500МПа$.

Гранична відносна висота стиснутої зони

$$\xi_R = \frac{\omega}{1+\frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}}\left(1-\frac{\omega}{1{,}1}\right)} = \frac{0{,}767}{1+\frac{672}{500}\left(1-\frac{0{,}767}{1{,}1}\right)} = 0{,}545.$$

Умова

$$M = 52{,}6\cdot 10^6\ Нмм < R_b b_f^{'} h_f^{'}\left(h_0 - 0{,}5h_f^{'}\right) = 10{,}35\cdot 1918\cdot 30(273 - 0{,}5\cdot 30) = 154\cdot 10^6\ Нмм$$

виконується, тобто нейтральна вісь пересікає полицю, а розрахунковим перерізом буде прямокутник з шириною $b_f^{'} = 1918мм$ та висотою *300мм*.

Величина

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b_f^{©} h_0^2} = \frac{52{,}0\cdot 10^6}{10{,}35\cdot 1918\cdot 273^2} = 0{,}035.$$

За таблицями $\xi = 0{,}036 < \xi_R = 0{,}545;\ \zeta = 0{,}982.$

Обчислюємо коефіцієнт умов роботи

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1)\left(2\frac{\xi}{\xi_R} - 1\right) = 1{,}15 - (1{,}15 - 1)\left(2\frac{0{,}036}{0{,}545} - 1\right) = 1{,}41,$$

де η*=1,15* для арматури класу Ат–V.

Оскільки $\gamma_{s6} = 1{,}41 > \eta = 1{,}15$, то приймаємо γ_{s6}*=1,15*.

Необхідна площа перерізу поздовжньої попередньо напружуваної арматури

$$A_{sp} = \frac{M}{\zeta\gamma_{s6}R_s h_0} = \frac{52{,}0\cdot 10^6}{0{,}982\cdot 1{,}15\cdot 680\cdot 273} = 250мм^2.$$

Коефіцієнт армування

$$\mu = \frac{A_{sp}}{bh_0} = \frac{250}{180\cdot 273} = 0{,}0051 > \mu_{\min} = 0{,}0005.$$

Приймаємо попередньо напружувану арматуру поздовжніх ребер

2∅14Ат-V (по одному стержню у кожному ребрі) з площею поперечного перерізу $A_{sp} = 308мм^2 > 250мм^2$.

Розрахунок на міцність нахилених перерізів поздовжніх ребер

Розрахунок виконуємо аналогічно до розрахунку на міцність нахилених перерізів поперечного ребра.

Робоча висота перерізу ребра при прийнятому армуванні поздовжньою арматурою діаметром 18 мм та товщині захисного шару 20 мм становить $h_0=273мм$.

Розподілене навантаження

$$q_1 = g + \frac{v}{2} = 9{,}41 + \frac{2{,}81}{2} = 10{,}82\ кН/м\ (Н/мм).$$

Оскільки

$$q_1 = 10{,}82\ н/мм < q_0 = 0{,}16\varphi_{b4}(1+\varphi_n)R_{bt}b = 0{,}16\cdot 1{,}5(1+0{,}313)0{,}81\cdot 180 = 45{,}94\ Н/мм,$$

то приймаємо довжину проекції $c = 2{,}5h_0 = 2{,}5\cdot 273 = 682{,}5мм.$

Тут коефіцієнт

$$\varphi_n = 0{,}1\frac{P}{R_{bt}bh_0} = 0{,}1\frac{124700}{0{,}81\cdot 180\cdot 273} = 0{,}313 < 0.5,$$

де зусилля обтискування P прийнято при орієнтовному значенні сумарних втрат $\sigma_l=100МПа$ та коефіцієнті $\gamma_{sp}<1$, тобто

$$P = \gamma_{sp}(\sigma_{sp} - \sigma_l)A_{sp} = (1-0{,}1)(550-100)308 = 124700Н.$$

Перевіряємо необхідність постановки поперечної арматури за розрахунком

$$Q = Q_{\max} - q_1 c = 35900 - 10{,}82\cdot 682{,}5 = 28520н < Q_b =$$
$$= \frac{\varphi_{b4}(1+\varphi_n)R_{bt}bh_0^2}{c} = \frac{1{,}5(1+0{,}313)0{,}81\cdot 180\cdot 273^2}{682{,}5} = 31360Н,$$

тобто поперечна арматура встановлюється тільки за конструктивними вимогами.

Приймаємо поперечні стержні із дроту класу Вр-І діаметром 4 мм з кроком 150 мм.

Геометричні характеристики зведеного перерізу панелі

Переріз панелі зводимо до еквівалентного таврового.

Площа перерізу бетону:

$$A = \sum_{i=1}^{n} A_i = b_f^{©}h_f^{©} + b(h - h_f^{©}) = 2950\cdot 30 + 180\cdot 270 = 137100мм^2.$$

Площа перерізу усієї поздовжньої арматури, що пересікає поперечний переріз панелі: 2∅14 А800С ($A_{sp}=308мм^2$); 2∅5Вр-1 ($A_s=39{,}2мм^2$) – нижня поздовжня арматура каркасів двох поздовжніх ребер; 2∅5Вр-І та 16∅4Вр-І

($A_s^{'}$=39,2++201,6=240,8мм^2) – верхні стержні каркасів двох поздовжніх ребер та арматура плити панелі.

Тоді

$$A_{sp} + A_s + A_s^{'} = 308 + 39{,}2 + 240{,}8 = 588 мм^2.$$

Оскільки

$$0{,}008A = 0.008 \cdot 137100 = 1097 мм^2 > 588 мм^2,$$

то геометричні характеристики зведеного перерізу панелі спрощено визначаємо без урахування поздовжньої арматури.

Площа зведеного перерізу

$$A_{red} = A = 137100 мм^2.$$

Статичний момент зведеного перерізу відносно нижньої його грані

$$S_{red.oo} = b_f^{'} h_f^{'} \left(h - \frac{h_f^{'}}{2} \right) + b\left(h - h_f^{'}\right)\frac{h - h_f^{'}}{2} =$$

$$= 2590 \cdot 30\left(300 - \frac{30}{2} \right) + 180(300 - 30)\frac{300 - 30}{2} = 3178 \cdot 10^4 мм^3.$$

Відстань від центра ваги зведеного перерізу до його нижньої грані

$$y_0 = \frac{S_{red,oo}}{A_{red}} = \frac{3179 \cdot 10^4}{137100} = 231{,}8 мм.$$

Момент інерції зведеного перерізу відносно його центра ваги

$$I_{red} = \frac{b_f^{'}\left(h_f^{'}\right)^2}{12} + b_f^{'} h_f^{'}\left(h - y_0 - \frac{b_f^{'}}{2} \right)^2 + \frac{b\left(h - h_f^{'}\right)^2}{12} +$$

$$+ b\left(h - h_f^{'}\right)\left(y_0 - \frac{h - h_f^{'}}{2} \right)^2 == \frac{2950 \cdot 30^2}{12} + 2950 \cdot 30\left(300 - 231{,}8 - \frac{30}{2} \right)^2 +$$

$$+ \frac{180(300 - 30)^2}{12} + 180(300 - 30)\left(231{,}8 - \frac{300 - 30}{2} \right)^2 =$$

$$= 1008 \cdot 10^6 мм^4.$$

Момент опору зведеного перерізу для крайнього нижнього волокна

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{1008 \cdot 10^6}{231{,}8} = 4348 \cdot 10^3 мм^3.$$

Момент опору зведеного перерізу для крайнього нижнього волокна з урахуванням непружних деформацій бетону

$$W_{pl} = \gamma W_{red} = 1{,}75 \cdot 4348 \cdot 10^3 = 7609 \cdot 10^3 \, мм^3,$$

де γ*=1,75* – табличний коефіцієнт.

Момент опору зведеного перерізу для крайнього верхнього волокна

$$W_{pl}^{©} = \frac{I_{red}}{h - y_0} = \frac{1008 \cdot 10^6}{300 - 231{,}8} = 1478 \cdot 10^4 \, мм^3.$$

Момент опору зведеного перерізу для крайнього верхнього волокна з урахуванням непружних деформацій бетону і полицею в розтягнутій зоні (b_f*=2950мм*). За таблицями при $\frac{b_f}{b} = \frac{2950}{180} = 16{,}4 > 2$ тт $\frac{\mathrm{h_f}}{\mathrm{h}} = \frac{3}{30} = 0{,}1 < 0{,}2$ коефіцієнт γ''*=1,5*.

Тоді

$$W_{pl}^{'} = \gamma^{'} W_{red}^{'} = 1{,}5 \cdot 1478 \cdot 10^4 - 2217 \cdot 10^4 \, мм^3.$$

2.1.6 Визначення втрат попереднього напруження в арматурі

Перевіряємо відповідність до рекомендованих нормами умов прийняте значення попереднього напруження σ_{sp} при коефіцієнті γ_{sp}*=1*:

$$\sigma_{sp} + p = 550 + 45 = 595 МПа < R_{s,ser} = 785 МПа;$$
$$\sigma_{sp} - p = 550 - 45 = 505 МПа > 0{,}3 R_{s.ser} = 0{,}3 \cdot 785 = 236 МПа.$$

Умови виконуються.

Від релаксації напружень стержньової арматури при електротермічному способі натягування

$$\sigma_1 = 0{,}03 \sigma_{sp} = 0{,}03 \cdot 550 = 16{,}5 МПа.$$

Від температурного перепаду при агрегатно-потоковій технології виготовлення панелі

$$\sigma_2 = 0,$$

(температурного перепаду не має, тому що арматура та форма нагріваються одночасно).

Від деформації анкерів

$$\sigma_3 = 0,$$

тому що ці втрати враховують при визначенні повного видовження арматури.

Від тертя арматури за обгинальні пристрої

$$\sigma_4 = 0,$$

тому що арматура прямолінійна.

Від деформації сталевої форми

$$\sigma_5 = 0,$$

тому що ці втрати враховують при визначення повного видовження арматури.

Для визначення втрат від швидконапливаючої повзучості бетону обчислюємо ряд величин.

Зусилля попереднього обтискування з урахуванням втрат $\boldsymbol{\sigma_1 - \sigma_5}$

$$P = A_{sp}\left(\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_4 - \sigma_5\right) = 308(550 - 16{,}5) = 164{,}3 \cdot 10^3\, H.$$

Ексцентриситет прикладання зусилля P відносно центра ваги зведеного перерізу

$$e_{sp} = y_{sp} = y_0 - a_s = 231{,}8 - \left(20 + \frac{14}{2}\right) = 204{,}8 мм.$$

Стискувальні напруження в бетоні на рівні центра ваги арматури A_{sp}

$$\sigma_{bp} = \frac{P}{A_{red}} + \frac{Pe_{sp}\, y_{sp}}{I_{red}} = \frac{164{,}3 \cdot 10^3}{137100} + \frac{164{,}3 \cdot 10^3 \cdot 204{,}8 \cdot 204{,}8}{1008 \cdot 10^6} = 8{,}04\, МПа\ .$$

Те саме, для крайнього верхнього волокна

$$\sigma_{bp}^{©} = \frac{P}{A_{red}} - \frac{Pe_{sp}\left(h - y_0\right)}{I_{red}} = \frac{164{,}3 \cdot 10^3}{137100} - \frac{164{,}3 \cdot 10^3 \cdot 204{,}8(300 - 231{,}8)}{1008 \cdot 10^6} < 0 - розтяг$$

Оскільки

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{8{,}04}{16} = 0{,}503 < \alpha = 0{,}25 + 0{,}025 R_{bp} = 0{,}25 + 0{,}025 \cdot 16 = 0{,}65 < 0{,}8$$

то втрати від швидконапливаючої повзучості

$$\sigma_6 = \frac{34\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{34 \cdot 8{,}04}{16} = 17{,}1 МПа.$$

$$\sigma_6^{'} = 0 \cdot \text{рЦ}\ \sigma_{bp}^{'} < 0.$$

Перші втрати:

$$\sigma_{l1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6 = 16{,}5 + 17{,}1 = 33{,}6 МПа.$$

Другі втрати:

Від усадки важкого бетону класу В20, що підданий тепловій обробці при атмосферному тиску, за таблицями норм

$$\sigma_8 = \sigma\backslash' = 35 МПа.$$

Уточнюємо стискувальні напруження, врахувавши момент від власної ваги панелі M_g, зусилля попереднього обтискування P_1 та втрати σ_{l1} при $\gamma_{sp}=1$,

$$M_g = \frac{g_1.l_0^2}{8} = \frac{4{,}47 \cdot 5{,}87^2}{8} = 19{,}3 кНм;$$

$$P_1 = A_{sp}\left(\sigma_{sp} - \sigma_{l1}\right) - \sigma_s A_s == 308(550 - 33{,}6) - 17{,}1 \cdot 39{,}2 = 1584 \cdot 10^2 H;$$

$$\sigma_{bp1} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 e_{0p} y_{sp}}{I_{red}} - \frac{M_g y_{sp}}{I_{red}} = \frac{1584 \cdot 10^2}{137100} + \frac{1584 \cdot 10^2 \cdot 204{,}8 \cdot 204{,}8}{1008 \cdot 10^6} - \frac{193 \cdot 10^5 \cdot 204{,}8}{1008 \cdot 10^6} = 3{,}83 МПа.$$

2.2 Розрахунок фундаментної плити

Одним з головних завдань при проектуванні будівель та споруд є технічна та економічна доцільність влаштування основ та фундаментів з урахуванням специфічних природних умов району будівництва.

