



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

Факультет центр перепідготовки та післядипломної освіти  
(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20\_\_ р.

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

на здобуття освітнього ступеня Магістр  
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Табалюку Ігорю Юрійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект 9 – поверхового житлового будинку в м. Хмельницькому з дослідженням міжповерхової сходової площадки.

Керівник роботи Ковальчук Ярослав Олексійович., к.т.н. доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2022 року № 4/7-907

2. Термін подання студентом завершеної роботи до 15.12.2022 року

3. Вихідні дані до роботи Геолокація об'єкту

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

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
8-12 листів формату А1



## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ .....	9
1.1 Відомості про топографічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні, метеорологічні та кліматичні умови земельної ділянки .....	9
1.2 Опис та обґрунтування конструктивних рішень .....	10
1.3 Опис та обґрунтування технічних рішень, що забезпечують необхідну міцність, стійкість, просторову незмінність будівлі .....	11
1.4 Обґрунтування номенклатури, компонування та площ основного призначення .....	11
1.5 Обґрунтування проектних рішень і заходів .....	12
1.5.1 Дотримання необхідних теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій.....	12
1.5.2 Зниження шуму та вібрацій .....	12
1.5.3 Гідроізоляція та пароізоляція приміщень .....	13
1.5.3 Зниження загазованості приміщень .....	13
1.5.4 Видалення надлишків тепла .....	13
1.5.5 Дотримання безпечного рівня електромагнітних та інших випромінювань, дотримання санітарно-гігієнічних умов.....	13
1.5.6 Пожежна безпека .....	13
1.6 Характеристика та обґрунтування конструкцій підлоги, покрівлі, перегородок та оздоблення приміщень.....	14
1.7 Перелік заходів щодо захисту будівельних конструкцій та фундаментів від руйнування .....	15
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ .....	16

	4
2.1 Проектування будівельних конструкцій .....	16
2.1.1 Конструктивне рішення .....	16
2.2 Статичний розрахунок будівлі .....	16
2.2.1 Коротка характеристика методики розрахунку .....	16
2.2.2 Розрахункова схема .....	18
2.2.3 Визначення розрахункових поєднань зусиль.....	21
2.2.4 Результати розрахунку .....	22
2.5 Аналіз, конструювання та підбір арматури плити перекриття .....	27
2.6 Розрахунок та конструювання фундаментів .....	29
2.6.1 Оцінка інженерно-геологічних умов майданчикобудівництва. 29	
2.6.2 Збирання навантажень на фундамент .....	30
2.6.3 Проектування стрічкового фундаменту .....	31
2.6.4 Проектування стрічкового фундаменту на пальовій основі ....	33
2.6.5 Підбір палейного обладнання.....	35
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ.....	37
3.1 Варіантне проектування форми будівлі .....	37
3.2 Варіантне проектування конструкції сходової площадки.....	37
3.2.1 Варіант 1- Монолітна залізобетонна сходова площадка з опиранням по контуру .....	37
3.2.2 Варіант 2- Монолітна сходова залізобетонна площадка по профільованому листу балочної клітини та стінах.....	40
3.3 Вибір конструкції для перекриття сходового майданчику житлового будинку «Північні ворота».....	43
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	44

	5
4.1 Охорона праці.....	44
4.1.2 Захисне заземлення.....	48
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	50
4.2.1 Оцінка стійкості об'єкта будівництва до впливу ударної хвилі ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості.....	50
4.2.2 Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на об'єкті будівництва.....	52
ВИСНОВОК .....	57
БІБЛІОГРАФІЯ .....	58

## ВСТУП

У будівництві, як у одній з базових галузей, відбуваються серйозні структурні зміни. Збільшилася питома вага будівництва об'єктів не виробничого призначення, значно зросли обсяги реконструкції будівель, споруд, міських мікрорайонів, а також вимоги до якості робіт, захисту довкілля, тривалості інвестиційного циклу будівництва об'єкта. Важливе завдання будівельної галузі сьогодні – забезпечити людей якісним житлом, що відповідає сучасним вимогам.

У багатьох містах сьогодні стоїть гостро проблема нестачі території під забудову, одним із шляхів вирішення якої є створення високих будівель, що скорочує площу забудови. У зв'язку з цим поява житлового будинку «Північні ворота» є актуальною.

У випускній кваліфікаційній роботі розглянуто будівництво 9-поверхової житлової будівлі, із застосуванням монолітного залізобетонного каркасу.

Розроблено основні проектні рішення на влаштування залізобетонного каркасу житлового будинку. В результаті було проведено економічне обґрунтування конструкцій об'єкта економ класу; на основі вихідних даних умов будівництва визначено архітектурно-планувальні та конструктивні рішення; здійснено розрахунки конструктивних елементів фундаменту, плити перекриття типового поверху.

**Актуальність теми.** Будівництво висотних житлових будинків із залізобетону – провірена роками технологія, що завжди знайде застосування в будь-якому куточку світу. Технології зведення із залізобетону постійно вдосконалюються, і дедалі частіше стає очевидним той факт, що будувати із залізобетону дешево, надійно та актуально. Такі будівлі характерні вільним плануванням, можливістю застосовувати будь-які матеріали в екстер'єрі, що зумовлює високу архітектурну виразність.