Особливе значення тут має більш точне врахування особливостей інженерно-геологічних процесів кожного будівельного майданчика, а також правильний вибір типу фундаменту на базі варіантного проектування.

Згідно з світовою статистикою, 80% усіх аварій будівель і споруд відбуваються через різні недоліки і помилки при проектуванні, будівництві та експлуатації основ та фундаментів. Витрати на усунення цих негативних явищ, як правило, набагато вищі за початкову вартість будівництва. Виходячи з наведених факторів, можна сформувати дві групи завдань які стоять перед сучасним будуванням, з одного боку, зниження вартості і матеріаломісткості основ і фундаментів, а з іншого – підвищення їх надійності.

Для багатофункціонального комплексу запроектовані наступні типи фундаментів: двоповерхової добудови – блочні із монолітною з/б подушкою, 16-типоверхового комплексу – фундаментна з/б плита.

У даному розділі розрахована фундаментна залізобетонна плита 16-типоверхового комплексу.

Розрахунок фундаментної плити виконуємо у ПК МОНОМАХ 4.5.

Геометричні характеристики плити наведені в таблиці 2.3, характеристика матеріалів плити – в табл. 2.4.

Результати розрахунку у формі таблиці переміщень вузлів наведені в табл. 2.5.

Результати розрахунку у формі графічних зображень переміщень наведені на рис. 2.3.

Таблиця 2.3 - Геометричні характеристики плити

Контур Плиты (Толщина плиты 110.00 cm)								
Точка	X(cm)	Y(cm)	Точка	X(cm)	Y(cm)	Точка	X(cm)	Y(cm)
1	-95.00	2895.00	2	2895.00	2895.00	3	2895.00	705.00
4	2095.00	705.00	5	2095.00	-95.00	6	705.00	-95.00
7	705.00	705.00	8	-95.00	705.00			

Таблиця 2.4 - Характеристика матеріалів плити

Характеристики материалов	
Класс бетона	B12.5
Вид бетона	- тяжелый
Расчетное сопротивление бетона на сжатие	76.5
Модуль упругости бетона	214000
Класс продольной арматуры (вдоль X)	A400C
Расчетное сопротивление продольной арматуры на растяжение	3750
Модуль упругости арматуры	2e+006
Класс продольной арматуры (вдоль Y)	A400C
Расчетное сопротивление продольной арматуры на растяжение	3750
Модуль упругости арматуры	2e+006
Класс поперечной арматуры	A400C
Расчетное сопротивление поперечной арматуры на растяжение	3000
Модуль упругости арматуры	2e+006
Объемный вес	2.5
Жесткость упругого основания грунта на сжатие:	200
Жесткость упругого основания грунта на сдвиг:	2000
Расстояние до центров тяжести арматуры:	
от нижней грани	2
от верхней грани	2

Таблиця 2.5 - Переміщення вузлів плити

Перемещения (экстремумы)							
№узла	X (cm)	Y (cm)	Перемещение Z (mm)	№узла	X (cm)	Y (cm)	Перемещение Z (mm)
6	705.0	-95.0	-328.016571	43	1898.3	2396.7	-321.382904
Перемещения. Максимальное перемещение (узел 6): --0.328017							
№узла	X (cm)	Y (cm)	Перемещение Z (mm)	№узла	X (cm)	Y (cm)	Перемещение Z (mm)
3	2895.0	705.0	-325.254150	2	2895.0	2895.0	-322.875183
5	2095.0	-95.0	-326.939301	4	2095.0	705.0	-325.079041
7	705.0	705.0	-326.024628	6	705.0	-95.0	-328.016571
9	403.3	2895.0	-322.926331	8	-95.0	705.0	-326.320190

Перемещения (экстремумы)							
№узла	X (cm)	Y (cm)	Перемещение Z (mm)	№узла	X (cm)	Y (cm)	Перемещение Z (mm)
11	1400.0	2895.0	-322.038330	10	901.7	2895.0	-322.516937
13	2396.7	2895.0	-322.415649	12	1898.3	2895.0	-321.919739
15	2895.0	2019.0	-323.349487	14	2895.0	2457.0	-323.147736
17	2895.0	1143.0	-324.543640	16	2895.0	1581.0	-323.773438
19	2095.0	305.0	-326.062256	18	2495.0	705.0	-325.308502
21	1168.3	-95.0	-327.928558	20	1631.7	-95.0	-327.519012
23	305.0	705.0	-326.368225	22	705.0	305.0	-327.117065
25	-95.0	1581.0	-324.627960	24	-95.0	1143.0	-325.497620
27	-95.0	2457.0	-323.682922	26	-95.0	2019.0	-324.061829
29	1400.0	901.7	-324.730865	28	1400.0	403.3	-325.633606
31	901.7	1400.0	-323.801208	30	403.3	1400.0	-323.876678
33	1898.3	1400.0	-323.077240	32	1400.0	1400.0	-323.333344
35	403.3	1898.3	-322.860687	34	2396.7	1400.0	-322.949554
37	1400.0	1898.3	-322.252441	36	901.7	1898.3	-322.665161
39	2396.7	1898.3	-321.991333	38	1898.3	1898.3	-321.921661
41	901.7	2396.7	-321.990723	40	403.3	2396.7	-322.174713
43	1898.3	2396.7	-321.382904	42	1400.0	2396.7	-321.620667
45	0.0	0.0	0.000000	44	2396.7	2396.7	-321.509033

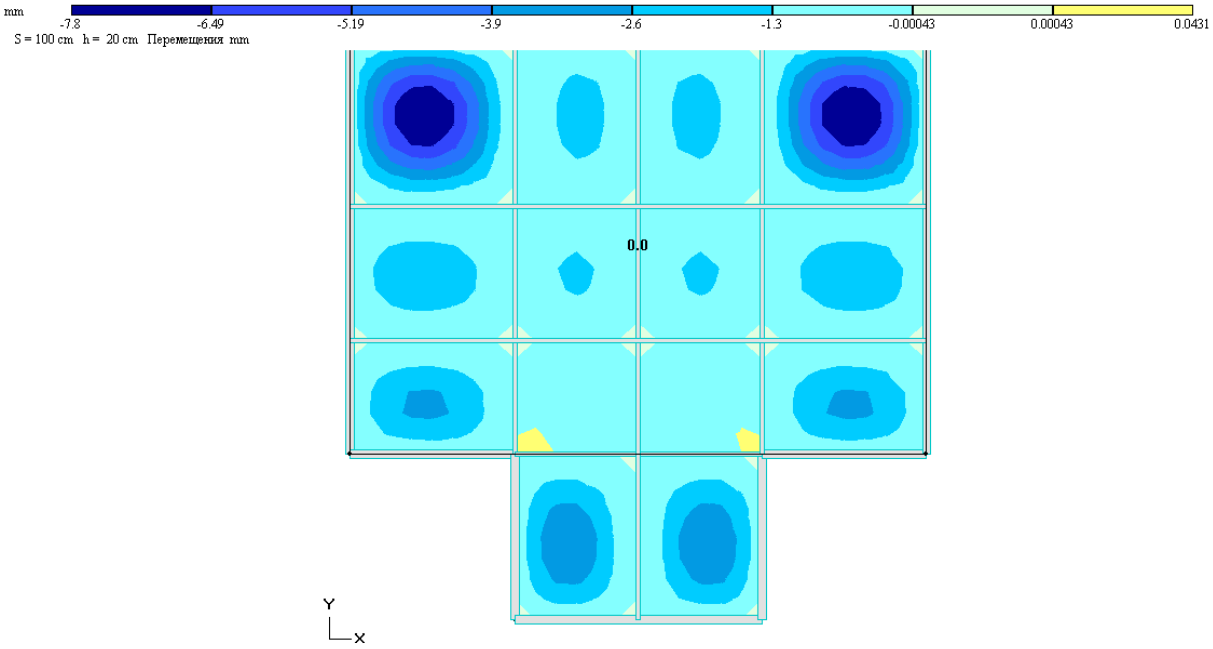

Рис. 2.1 - Переміщення

Результати розрахунку у формі підбору арматури наведені на рис. 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7.

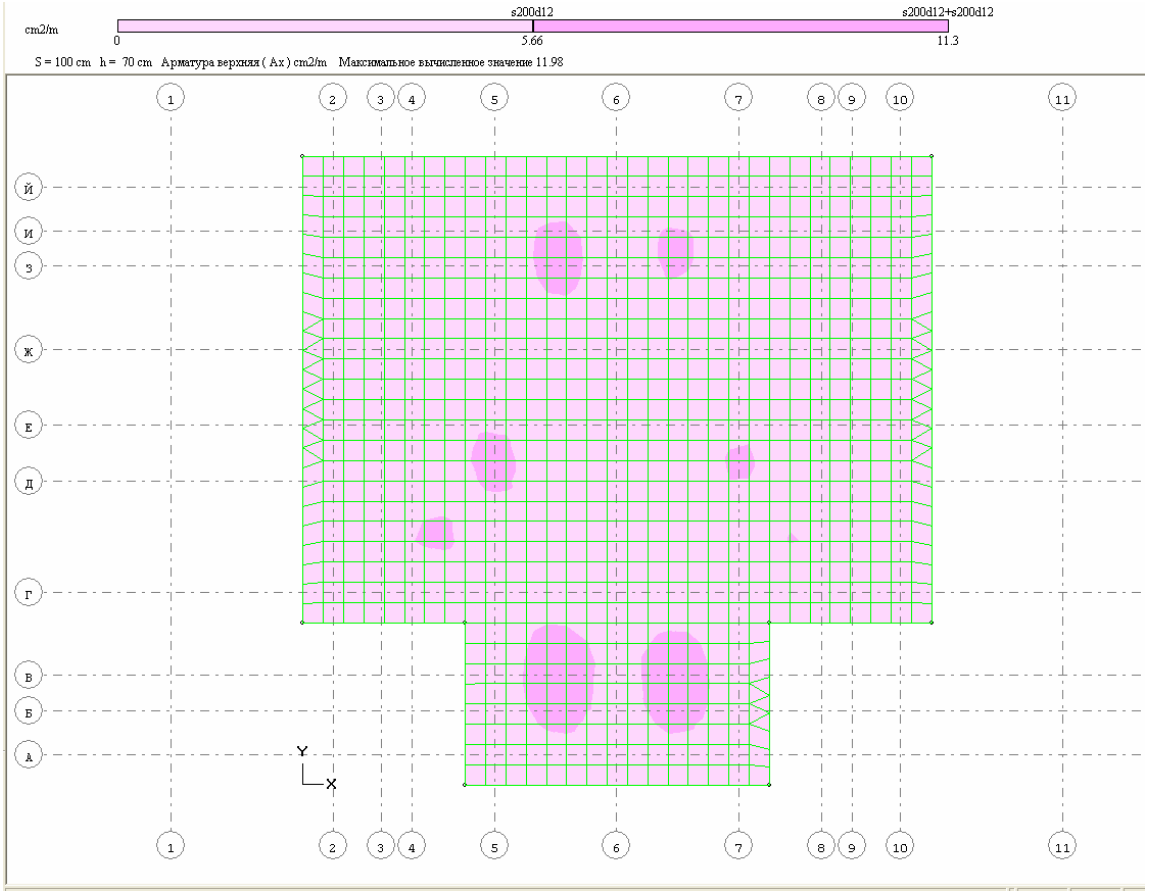

Рис.2.2 - Верхня арматура (Ax)

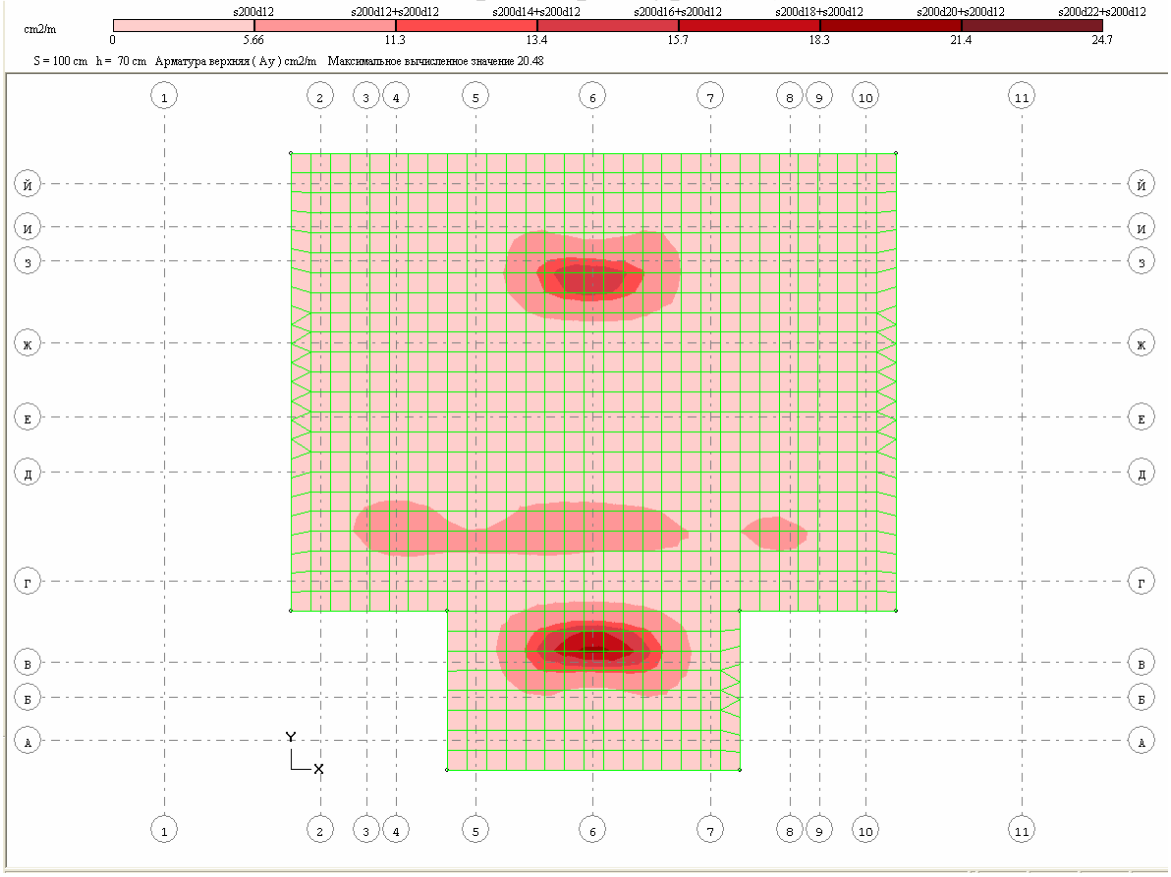

Рис.2.3 - Верхня арматура (Ay)

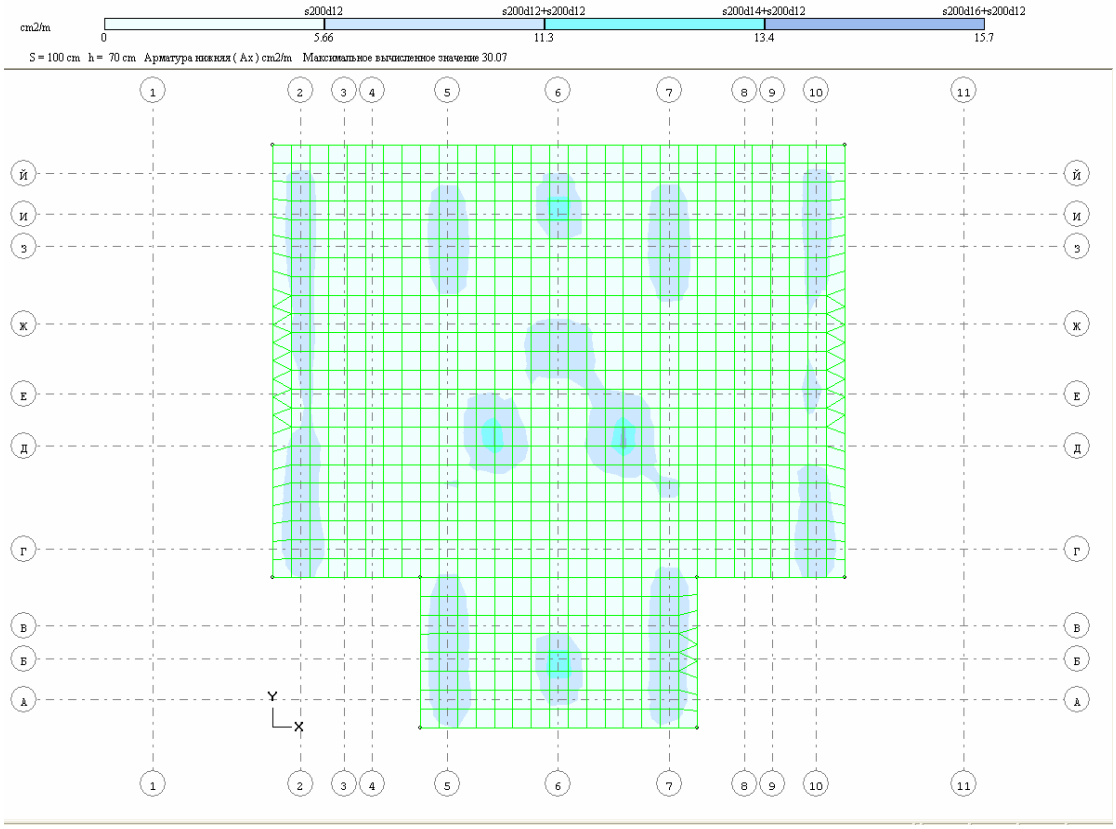

Рис.2.4 - Нижня арматура (Ax)

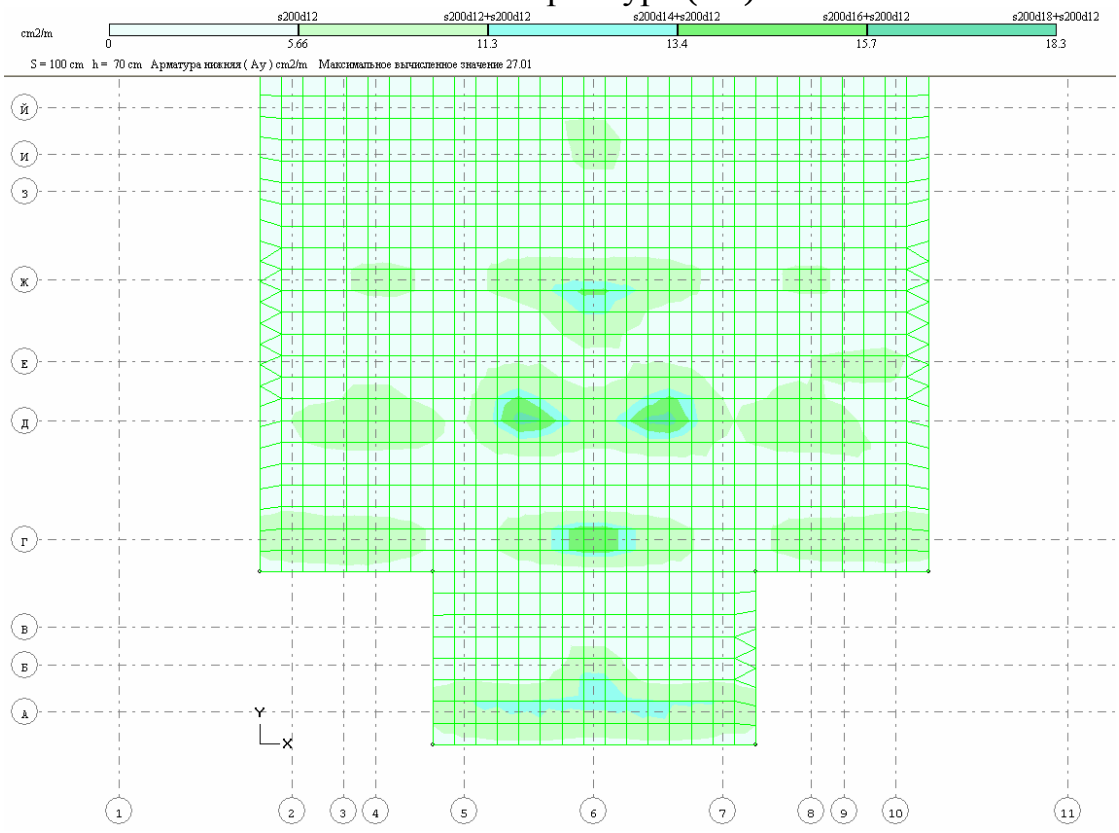

Рис.2.5 - Нижня арматура (Ay)

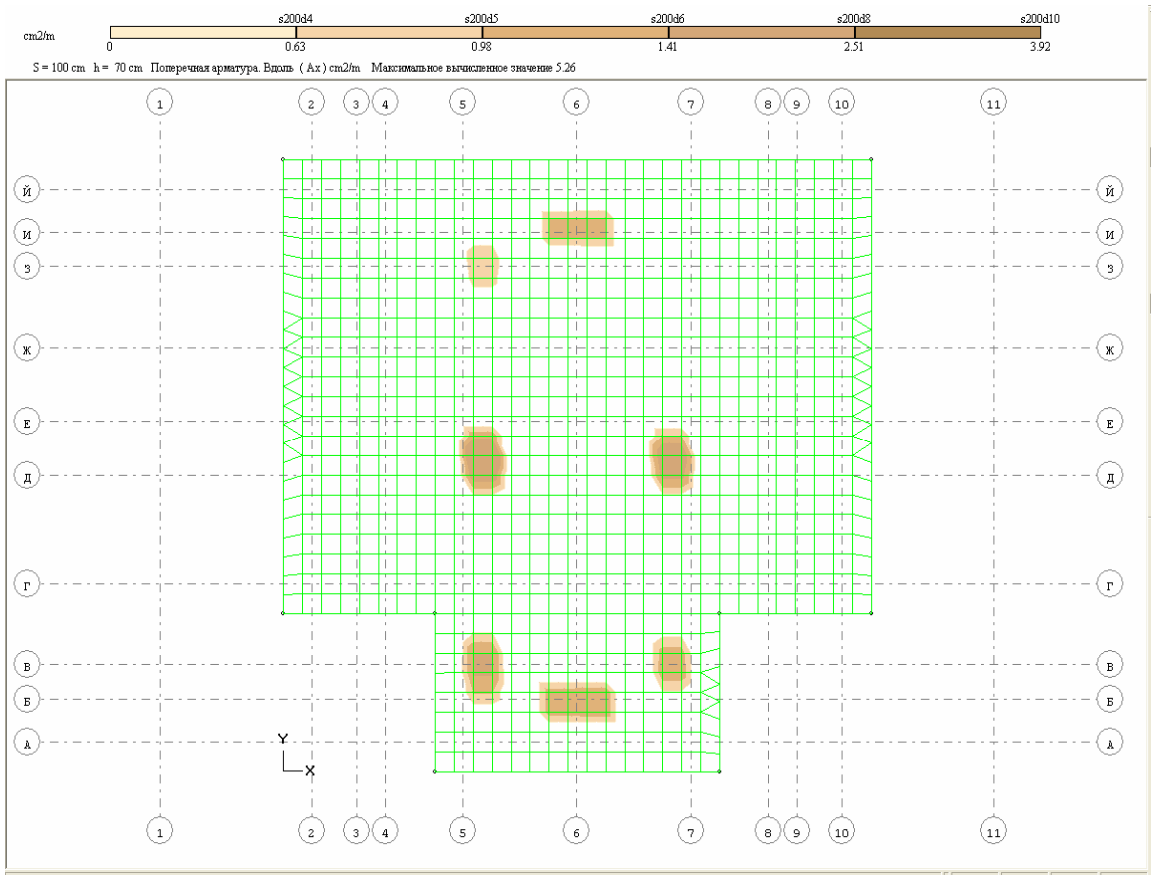

Рис.2.6 - Поперечна арматура (Ax)

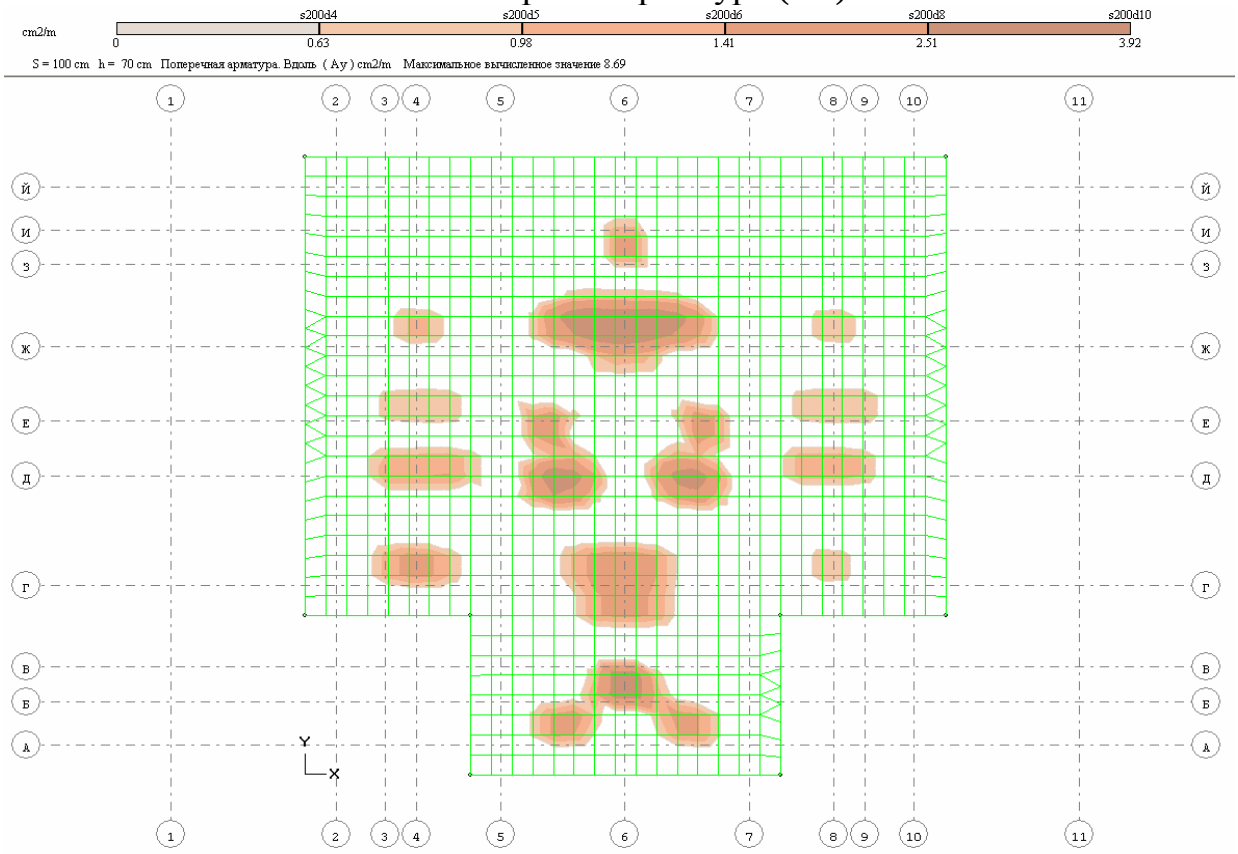

Рис.2.7 - Поперечна арматура (Ay)

Висновки до розділу 2

1. Виконано збір всіх діючих навантаження на просторову конструкцію покриття та фундаментну плиту житлового комплексу.
2. Виконано розрахунок збірної залізобетонної попередньонапруженої понелі покриття просторового куполу. При рорахунку враховано всі види втрат попередбного напруження та проаналізовано деформативніст і тріщиностійкість запроектованої конструкції.
3. Розраховано та законструйовано із застосуванням МСЕ монолітної залізобетонної фундаментної плити житлового комплексу. Наведено ізополя переміщень запроектованої конструкції під дією різного роду навантажень.

РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Мета та задачі досліджень

Метою даної роботи є дослідження методом скінченних елементів роботи просторового покриття у вигляді металевого куполу житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями.

Для досягнення зазначеної **мети** були поставлені наступні **задачі:**

- розробити скінченноелементну модель просторового покриття у вигляді металевого куполу для дослідження її роботи при дії різного роду навантажень;
- дослідити роботу скінченноелементної моделі металевого куполу покриття житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями під дією всіх зовнішніх впливів;
- виконати розрахунок та конструювання металевого каркасу просторового покриття у вигляді куполу.

Побудову скінченноелементної моделі просторового покриття житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями у вигляді металевого куполу виконаємо за допомогою системи ЛИРА 9.4.

3.2 Побудова скінченноелементної моделі просторового покриття

Розраховуємо купол багатофункціонального комплексу – купол каркасний металевий. Даний купол запроектований в будівлі для покращення архітектурного вигляду.

Конструктивні елементи купола запроектовані із двох швелерів №16. Центр купольної системи розміщений по осі «Г» із прив’язкою 500мм до осі «2/1». Верхня частина купола розміщена на відмітці +58.230м.

Матеріали купольної системи:

- головні балки Бк1: сталь С245, марки ВСт3пс6-1.
- зв’язки Р1, Р2, Р3, Т1: сталь С245, марки ВСт3пс6-1.

Статичний розрахунок купола виконуємо у програмному комплексі ЛИРА 9.4 на дію таких завантажень:

1. Власна вага купола
2. Вітрове навантаження

Розрахункова схема купола показана на рис. 3.1. Вагу конструкцій купола моделюємо за допомогою команди «Добавить собственный вес», оскільки при конструюванні купола жорсткісні характеристики елементів були задані. Вітрове навантаження для II – го вітрового району - 38 кг/м^2. Після задання завантажень складаємо таблицю розрахункових сполучень зусиль.

Результати розрахунку у формі графічних зображень переміщень і епюр внутрішніх зусиль наведені в таблиці 3.1.

Результати розрахунку у формі таблиці РСЗ наведені нижче.

Перевірку перерізів елементів купола на міцність і стійкість виконуємо за допомогою системи ЛИР-СТК наведено в таблиці 3.2.

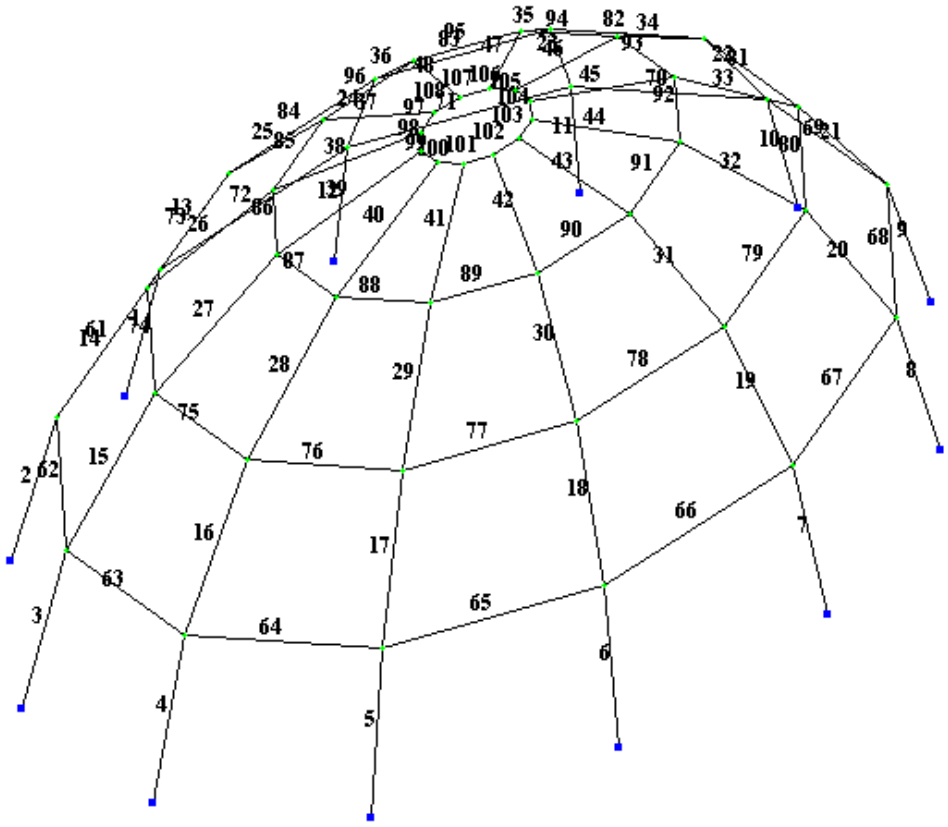

Рис. 3.1 - Геометрична схема купола із нумерацією елементів

Таблиця 3.1 - Розрахункові сполучення зусиль елементів купола

Таблиця (стержні)

№ элем	№ січення	Зусилля			Тип элем	№ загруж	Составл
		N (кН)	My (кН*м)	Qz (кН)			
1	1	-3,492	0,000	0,033	10	1	-
1	2	-2,945	-0,103	-0,138	10	1	-
2	1	-3,492	0,000	0,033	10	1	-
2	2	-2,945	-0,103	-0,138	10	1	-
3	1	-3,492	0,000	0,033	10	1	-
3	2	-2,945	-0,103	-0,138	10	1	-
4	1	-3,492	0,000	0,033	10	1	-
4	2	-2,945	-0,103	-0,138	10	1	-
5	1	-3,492	0,000	0,033	10	1	-
5	2	-2,945	-0,103	-0,138	10	1	-
6	1	-3,492	0,000	0,033	10	1	-
6	2	-2,945	-0,103	-0,138	10	1	-
7	1	-3,492	0,000	0,033	10	1	-
7	2	-2,945	-0,103	-0,138	10	1	-
8	1	-3,492	0,000	0,033	10	1	-
8	2	-2,945	-0,103	-0,138	10	1	-
9	1	-3,492	0,000	0,033	10	1	-
9	2	-2,945	-0,103	-0,138	10	1	-
10	1	-3,492	0,000	0,033	10	1	-
10	2	-2,945	-0,103	-0,138	10	1	-
11	1	-3,492	0,000	0,033	10	1	-
11	2	-2,945	-0,103	-0,138	10	1	-
12	1	-3,492	0,000	0,033	10	1	-
12	2	-2,945	-0,103	-0,138	10	1	-
13	1	-2,816	-0,055	0,155	10	1	-
13	2	-2,354	-0,083	-0,183	10	1	-
14	1	-2,816	-0,055	0,155	10	1	-
14	2	-2,354	-0,083	-0,183	10	1	-
15	1	-2,816	-0,055	0,155	10	1	-
15	2	-2,354	-0,083	-0,183	10	1	-
16	1	-2,816	-0,055	0,155	10	1	-
16	2	-2,354	-0,083	-0,183	10	1	-
17	1	-2,816	-0,055	0,155	10	1	-
17	2	-2,354	-0,083	-0,183	10	1	-
18	1	-2,816	-0,055	0,155	10	1	-
18	2	-2,354	-0,083	-0,183	10	1	-
19	1	-2,816	-0,055	0,155	10	1	-
19	2	-2,354	-0,083	-0,183	10	1	-
20	1	-2,816	-0,055	0,155	10	1	-
20	2	-2,354	-0,083	-0,183	10	1	-
21	1	-2,816	-0,055	0,155	10	1	-

21	2	-2,354	-0,083	-0,183	10	1	-
22	1	-2,816	-0,055	0,155	10	1	-
22	2	-2,354	-0,083	-0,183	10	1	-
23	1	-2,816	-0,055	0,155	10	1	-
23	2	-2,354	-0,083	-0,183	10	1	-
24	1	-2,816	-0,055	0,155	10	1	-
24	2	-2,354	-0,083	-0,183	10	1	-
25	1	-2,254	-0,056	0,221	10	1	-
25	2	-1,925	-0,082	-0,248	10	1	-
26	1	-2,254	-0,056	0,221	10	1	-
26	2	-1,925	-0,082	-0,248	10	1	-
27	1	-2,254	-0,056	0,221	10	1	-
27	2	-1,925	-0,082	-0,248	10	1	-
28	1	-2,254	-0,056	0,221	10	1	-
28	2	-1,925	-0,082	-0,248	10	1	-
29	1	-2,254	-0,056	0,221	10	1	-
29	2	-1,925	-0,082	-0,248	10	1	-
30	1	-2,254	-0,056	0,221	10	1	-
30	2	-1,925	-0,082	-0,248	10	1	-
31	1	-2,254	-0,056	0,221	10	1	-
31	2	-1,925	-0,082	-0,248	10	1	-
32	1	-2,254	-0,056	0,221	10	1	-
32	2	-1,925	-0,082	-0,248	10	1	-
33	1	-2,254	-0,056	0,221	10	1	-
33	2	-1,925	-0,082	-0,248	10	1	-
34	1	-2,254	-0,056	0,221	10	1	-
34	2	-1,925	-0,082	-0,248	10	1	-
35	1	-2,254	-0,056	0,221	10	1	-
35	2	-1,925	-0,082	-0,248	10	1	-
36	1	-2,254	-0,056	0,221	10	1	-
36	2	-1,925	-0,082	-0,248	10	1	-
37	1	-1,537	-0,074	0,288	10	1	-
37	2	-1,377	-0,048	-0,262	10	1	-
38	1	-1,537	-0,074	0,288	10	1	-
38	2	-1,377	-0,048	-0,262	10	1	-
39	1	-1,537	-0,074	0,288	10	1	-
39	2	-1,377	-0,048	-0,262	10	1	-
40	1	-1,537	-0,074	0,288	10	1	-
40	2	-1,377	-0,048	-0,262	10	1	-
41	1	-1,537	-0,074	0,288	10	1	-
41	2	-1,377	-0,048	-0,262	10	1	-
42	1	-1,537	-0,074	0,288	10	1	-
42	2	-1,377	-0,048	-0,262	10	1	-
43	1	-1,537	-0,074	0,288	10	1	-
43	2	-1,377	-0,048	-0,262	10	1	-
44	1	-1,537	-0,074	0,288	10	1	-

44	2	-1,377	-0,048	-0,262	10	1	-
45	1	-1,537	-0,074	0,288	10	1	-
45	2	-1,377	-0,048	-0,262	10	1	-
46	1	-1,537	-0,074	0,288	10	1	-
46	2	-1,377	-0,048	-0,262	10	1	-
47	1	-1,537	-0,074	0,288	10	1	-
47	2	-1,377	-0,048	-0,262	10	1	-
48	1	-1,537	-0,074	0,288	10	1	-
48	2	-1,377	-0,048	-0,262	10	1	-
61	1	1,017	-0,092	0,202	10	1	-
61	2	1,017	-0,092	-0,202	10	1	-
62	1	1,017	-0,092	0,202	10	1	-
62	2	1,017	-0,092	-0,202	10	1	-
63	1	1,017	-0,092	0,202	10	1	-
63	2	1,017	-0,092	-0,202	10	1	-
64	1	1,017	-0,092	0,202	10	1	-
64	2	1,017	-0,092	-0,202	10	1	-
65	1	1,017	-0,092	0,202	10	1	-
65	2	1,017	-0,092	-0,202	10	1	-
66	1	1,017	-0,092	0,202	10	1	-
66	2	1,017	-0,092	-0,202	10	1	-
67	1	1,017	-0,092	0,202	10	1	-
67	2	1,017	-0,092	-0,202	10	1	-
68	1	1,017	-0,092	0,202	10	1	-
68	2	1,017	-0,092	-0,202	10	1	-
69	1	1,017	-0,092	0,202	10	1	-
69	2	1,017	-0,092	-0,202	10	1	-
70	1	1,017	-0,092	0,202	10	1	-
70	2	1,017	-0,092	-0,202	10	1	-
71	1	1,017	-0,092	0,202	10	1	-
71	2	1,017	-0,092	-0,202	10	1	-
72	1	1,017	-0,092	0,202	10	1	-
72	2	1,017	-0,092	-0,202	10	1	-
73	1	0,351	-0,052	0,159	10	1	-
73	2	0,351	-0,052	-0,159	10	1	-
74	1	0,351	-0,052	0,159	10	1	-
74	2	0,351	-0,052	-0,159	10	1	-
75	1	0,351	-0,052	0,159	10	1	-
75	2	0,351	-0,052	-0,159	10	1	-
76	1	0,351	-0,052	0,159	10	1	-
76	2	0,351	-0,052	-0,159	10	1	-
77	1	0,351	-0,052	0,159	10	1	-
77	2	0,351	-0,052	-0,159	10	1	-
78	1	0,351	-0,052	0,159	10	1	-
78	2	0,351	-0,052	-0,159	10	1	-
79	1	0,351	-0,052	0,159	10	1	-