**Мета роботи:** Розробка проекту 9 поверхової житлової будівлі з дослідженням міжповерхової сходової площадки.

**Об'єкт досліджень** – залізобетонні міжповерхові сходові площадки.

**Предмет дослідження** – прогини залізобетонних міжповерхових сходових площадок за різних умов технологічного влаштування.

**Доцільність проведення досліджень** зумовлена тим, що отримані результати дадуть можливість підвищити економічність та довговічність елементів житлових будівель із залізобетонним каркасом при їх експлуатації.

**Завдання роботи:**

- розробити основні конструктивні та архітектурні рішення житлової будівлі із залізобетонним каркасом;
- виконати розрахунок основних несучих конструкцій житлової будівлі із залізобетонним каркасом;
- виконати статичний розрахунок міжповерхової сходової площадки при влаштуванні її по профільованому настилу та при влаштуванні гладкої сходової площадки опертій по контурі;
- розробити заходи по охороні праці та цивільному захисту населення.

**Методи дослідження** – скінченно-елементний з використанням прикладного програмного пакету ЛІРА.

**Галузю застосування** результатів роботи є проектування нових, реконструкція та експлуатація існуючих житлових багатоповерхових будівель із залізобетонним каркасом.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає в тому, що отримала подальший розвиток методика моделювання перекриттів по профільованому настилу.

**Практичне значення отриманих результатів.** Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для зведення нових та реконструкції житлових будівель із залізобетонним каркасом.

**Апробація результатів** магістерської роботи виконана роботи виконана на міжнародній науково-технічній конференції присвяченій 70 - річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича «Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій» (Тернопільський національний технічний університет імені Івана



Пулюя, 10-11 листопада 2022 року).

**Публікація результатів магістерської роботи** здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

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

**Ключові слова:** залізобетонний каркас, житлова будівля, скінченні елементи.

## РОЗДІЛ 1

### АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

#### 1.1 Відомості про топографічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні, метеорологічні та кліматичні умови земельної ділянки

Даний район будівництва характеризується такими природно-кліматичними даними:

- середньорічна температура повітря плюс 0,5°C;
- абсолютна максимальна температура повітря плюс 26°C;
- середня максимальна температура повітря плюс 24,3°C теплого місяця;
- абсолютна мінімальна температура повітря мінус 23°C;
- температура повітря найбільш холодної доби мінус 18° С із забезпеченістю 0,98;
- температура повітря найбільш холодною п'ятиденки мінус 13° С із забезпеченістю 0,98;
- температура повітря найбільш холодної доби мінус 14° С із забезпеченістю 0,92;
- температура повітря найбільш холодною п'ятиденки мінус 17°C із забезпеченістю 0,92 .

Середня температура повітря:

- найбільш холодного місяця мінус 8,2 ° С
- найбільш теплого місяця плюс 19,12 ° С
- тривалість періоду із середньодобовою 82 доби температурою нижче 0°C
- тривалість періоду із середньодобовою 134 доби температурою нижче плюс 8° С :
- середньорічна температура із середньодобовою мінус 11,1°C температурою нижче 0°C
- середньорічна температура із середньодобовою мінус 6,7°C температурою нижче плюс 8° С.
- середня місячна відносна вологість повітря 71% найбільш холодного

місяця 4;

– середня місячна відносна вологість повітря 70% найбільш теплого місяця. Кількість опадів за рік 454 мм. Добовий максимум 97 мм. Переважний напрямок вітрів грудень-лютий західний.

За сукупністю всіх метеорологічних даних клімат району будівництва характеризується як різко континентальний, зі спекотним літом, суворою зимою та різким перепадом добових температур.

Район по впливу клімату на технічні вироби та матеріали належить до групи II.

Кліматичний район для будівництва ІВ.

Розрахункове значення ваги снігового покриву на 1 м<sup>2</sup> горизонтальної поверхні землі дорівнює 2,4 кПа (240 кгс/м<sup>2</sup>) – IV сніговий район.

Нормативний вітровий тиск – 0,38 кПа (38 кгс/м<sup>2</sup>), III вітровий район.

Сейсмічність району з- 6; 7 балів для сейсмічної небезпеки типу "А", "В", "С" ймовірності на протязі 50 років відповідно.

## **1.2 Опис та обґрунтування конструктивних рішень**

Будівля безкаркасна (9-поверхова з трьома напівпідземними поверхами) з монолітними залізобетонними зовнішніми і внутрішніми стінами, що несуть, і перекриттями з монолітного залізобетону з опиранням по контуру, з утепленням і вентиляльованим навісним фасадом. Будівля відокремлена з інших частин комплексу деформаційними швами.