79	2	0,351	-0,052	-0,159	10	1	-
80	1	0,351	-0,052	0,159	10	1	-
80	2	0,351	-0,052	-0,159	10	1	-
81	1	0,351	-0,052	0,159	10	1	-
81	2	0,351	-0,052	-0,159	10	1	-
82	1	0,351	-0,052	0,159	10	1	-
82	2	0,351	-0,052	-0,159	10	1	-
83	1	0,351	-0,052	0,159	10	1	-
83	2	0,351	-0,052	-0,159	10	1	-
84	1	0,351	-0,052	0,159	10	1	-
84	2	0,351	-0,052	-0,159	10	1	-
85	1	-0,625	-0,016	0,098	10	1	-
85	2	-0,625	-0,016	-0,098	10	1	-
86	1	-0,625	-0,016	0,098	10	1	-
86	2	-0,625	-0,016	-0,098	10	1	-
87	1	-0,625	-0,016	0,098	10	1	-
87	2	-0,625	-0,016	-0,098	10	1	-
88	1	-0,625	-0,016	0,098	10	1	-
88	2	-0,625	-0,016	-0,098	10	1	-
89	1	-0,625	-0,016	0,098	10	1	-
89	2	-0,625	-0,016	-0,098	10	1	-
90	1	-0,625	-0,016	0,098	10	1	-
90	2	-0,625	-0,016	-0,098	10	1	-
91	1	-0,625	-0,016	0,098	10	1	-
91	2	-0,625	-0,016	-0,098	10	1	-
92	1	-0,625	-0,016	0,098	10	1	-
92	2	-0,625	-0,016	-0,098	10	1	-
93	1	-0,625	-0,016	0,098	10	1	-
93	2	-0,625	-0,016	-0,098	10	1	-
94	1	-0,625	-0,016	0,098	10	1	-
94	2	-0,625	-0,016	-0,098	10	1	-
95	1	-0,625	-0,016	0,098	10	1	-
95	2	-0,625	-0,016	-0,098	10	1	-
96	1	-0,625	-0,016	0,098	10	1	-
96	2	-0,625	-0,016	-0,098	10	1	-
97	1	-2,696	-0,092	0,067	10	1	-
97	2	-2,696	-0,092	-0,067	10	1	-
98	1	-2,696	-0,092	0,067	10	1	-
98	2	-2,696	-0,092	-0,067	10	1	-
99	1	-2,696	-0,092	0,067	10	1	-
99	2	-2,696	-0,092	-0,067	10	1	-
100	1	-2,696	-0,092	0,067	10	1	-
100	2	-2,696	-0,092	-0,067	10	1	-
101	1	-2,696	-0,092	0,067	10	1	-
101	2	-2,696	-0,092	-0,067	10	1	-
102	1	-2,696	-0,092	0,067	10	1	-

102	2	-2,696	-0,092	-0,067	10	1	-
103	1	-2,696	-0,092	0,067	10	1	-
103	2	-2,696	-0,092	-0,067	10	1	-
104	1	-2,696	-0,092	0,067	10	1	-
104	2	-2,696	-0,092	-0,067	10	1	-
105	1	-2,696	-0,092	0,067	10	1	-
105	2	-2,696	-0,092	-0,067	10	1	-
106	1	-2,696	-0,092	0,067	10	1	-
106	2	-2,696	-0,092	-0,067	10	1	-
107	1	-2,696	-0,092	0,067	10	1	-
107	2	-2,696	-0,092	-0,067	10	1	-
108	1	-2,696	-0,092	0,067	10	1	-
108	2	-2,696	-0,092	-0,067	10	1	-

Таблиця 3.2 - Перевірка елементів купола

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер, м	Фb min	Проценты исчерпания несущей способности балки по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	тау	с1	УБ	Прг	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сечение: 1. Два швеллера 16П; стыковка 0.8 см															
Профиль: 16П; ГОСТ 8240-72*															
Сталь: ВСт3пс6; ГОСТ 380-71*															
Сортамент: Швеллер с параллельными гранями полок															
1	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96
1	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
2	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96
2	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
3	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96
3	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
4	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96
4	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
5	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96
5	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
6	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96
6	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
7	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96
7	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
8	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96
8	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
9	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96
9	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
10	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96
10	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
11	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер, м	Фb min	Проценты исчерпания несущей способности балки по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	тау	с1	УБ	Прг	УС	УП	1ПС	2ПС	м.У	
11	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
12	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96
12	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
13	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
13	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
14	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
14	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
15	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
15	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
16	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
16	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
17	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
17	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
18	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
18	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
19	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
19	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
20	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
20	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
21	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
21	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
22	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
22	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
23	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
23	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
24	1		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
24	2		0.00	1.00	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	1.96
25	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
25	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
26	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
26	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
27	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
27	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
28	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
28	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
29	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
29	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
30	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер, м	Фb min	Проценты исчерпания несущей способности балки по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	тау	с1	УБ	Прг	УС	УП	1ПС	2ПС	м.У	
30	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
31	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
31	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
32	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
32	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
33	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
33	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
34	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
34	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
35	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
35	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
36	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
36	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
37	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
37	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
38	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
38	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
39	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
39	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
40	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
40	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
41	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
41	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
42	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
42	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
43	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
43	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
44	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
44	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
45	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
45	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
46	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
46	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
47	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
47	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
48	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
48	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.96
Сечение: 2. Швеллер 16П															

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер, м	Фb min	Проценты исчерпания несущей способности балки по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	тау	с1	УБ	Прг	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Профиль: 16П; ГОСТ 8240-72*															
Сталь: ВСт3пс6; ГОСТ 380-71*															
Сортамент: Швеллер с параллельными гранями полок															
61	1		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
61	2		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
62	1		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
62	2		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
63	1		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
63	2		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
64	1		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
64	2		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
65	1		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
65	2		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
66	1		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
66	2		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
67	1		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
67	2		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
68	1		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
68	2		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
69	1		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
69	2		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
70	1		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
70	2		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
71	1		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
71	2		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
72	1		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
72	2		0.00	0.83	0	0	0	1	0	27	32	1	0	32	2.77
73	1		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
73	2		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
74	1		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
74	2		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
75	1		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
75	2		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
76	1		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
76	2		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
77	1		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
77	2		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
78	1		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер, м	Фb min	Проценты исчерпания несущей способности балки по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	тау	с1	УБ	Прг	УС	УП	1ПС	2ПС	м.У	
78	2		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
79	1		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
79	2		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
80	1		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
80	2		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
81	1		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
81	2		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
82	1		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
82	2		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
83	1		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
83	2		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
84	1		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
84	2		0.00	0.87	0	0	0	0	0	27	32	0	0	32	2.17
85	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
85	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
86	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
86	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
87	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
87	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
88	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
88	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
89	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
89	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
90	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
90	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
91	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
91	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
92	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
92	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
93	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
93	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
94	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
94	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
95	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
95	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
96	1		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
96	2		0.00	1.00	0	0	0	0	1	27	32	0	1	32	1.34
Сечение: 3. Прямоугольное сечение 320 x 14															

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер, м	Фb min	Проценты исчерпания несущей способности балки по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	тау	с1	УБ	Прг	УС	УП	1ПС	2ПС	м.У	
Профиль: 320 x 14; ГОСТ 19903 - 74*															
Сталь: ВСт3пс6; ГОСТ 380-71*															
Сортамент: Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25 мм															
97	1		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
97	2		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
98	1		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
98	2		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
99	1		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
99	2		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
100	1		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
100	2		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
101	1		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
101	2		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
102	1		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
102	2		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
103	1		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
103	2		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
104	1		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
104	2		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
105	1		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
105	2		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
106	1		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
106	2		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
107	1		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
107	2		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
108	1		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37
108	2		0.00	1.00	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0.37

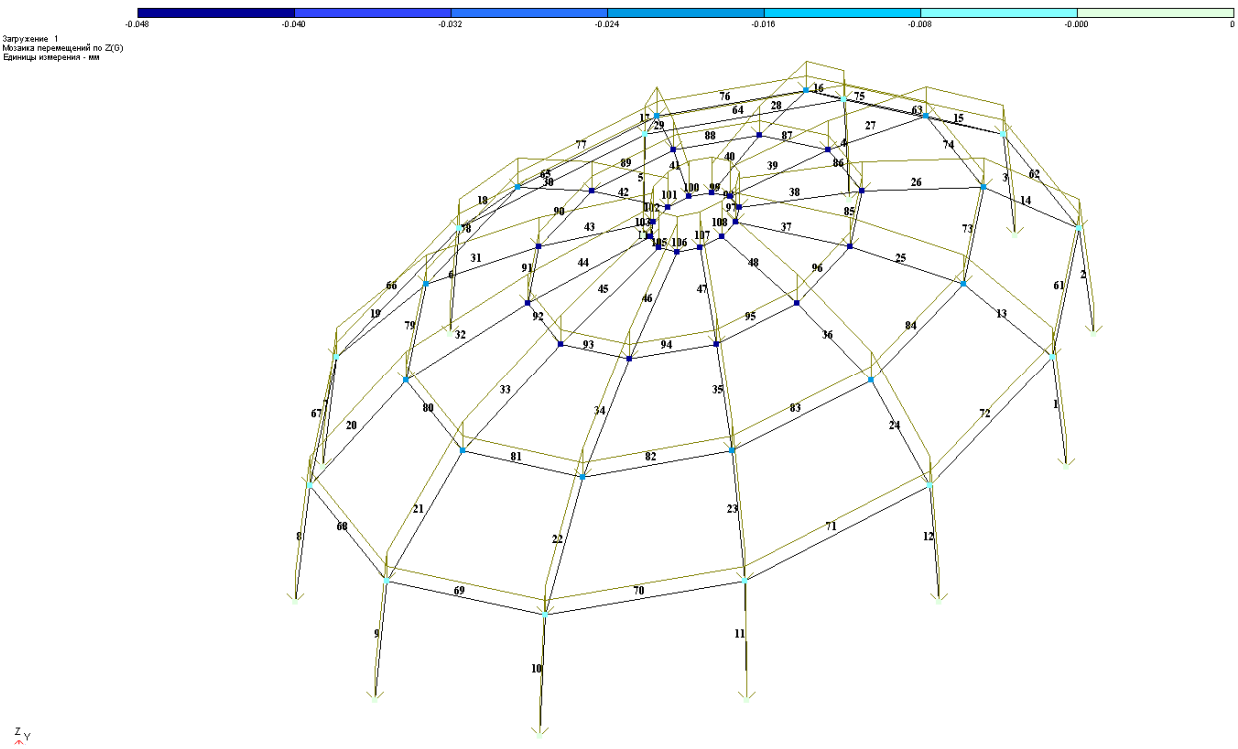

Рис. 3.2 - Переміщення по осі Z

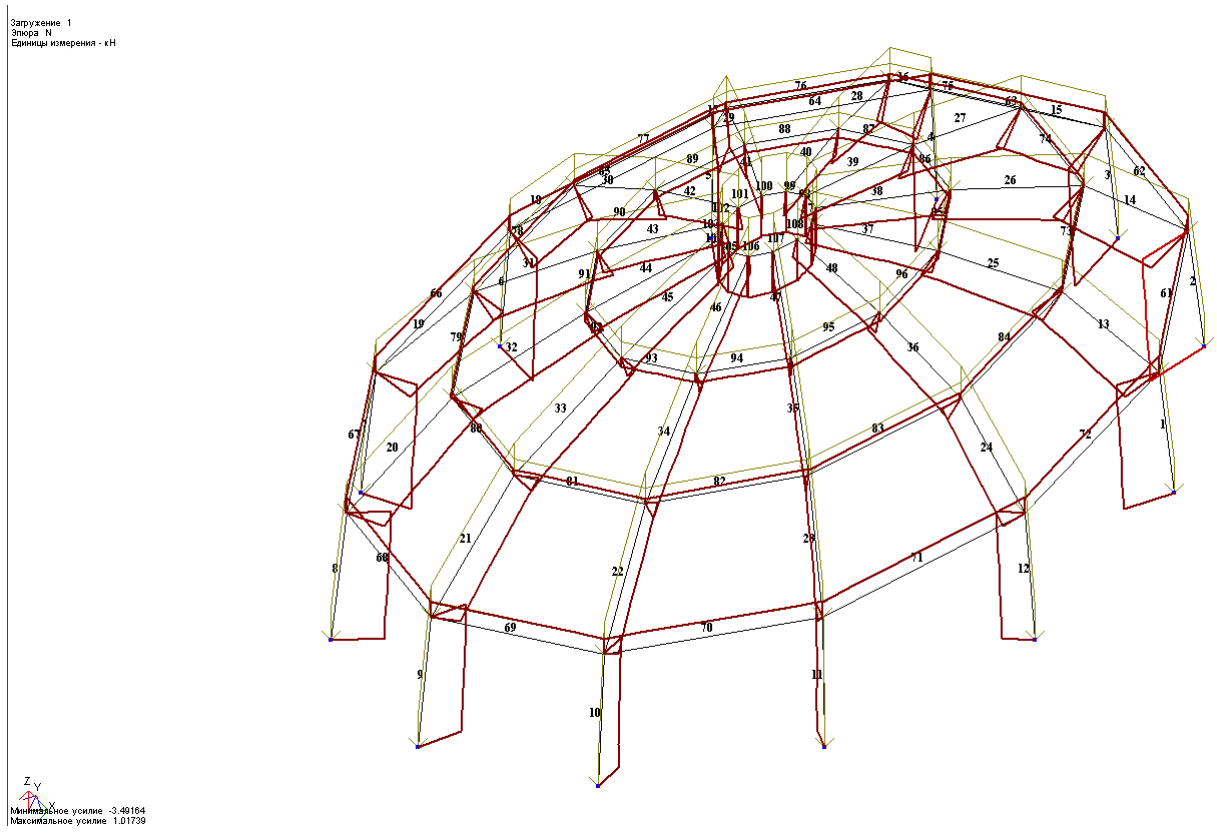

Рис. 3.3 - Епюра N, кН

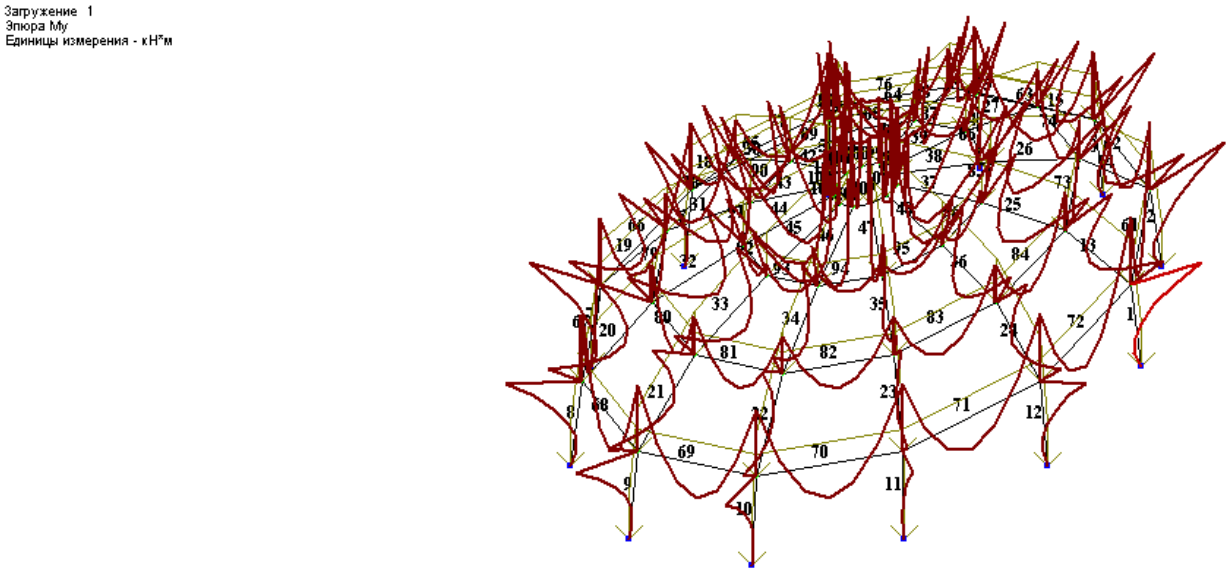

Рис. 3.4 - Епюра My, кН.м

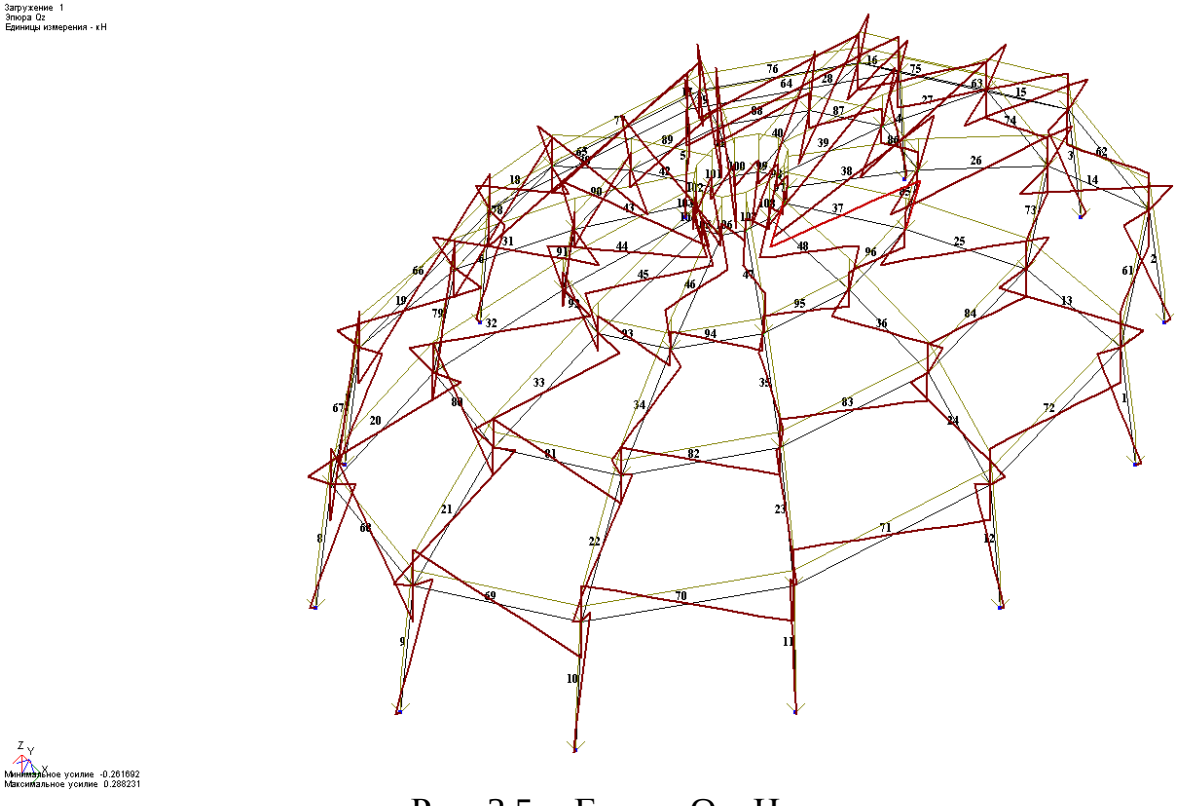

Рис. 3.5 - Епюра Q, кН

Висновки до розділу 3

1. Розроблено скінченноелементну модель просторового покриття житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями у вигляді металевого куполу та враховано різні види навантаження, що діють на нього.

2. Досліджено роботу скінченноелементної моделі металевого куполу під різними видами навантаження, визначено розрахункові зусилля в елементах каркасу просторового покриття. Встановлено дійсний напружено-деформований стан просторового покриття у вигляді металевого куполу.

3. За результатами чисельних розрахунків проведено конструювання та підібрано поперечний переріз елементів металевого каркасу просторового покриття. Запроектовано металевий каркас купольного покриття житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями в місті Золочів Львівської області.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1 Визначення номенклатури та об’ємів робіт

Укрупнена номенклатура комплексів будівельно-монтажних робіт по об’єкту встановлюється, виходячи з прийнятої спеціалізації будівельно-монтажних організацій, які залучаються до спорудження будівлі. Приблизний склад комплексів робіт при будівництві багатофункціонального комплексу можна прийняти у такий спосіб:

- підготовчі роботи;
- підземні роботи;
- влаштування фундаментів;
- монтаж конструкцій надземної частини будівлі;
- влаштування покрівлі;
- внутрішні спеціальні роботи (сантехнічні, електротехнічні та ін.);
- опоряджувальні роботи (внутрішні та зовнішні);
- влаштування підлоги.

Обґрунтування, склад та послідовність підготовчих робіт (підготовчого періоду) приймається за місцевими умовами і нормами тривалості будівництва [11].

4.2 Розробка калькуляції трудомісткості і затрат машинного часу

Технологічні розрахунки складаються за даними калькуляції трудових витрат і є основою для побудови графіка виробництва робіт. Для нескладних процесів графіки виробництва робіт будуються безпосередньо за даними калькуляції.

У калькуляції визначаємо усі затрати праці, машин і заробітна плата робітників на ведення робіт по кожному процесу, а також по всьому комплексу робіт по зведенню даного об’єкта.

Усі показники враховуються не тільки для основних процесів, але і для допоміжних процесів і операцій (прийом бетонної суміші, замонолічування швів та ін.). При розробці калькуляції роботи записують у технологічному порядку із урахуванням рубрикації РКН.

У калькуляцію внесені також процеси по кінцевому закріпленню конструкції: зварювання, бетонування стиків, замащування швів розчином, герметизація, розшивка.

4.3 Вибір методів виконання робіт

Земляні роботи на будівельному майданчику виконуються в технологічній послідовності, що забезпечує виконання робіт в заплановані терміни і при максимальній механізації всіх операцій. Послідовність виконання робіт наступна:

- вертикальне планування;
- риття траншей для інженерних комунікацій і їх засипка з ущільненням ґрунту після викладання труб;
- риття котловану під комплекс;
- засилля пазух і зворотна засипка.

Вертикальне планування території виконується бульдозером ДЗ-42.

Риття котлованів і траншей виконуємо екскаватором Э-652-Б з доробкою ґрунту і підчисткою до проектних відміток вручну. У зв'язку з недостатністю вільних площ, проектом передбачено вивіз ґрунту за територію будівельного майданчика автомобілями-самоскидами ЗИЛ-ММЗ-555 з наступним зворотнім транспортуванням необхідного об'єму ґрунту для засипки пазух. Зворотну засипку проводимо бульдозером ДЗ-42.

По ходу будівництва вести геодезичний контроль у відповідності з [12].

Влаштування фундаментів проводять при особливо точному геодезичному контролі.

Роботи нульового циклу виконуються після ущільнення ґрунту катком ДСК-1 вагою 25 т. Наступним етапом є влаштування бетонної підготовки під стрічкові фундаменти та фундаментну плиту з бетону В7.5 товщиною 100 мм.

Бетонна суміш на будівельний майданчик поступає за допомогою бетононасоса С296. По бетонному підстилаючому шарові вкладається щитова опалубка виконана з дощок δ=25 мм. Щити виготовляються інвентарними розмірам lxb=2,0x0,5 м, що забезпечує багаторазовість їх використання, можливість швидкої розпалубки, потребує мало додаткових ресурсів в пиляному лісі, дає велику економію матеріалів в порівнянні з іншими видами щитів.

Після установки і закріплення щитів вкладають арматурні каркаси фундаментів. Розкріпивши опалубку при допомозі геодезичних приладів, роблять відмітки заливки бетону по висоті. Доставляють бетон на майданчик автобетоновозами, а подають бетон в опалубку бетононасосами. Ущільнюють бетон при допомозі глибинного вібратора. Фундаменти видержують в опалубці до досягання бетоном міцності 50% і приступають до розбори опалубки. Виконують зворотню засипку пазух фундаментів ґрунтом з пошаровим трамбуванням ґрунту катком ДСК-1 через 200 мм.

Підлоги виконують після закінчення робіт по монтажу конструкцій.

Монтаж металоконструкцій каркасу-(арматурних виробів, купольної системи), плит покриття і перекриття, бетонування перекриття та сходів, влаштування покриття проводиться за допомогою 2-х баштових кранів Simma GT-185 Одночасно з влаштуванням конструкцій фундаментів необхідно прокласти підземні мережі каналізацій, водопроводу, підведення електрокабель них ліній і телефонного зв’язку, каналів-лотків для монтажу трубопроводів теплопостачання.

Монтаж окремих елементів, подача на робоче місце цегли і розчину, конструкцій, виробів проводиться краном Simma GT-185

По ходу будівництва вести геодезичний контроль у відповідності з [13].

Оздоблювальні роботи виконуються у встановленій технологічній послідовності поточним методом з розбивкою процесів на окремі робочі операції, що виконуються спеціалізованими ланками.

Подача вітражів, вікон, фасадних вентиляційних панелей «Алюкобонд» до місця встановлення виконується баштовим краном Simma GT-185

Виконання штукатурних робіт здійснюється як механізовано (штукатурною станцією СО-114), так і вручну.

Виконання малярних робіт проводять так, щоб виключити можливість пошкодження окремих поверхонь, а також їх захист при наступних роботах.

Малярні роботи здійснюються як механізовано (фарбувальною станцією СО-5А), так і вручну.

При розробці ПВР на складні роботи і роботи, що виконуються новими методами необхідно розробити технологічні карти або провести прив’язку до місцевих умов, типових карт і технологічних схем.

Роботи по монтажу внутрішніх сантехнічних систем, прокладка проводів і кабелів електроосвітлення і слабких струмів, монтажу технологічного обладнання розпочинати після здачі в цілому або його закінченої частини під монтаж.

4.4 Підбір монтажних кранів

Кран вибирають залежно від габаритів будівель і споруд; маси і розмірів монтованих елементів; об’єму робіт, умов будівництва; наявності електроенергії . Вибір ведемо у такому порядку:

- визначаємо тип монтажного крана;
- вибираємо кран за основними параметрами;
- обґрунтовуємо вибір крана техніко-економічними параметрами.

Тип монтажного крана визначається залежно від габаритів будівлі. Для багатоповерхових будівель, в даному випадку- багатофункціонального комплексу вибираємо баштовий кран.

Основними параметрами монтажних баштових кранів є:

- величина вантажного моменту $M_{ван}$ (або вантажопідйомність G);

- висота підйому гака $H_Г$;

- виліт стріли крана $L_{стр}$.

Для баштових кранів вантажний момент знаходять множенням маси $G_м$ монтованого елемента на відстань між центром його ваги і віссю обертання крана $L_{стр}$.

Маса монтованих елементів та конструкцій характеризує загальну масу, яку необхідно підняти, пересунути та встановити в проектне положення. Залежно від прийнятого способу підйому її визначають за формулою:

$$G = G_м + \Sigma g ,=5.0 + 0.175=5.175 \text{ т}$$

де $G_м$ - маса елемента, т;

Σg - маса монтажних пристосувань та технологічного оснащення, яке встановлюється на монтованому елементі до підйому разом із ним, т.

Висота підйому гака визначається за формулою:

$$H_Г = h_0 + h_з + h_e + h_c = 53.290 + 0.5 + 5.420+4.20= 63.41\text{м}$$

де h_0 - перевищення опори монтованого елемента над рівнем стоянки крана (для кранів встановлених на землі), або над рівнем встановлення на будівлі чи споруді, м;

$h_з$ - запас по висоті, необхідний за умовою монтажу для наведення конструкції над місцем встановлення або переносу її через змонтовані конструкції, $h_з \geq 0{,}5$ м;

h_e - висота елемента в монтажному положенні, м;

h_c - висота стропувальних пристроїв у робочому положенні від верху монтованого елемента до низу гака крана, м.

Виліт стріли визначається за формулою:

$$L_{стр}=a/2+b+c,$$

де a - ширина підкранової колії, м;

b - відстань від підкранової колії до найбільш виступаючої частини будівлі (стіни, еркера, пілястри), м;

с - ширина будівлі від її грані з боку крана до осі протилежної поздовжньої стіни або до центра ваги найвіддаленішого від крана збірного елемента, м.

Для кранів із поворотною баштою і нижнім розташуванням противаги виліт стріли визначається за формулою:

$$L_{стр}=a/2+b+c+r_п=6/2+6.75+21.94+3=34.69$$

де $r_п$ – радіус габарита поворотної платформи, м.

Відстань від осі обертання крана до найближчої виступаючої частини будівлі повинна бути на 0,75 м більшою за радіус $r_г^н$ габарита нижньої частини крана і на 0,50 м більше за радіус $r_г^в$ габарита верхньої частини.

Визначивши потрібні розрахункові параметри баштового крана, за вантажною характеристикою підбирають необхідний кран.

Техніко-економічне порівняння вибраних кранів подано в таблиці 4.1.

Табл. 4.1 - Техніко – економічне порівняння вибраних варіантів

Марка крана	Вантажо-підйомність, при макс. вильоті (т)	Висота підйому гака, м	Вилт стріли (максимальний, м	База (м)	Вантажопід-йомний момент (тм)	Виробник крана	Максима-льний кут обертання
Simma GT-185	4.5	64.0	35.0	6.0x6.0	120	Італія	Без обме-жень
КБ-371	1.3	54.0	70.0	6.0x4.5	132	Україна «Обо-лонь»	Без обме-жень

Отже, по технічних характеристиках для данного проекту підходить кран марки Simma GT-185, оскільки розрахункове значення підйому гака становить 63.41м. Також дана будівля складається із 16-ти поверхового комплексу, і 2- х поверхової добудови і в загальному габариті становить 44.0x44.0м , тоді для раціонального використання робіт вибираємо 2 баштових крана марки Simma GT-185.

4.5 Визначення необхідності у транспортних засобах

Транспортні засоби вибираємо для доставки збірних з/б конструкцій на будівельний майданчик.

При виборі транспортних засобів враховуємо їх вантажопідйомність, масу, габарити, кількість та асортимент вантажу, віддаль перевезення.

Схему руху транспортних засобів див. арк. 7 графічної частини.

Висновки до розділу 4

1. Визначено номенклатуру будівельних робіт, потребу в механізмах та трудових ресурсах при зведенні житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями в місті Золочів Львівської області.
2. Розроблено будівельний генеральний план зведення будівлі. Обчислено основні техніко-економічні показники по будівельному генеральному плану.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Актуальність вирішення питань охорони праці та аналіз об'єкту будівництва на предмет виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Охорона праці в будівництві – це система взаємопов’язаних законодавчих, соціально-економічних, технічних, екологічних, гігієнічних і організаційних заходів, метою яких є створення безпечних і здорових умов праці в будівельній галузі.

Проектом передбачено технічні рішення в повній відповідності з діючими нормами з техніки безпеки та санітарії.

Для забезпечення охорони праці та техніки безпеки проектом передбачено:

- використання сучасного нового обладнання;
- розміщення обладнання в плані та по висотах, що забезпечує його вільне обслуговування;
- влаштування занулення пристроїв елементів електроустановок;
- проходи, проїзди, відстані між обладнанням запроектовані необхідної величини;
- технологічне обладнання підключене до контуру заземлення (занулення).

При підготовці обслуговуючого персоналу необхідно користуватися “Положенням про проведення інструктажу з техніки безпеки”, “Правилами технічної експлуатації електроустановок”.

В проекті передбачено заходи, які забезпечують умови безпеки праці, попередження виробничого травматизму, професійних захворювань, пожеж та вибухів.

Електроосвітлення запроектоване у відповідності з призначенням приміщень і середовищем в них.

Електроапаратура, прийнята згідно з розрахунками, забезпечує надійне відключення електрообладнання при перевантаженні чи виникненні КЗ.

Всі металеві не струмопровідні частини електрообладнання, що можуть виявитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції, підлягають заземленню (зануленню).

В мережах, що живлять штепсельні розетки, застосовані пристрої захисного відключення (ПЗВ).

Обслуговуючий персонал повинен виконувати:

- правила внутрішнього трудового розпорядку;
- трудову та технологічну дисципліну;
- інструкції та правила по пожежній безпеці;
- правила експлуатації галузей та видів робіт (водопостачання, каналізації, опалення, вентиляції та зовнішніх інженерних мереж);
- правила користування системами комунального водопостачання в містах і селищах України.

Під час будівництва об’єкта існує небезпека при виконанні земляних, покрівельних і монтажних робіт.

Основна причина травматизму при виконанні земляних робіт – обвали грунту в процесі його розробки, неправильна конструкція кріплень стінок траншей і котлованів, травмування землерийними машинами.

Перед початком виконання земляних робіт на місцевості позначають розміщенні в зоні розробки підземні комунікації. Земляні роботи в цих місцях слід виконувати з письмового дозволу відповідних організацій та під наглядом їх представників.

Для спуску робітників в котловани, траншеї слід використовувати драбини шириною не менше 0,75м.

Одним з основних видів травмування людей при виконанні монтажних робіт, є падіння з висоти.

При виконанні різних будівельно-монтажних робіт застосовуються засоби підмощування. Можуть виникнути важкі групові нещасні випадки через обвал

засобів підмощування, що може виникнути внаслідок неправильного їх проектування, монтажу, експлуатації.

При проведенні покрівельних робіт небезпека існує при виконанні робіт на висоті, та при роботі з токсичними, легкозаймистими матеріалами.

Також існує небезпека враження робітників електрострумом, що може бути викликане неправильною експлуатацією машин і механізмів, проведення робіт в вологих, неопалювальних приміщеннях, в зоні проходження повітряних ліній електропередач.

5.2. Основні нормативні вимоги безпеки при виконанні окремих видів робіт

При виконанні покрівельних робіт кожний покрівельник повинен пройти загальний інструктаж по техніці безпеки.

При проведенні покрівельних робіт існує небезпека, що поєднана з роботою на висоті, великою можливістю займання матеріалу (при вкладанні утеплювача). Допуск робітників на дах дозволяється після перевірки справності підмостків і огородження. При вітрі більше 6 балів, під час туману, сильного дощу, роботи припиняються.

При роботі на висоті робітники повинні користуватись захисним поясом, випробуваним на навантаження 3 кН на протязі 5 хв., і канатом (тросом) діаметром не менше 15мм. довжиною 10м.

Зберігати синтетичні лаки і фарби потрібно в спеціально обладнаних для цього вогнестійких складах, розміщених не ближче 50 м від житлових і виробничих приміщень. В зоні використання цих матеріалів заборонено використовувати вогненебезпечні засоби, користуватись відкритим вогнем, палити, виконувати іскроутворюючі роботи.

Проходи і проїзди в зоні виконання покрівельних робіт огороджують.

При проведенні склярських робіт необхідно дотримуватись наступних вимог техніки безпеки:

– скло і інші матеріали при роботі на висоті потрібно тримати в спеціальних ящиках, які потрібно встановлювати на підставки чи площадки відведені для цього;

– зону підняття скла і місця над якими проводять роботи необхідно огороджувати;

– при протиранні і встановленні зовнішнього скла робітник повинен користуватись запобіжним поясом.

При проведенні штукатурних робіт, особливу увагу звертають на правильне встановлення і експлуатацію підмостків і риштувань.

Вага матеріалів і інструментів на підмостках не повинна перевищувати допустиму і розподілятись рівномірно. Перед кожною зміною потрібно перевіряти справність механізмів і обладнання, що використовується для штукатурних робіт.

При виконанні штукатурних робіт в закритому приміщенні, створюється підвищений вологісний режим, тому переносні струмоприймачі повинні працювати під напругою не більше 36 В.

На будівельному майданчику розміщені санітарно-побутові і санітарно-гігієнічні приміщення (гардеробні, їдальня, приміщення для висушування одягу, обігріву робочих, санвузли). Всі ці приміщення розташовані не менш, ніж 30 м від автомобільних доріг і інших джерел шуму. Основні побутові приміщення зосереджені в одному районі.

Склад санітарно-побутових приміщень на будівельному майданчику розроблений в залежності від групи виробничих процесів.

Приміщення побутового призначення обладнані водопроводом, каналізацією, освітленням, вентиляцією. Для обігріву приміщення використовують електрорадіатори. Відстань від робочих місць до гардеробних, душових, умивальних не більше 500 м. Площа умивальної визначена виходячи з норми 0,15 м^2 на один кран, передбачаючи 1 кран на 6 чоловік. Відстань між кранами 0,6 м, ширина проходів при односторонньому розміщенні кранів 1,1 м. Душові розміщені в суміжних з гардеробними приміщеннях. Приміщення для

висушування одягу і взуття розроблені з розрахунку 0,2 $м^2$ на одну людину. Приміщення для обігріву і відпочинку робочих запроектовані з розрахунку 0,1$м^2$ на одного працюючого. Відстань від робочого місця до приміщень для приймання їжі не більше 500 м. запроектовано кімнату першої медичної допомоги.

Вивіз з території твердих відходів із сміттєзбиральних контейнерів здійснюється автотранспортом в місця, погоджені місцевими комунальними службами.

Вся територія підлягає періодичному очищенню від забруднення.

Медичне обслуговування передбачається за місцем проживання, на робочих місцях встановлюються аптечки першої медичної допомоги.

Рух по території торгового комплексу односторонній. Прилеглі до торгового комплексу ділянки доріг обладнуються дорожніми знаками та горизонтальною розміткою. Рух та схеми розміщення автомобільного транспорту вирішено за допомогою дорожньої розмітки та дорожніх знаків.

Проектом передбачено влаштування пандусів шириною 1,5 м на пішохідних переходах для проїзду колясок.

Проектом передбачено зовнішнє електричне освітлення території комплексу, в′їздів та виїздів згідно норм освітлення.

5.3 Оцінка стійкості інженерно-технічного комплексу об’єкта до дії світлового випромінювання ядерного вибуху

Світлове випромінювання ядерного вибуху - це електромагнітне випромінювання оптичного діапазону у видимій, ультрафіолетовій і інфрачервоній областях спектра. Джерелом світлового випромінювання є вогняна куля, яка виникає при ядерному вибуху. До її складу входять розжарені продукти вибуху і повітря. Із вогняної кулі випромінюється дуже велика кількість променевої енергії. Внаслідок цього опромінювані елементи багатофункціонального комплексу дуже швидко нагріваються, обвуглюються або

загоряються, а в живих тканинах персоналу комплексу виникають опіки різних ступенів.

Основним параметром, що визначає уражаючу дію світлового випромінювання ядерного вибуху, є світловий імпульс - це кількість світлової енергії, яка припадає на 1 $м^2$ освітлюваної поверхні, розташованої перпендикулярно до напрямку розповсюдження випромінювання. У системі СІ світловий імпульс вимірюється в джоулях на квадратний метр (Дж/$м^2$); тривалість світлового імпульсу вимірюється в секундах і залежить від потужності ядерного боєприпасу.

Внаслідок дії світлового опромінення ядерного вибуху на матеріали відбувається їх плавлення, жолоблення, обвуглення або загоряння. Через світлове опромінювання і вторинні фактори ядерного вибуху можуть виникнути пожежі на підприємствах і в населених пунктах. Особливо швидко загоряються папір, суха трава, солома, сухе листя, дерев’яні будівлі, пиломатеріали, горючі гази, паливні матеріали.

Світловий імпульс можна розрахувати за температурою загорання або нагрівання матеріалів і виробів.

При оцінці стійкості об'єкта будівництва до світлового випромінювання ядерного вибуху необхідно визначити максимальне значення світлового імпульсу яке може бути на об'єкті.

В якості показника стійкості об’єкту до взаємодії світлового випромінювання приймається мінімальне значення світлового імпульсу, при якому може відбутись загорання матеріалів або конструкцій будівель, споруд, в результаті чого виникнуть пожежі на об’єкті. Це значення світлового імпульсу прийнято вважати межею стійкості об’єкта до взаємодії світлового випромінювання ядерного вибуху.

Оцінку стійкості об'єкта до світлового випромінювання доцільно проводити у такій послідовності: визначити ступінь вогнетривкості будівель і споруд, виявити горючі матеріали, елементи конструкцій і речовини; розрахувати світлові

імпульси, при яких відбудеться спалахування елементів із займистих матеріалів; визначити категорію виробництва за пожежною небезпекою.

Розрахункові дані зводять у таблицю результатів оцінки і роблять висновки, в яких вказують: межу стійкості об'єкта проти світлового імпульсу; очікуваний максимальний світловий імпульс; найбільш пожежонебезпечні елементи об'єкта і можлива обстановка на об'єкті.

На основі висновків розробляють конкретні заходи підвищення пожежної стійкості об'єкта.

Дія світлового імпульсу зменшується із збільшенням відстані від центру вибуху і стану атмосфери. Дощ, сніг, туман, дим поглинають світлове випромінювання та зменшують його потужність і уражаючу силу в декілька разів. Надійним захистом від світлового випромінювання є будь-яка непрозора перепона на шляху поширення світлових променів.

На промислових об’єктах проводяться протипожежні профілактичні заходи, як для запобігання пожеж, так і для створення умов, перешкоджаючих розповсюдження вогню і полегшуючих боротьбу з ним у вогнищі ядерного ураження.

Територію об’єкту необхідно регулярно очищати від тимчасових займистих споруд і різноманітних горючих відходів.

Для підвищення вогнестійкості дерев’яних конструкцій приймається вогнезахисне фарбування. Фарбування відбувається фарбою світлих тонів. У якості захисних покриттів використовують вогнестійкі фарби, а також побілку, відбиваючу світлове випромінювання, а для відкритих дерев’яних конструкцій застосовуються також вапняна або суперфосфатна обмазка, глина.

Для гасіння пожеж на об’єкті споруджуються водойми, облаштовуються під’їзди до них, а на берегах рік, озер і ставків, створюються площадки і пірси для установки пожежних насосів. Якщо неможливо використовувати водойми, то для забезпечення технічних потреб об’єкта і гасіння пожеж бурят артезіанські свердловини.

5.4 Розроблення та впровадження на об’єкті планів захисту вододжерел, продовольства, сировини, будівельних матеріалів

Кожний об’єкт будівництва має свою систему захисту, розроблену стосовно до відповідних умов його діяльності. Системи захисту узгоджуються на місцевому рівні. Спільними для всіх об’єктів є цілі, завдання та заходи по захисту рослин, води, тварин, напівфабрикатів, готової продукції та населення.

Захист джерел води забезпечується сукупністю заходів, спрямованих на запобігання потрапляння у воду радіоактивних речовин, отруйних речовин і бактеріальних засобів. Основні заходи по захисту вододжерел: створення зон суворого режиму, посилення охорони вододжерел, систем водопостачання та водопровідних споруд, запасу хлору для знезараження води, систематичний санітарний нагляд за якістю питної води.

Вирішальне значення у захисті сировини, води, напівфабрикатів і готової продукції набуває герметизація. За способами здійснення герметизація може бути повною і найпростішої.

Повна герметизація здійснюється, як правило, на підприємствах при будівництві або реконструкції виробничих приміщень, коли всі герметизуючі пристрої встановлені капітально і приводяться в дію за допомогою серводвигунів. У всіх інших випадках герметизація досягається найпростішими засобами.

Крім герметизації важливе місце в захисті продукції займають:

• раціональне розміщення органів виробництва і переробки сільськогосподарської продукції, забезпечення технології та режимів роботи, що виключають зараження води, рослинності, тварин і різного виду продукції;

• забезпечення надійних режимів роботи підприємств, що виробляють і використовують радіоактивні і сильнодіючі отруйні речовини, з метою виключення витоку і потрапляння шкідливих речовин у водоймища, рослинний світ та корм для тварин;

• виділення охоронних зон джерел водопостачання, водопровідних споруд і дотримання встановленого режиму їх функціонування, що виключає попадання у воду отруйних та інших шкідливих речовин;

• раціональне розміщення та будівництво складських приміщень та холодильників, що забезпечують надійний захист продукції від забруднення шкідливими речовинами в місцях її виробництва, зберігання і реалізації;

• створення спеціалізованих засобів і умов, що забезпечують безпеку транспортування сировини, води, напівфабрикатів і готової продукції;

• наявність необхідної кількості захисних матеріалів (плівки, брезенту, прогумованої тканини, целофану тощо) у місцях виробництва, зберігання, транспортування та реалізації сировини, напівфабрикатів і готової продукції;

• дотримання нормативних вимог виробництва, зберігання, транспортування та реалізації продукції;

• проведення санітарно-ветеринарних заходів, дотримання пожежної безпеки;

• наявність підготовлених спеціальних формувань позаштатних підрозділів та навчання населення захисту водойм, рослинного і тваринного світу та продукції сільського господарства від забруднення шкідливими речовинами.

Важливе місце в системі заходів щодо захисту сировини, води, напівфабрикатів і готової продукції займає тара. Вона використовується як для зберігання, так і для транспортування продукції.

Залежно від характеру захисних властивостей тара підрозділяється на три категорії: вищу, першу і другу.

Тара вищої категорії забезпечує повний захист продукції від поразки (забруднення) радіоактивними, отруйними речовинами і бактеріальними засобами. До неї відносяться металеві і скляні ємності (банки, пляшки тощо).

Тара першої категорії, що захищає продукцію від забруднення радіоактивними речовинами і бактеріальними засобами, але не забезпечує надійного захисту продукції від парів отруйних речовин. До цієї категорії

зазвичай відносяться різного роду дерев'яні бочки, ящики з поліетиленовими вкладишами.

Тара другої категорії забезпечує захист сировини, води, напівфабрикатів і готової продукції тільки від забруднення радіоактивними речовинами.

Для захисту сировини, води, напівфабрикатів і готової продукції при перевезенні готуються відповідні транспортні засоби.

Будівельні матеріали добре будуть захищені і не вимагатимуть додаткового укриття, якщо зберігаються в силосних баштах, траншеях і ямах.

В цьому розділі розглянуто стійкість інженерно-технічного комплексу багатофункціонального комплексу з житлом в м. Золочів до дії світлового випромінювання у воєнний та мирний час, розроблення планів захисту вододжерел, продовольства, сировини, будівельних матеріалів.

Визначено заходи щодо підвищення пожежної стійкості комплексу, захисту джерел водопостачання, використання різноманітної тари для захисту продовольства, сировини, будівельних матеріалів.

Висновки до розділу 5

1. Проведено аналіз об'єкту будівництва на предмет виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів.
2. Виконана оцінка стійкості інженерно-технічного комплексу об’єкта будівництва до дії світлового випромінювання ядерного вибуху та розроблено заходи щодо підвищення стійкості.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблено проект багатофункціонального житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями в місті Золочів Львівської області. Житлові приміщення в даній будівлі трактуються як готельні номери для представницьких організацій та зарубіжних делегацій.
2. Розроблено скінченноелементну модель просторового покриття житлового комплексу з торгово-офісними приміщеннями у вигляді металевого куполу та враховано різні види навантаження, що діють на нього.
3. Досліджено роботу скінченноелементної моделі металевого куполу під різними видами навантаження, визначено розрахункові зусилля в елементах каркасу просторового покриття. Встановлено дійсний напружено-деформований стан просторового покриття.
4. За результатами чисельних розрахунків проведено конструювання та підібрано поперечний переріз елементів металевого каркасу просторового покриття. Запроектовано металевий каркас купольного покриття багатофункціонального комплексу.
5. Виконана оцінка стійкості інженерно-технічного комплексу об’єкта будівництва до дії світлового випромінювання ядерного вибуху та розроблено заходи щодо підвищення стійкості.

БІБЛІОГРАФІЯ:

1. ДБН В.2.6-31-2006 «Теплова ізоляція будівель» – Київ: Мінбуд України, 2006. – 70 с.

2. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «БУДІВЕЛЬНА КЛІМАТОЛОГІЯ» – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 132 с.

3. ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування.Частина ІІ. Будівництво» – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 113 с.

4. ДБН В.2.5-20-2001 - Газопостачання/Мінінвестбуд України.-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 2002

5. ДСТУ Б В.2.7-151:2008 \"Труби поліетиленові для подачі холодної води. Технічні умови\" – Київ: Мінрегіонбуд, 2009. – 37 с.

6. ДСТУ Б.В.2.5-25:2005 \" Труби чавунні каналізаційні і фасонні частини до них Технічні умови\" – Київ: Держбуд України, 2006.

7. ДБН Б В.2.5-38:2008 \"Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд\" – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2008. – 54 с.

8. ДНАОП 0.00-1.32-01 – Київ: Міністерство праці та соціальної політики України, 2001. – 90 с.

9. ДБН В.2.5-28-2006 \"Природне і штучне освітлення\" – Київ: Мінбуд України, 2006. – 96 с.

10. ДБН В.2.5-23:2010 \"Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення\" – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 108 с.

11. ДСТУ Б А.3.1-22:2013 \"Визначення тривалості будівництва об'єктів\" – Київ: Мінрегіон України, 2014. – 43 с.

12. ДБН В.1.3-2-2010 “Геодезичні роботи у будівництві ” – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 55 с..

13. ДСТУ В.2.7-214:2009 «Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками» – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 43 с.

14. С.О. Бугаєвський. Особливості визначення міцності бетону залізобетонних конструкцій мостів / С.О. Бугаєвський. – Харків, 2005. – 4 с. – (ХНАДУ).

15. А. В. Улыбин, к. т. н.; С. Д. Федотов, Д. С. Тарасова (ПНИПКУ «Венчур», Санкт-Петербург), журнал "Мир строительства и недвижимости, №47, 2013 г.

16. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Правила визначення вартості будівництва» – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 93 с..

17. Методичний посібник для виконання дипломної роботи магістра заспеціальністю “Промислове та цивільне будівництво”//Ковальчук Я.О.Дубіжанський Д.І., Тернопіль, 2013. – 49 с.

18. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів спеціаліста тадипломних робіт магістра для студентів спеціальності 7.06010101 та8.06010101 "Промислове і цивільне будівництво" денної і заочної форми навчання / Ковальчук Я.О., Конончук О.П., Дубіжанський Д.І. – Тернопіль: ТНТУ, 2014. – 51 с.

19. ДБН В.2.5-20-2001 - Газопостачання/Мінінвестбуд України.-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 2002

20. ДБН Д.2.2-1-99 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи/ Видавництво ЦМДБ НВО "Созидатель' Дніпропетровськ, 2000

21. ДБН Д.2.2-6-99 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні/ Видавництво ЦМДБ НВО "Созидатель' Дніпропетровськ, 2000

22. ДБН Д.2.2-7-9 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Бетонні та залізобетонні конструкції збірні / Видавництво ЦМДБ НВО "Созидатель' Дніпропетровськ, 2000

23. ДБН Д.2.2-8-99 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Конструкції з цегли та блоків / Видавництво ЦМДБ НВО "Созидатель' Дніпропетровськ, 2000

24. ДБН Д.2.2-9-99 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Металеві конструкції / Видавництво ЦМДБ НВО "Созидатель' Дніпропетровськ, 2000

25. ДБН В.1.4-2.01-97 – Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва/Мінінвестбуд України.-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 1998

26. ДБН 360-92* - Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень/Мінінвестбуд України.-К.: Міністерство інвестицій і будівництва України, 1996

27. Пугач В.І., Люлька Г.С. Охорона праці в будівництві: Навчальний посібник. – Харків: Рубікон. 1998

28. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М. Металеві конструкції / Підручник. – Львів. 2002

29. Методичні вказівки до написання розділу дипломного проекту та дипломної роботи «безпека в надзвичайних ситуаціях» для студентів всіх спеціальностей денної, заочної (дистанційної) та екстернатної форм навчання за освітньо-кваліфікаційними рівнями «спеціаліст», «магістр» – ТЕРНОПІЛЬ: ТНТУ, 2015. – 109 с.

30. Пиндус Ю.І. Скінченноелементне моделювання підсилення згинальних залізобетонних конструкцій вуглепластиковою стрічкою / Ю.І. Пиндус, О.П. Конончук // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2014. – Вип. 29. – С. 621 – 629.

31. Kononchuk O., Skyba O.: Computer software system as a tool for simulating the building constructions operation. Monografia. Projekt interdyscyplinarny projektem XXI wieku. Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. – 2017. – Tom 1. – pp. 155 – 162.

32. Пиндус Ю.І. Застосування методу скінченних елементів при дослідженні згинальних залізобетонних конструкцій підсилених вуглецевим полотном / Ю.І. Пиндус, О.П. Конончук // Прогресивні матеріали та технології в машинобудуванні, будівництві та транспорті: збірник тез доповідей ІІІ наукової конференції механіко-технологічного факультету Тернопільського національного

технічного університету імені Івана Пулюя., (Тернопіль, 21 травня 2015 р.). – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – С. 7 – 8.

33. Застосування сучасних програмних комплексів при вивченні роботи підсилених залізобетонних конструкцій / Ю.І. Пиндус, О.П. Конончук, А.Б. Ковбасник, І.В. Кузик, А.І. Красовський // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 16-17 листопада 2017 року — Т. : ТНТУ, 2017 — Том І. — С. 123-124. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).

34. Дослідження залізобетонних конструкцій методом скінченних елементів / Конончук О.П., Пиндус Ю.І., Вільк М.Л., Павлюк О.В. // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 27-28 листопада 2019 року — Т. : ТНТУ, 2019 — Том І. — С. 27. — (Нові матеріали, міцність і довговічність елементів конструкцій).