Фундаменти – пальові з вдавлюваних паль перетином 300 x 300 мм;

Стіни підземної частини – із монолітного залізобетону кл. С20/25 товщиною 300 та 200 мм з монолітного залізобетону кл. С20/25;

Стіни ліфтової шахти – із монолітного залізобетону кл. С20/25 товщиною 200 мм;

Перекриття – з монолітного залізобетону кл. С20/25 завтовшки 200 мм з опиранням по контуру;

Покриття – з монолітного залізобетону кл. С20/25 завтовшки 180 мм з

опиранням по контуру;

Сходи - з монолітного залізобетону кл. С20/25 і збірні залізобетонні марші індивідуального виготовлення.

Зовнішні стіни – з монолітного залізобетону кл. С20/25 товщиною 300 та 200 мм з монолітного залізобетону кл. С20/25 з утепленням мінераловатними плитами та оздоблювальним шаром;

Внутрішні стіни - з монолітного залізобетону кл. С20/25 товщиною 300 та 200 мм з монолітного залізобетону кл. С20/25;

### **1.3 Опис та обґрунтування технічних рішень, що забезпечують необхідну міцність, стійкість, просторову незмінність будівлі**

Міцність та стійкість будівлі забезпечується спільною роботою монолітних стін будівлі у вертикальних площинах та горизонтальними дисками монолітних залізобетонних перекриттів у горизонтальних площинах. Зовнішні та внутрішні стіни розташовані на всю висоту будівлі. Фасадна колона – декоративна.

Для спільної роботи елементів будівлі, стін та дисків перекриттів, проектом передбачається монолітне жорстке сполучення стін з ростверком та монолітне жорстке сполучення стін та перекриттів.

### **1.4 Обґрунтування номенклатури, компоновання та площ основного призначення**

Під час розробки ТЕО будівлі враховувалися: містобудівна ситуація, наявність існуючих будівель та вимоги щодо організації технологічного процесу.

Об'ємно-планувальна структура та генеральний план ділянки передбачають функціональне зонування з поділом потоків руху мешканців житлових будинків з відвідувачами та персоналом вбудовано-прибудованих приміщень громадського призначення, а також пішохідних та транспортних

потоків.

Житловий будинок «Північні ворота» є 9-поверховою житловою будівлею з вбудованими в 1 поверх приміщеннями громадського призначення (офісами № 1,2,3,4) та загальнобудинковими приміщеннями.

Будівля має складну геометричну форму. Найбільші габарити будівлі становлять: 29,000x39,000м.

## **1.5 Обґрунтування проектних рішень і заходів**

### **1.5.1 Дотримання необхідних теплозахисних характеристик огорожувальних конструкцій**

Тепловий захист будівлі розроблений відповідно до вимог ДБН «Тепловий захист будівель».

Будівля передбачена опалювальною. Температура внутрішнього повітря – плюс 18°C.

Конструкція зовнішніх стін та покрівлі: монолітна залізобетонна стіна товщиною 200,300 мм з бетону класу C20/25(M350), утеплювач Rockwool ЛайтБаттс товщиною 200 мм з межею вогнестійкості EI150 класу пожежної небезпеки K0 з наведеним опір вітро-гідрозахисна мембрана "TYVEKSoft", облицювання фасадними композитними касетами.

Світлові отвори заповнені віконними блоками з ПВХ профілів - ОП, двокамерний склопакет з основними експлуатаційними характеристиками 4M1-12-4M1-12Ar-I4 та наведеним опором теплопередачі  $R = 0,65 \text{ (м}^2 \cdot \text{0 C)/Вт}$ . Покрівля має наведений опір теплопередачі  $R_{пр}=4,54 \text{ м}^2 \cdot \text{0 C/Вт}$ .

### **1.5.2 Зниження шуму та вібрацій**

У приміщенні проектом не передбачається розміщення технологічного чи іншого обладнання, що є джерелом підвищеного шуму. Основний склад приміщень та їх цільове призначення не потребують додаткової звукоізоляції.

### **1.5.3 Гідроізоляція та пароізоляція приміщень**

Монолітні ділянки стін фундаментів, що контактують із ґрунтом, покриваються на 2 рази обмазувальною гідроізоляцією.

Приміщень з підвищеною волого та пароутворенням у будівлі проектом не передбачається. Отже, заходів щодо додаткової гідро та пароізоляції приміщень не потрібно.

### **1.5.3 Зниження загазованості приміщень**

Процесів, що призводять до підвищеної загазованості приміщень, у будівлі, що проектується, не передбачено. Проектом передбачено систему вентиляції з урахуванням вимог до приміщень даного типу та обліку норм загазованості.

### **1.5.4 Видалення надлишків тепла**

У будівлі не передбачено процесів, що призводять до підвищеного тепловиділення, отже, заходів щодо видалення надлишків тепла не потрібно.

### **1.5.5 Дотримання безпечного рівня електромагнітних та інших випромінювань, дотримання санітарно-гігієнічних умов**

У приміщеннях проектного об'єкта не передбачається встановлення обладнання, що є джерелом електромагнітних та інших випромінювань, отже, заходи щодо дотримання безпечного рівня даних випромінювань не потрібні.

### **1.5.6 Пожежна безпека**

Цей проект виконано з урахуванням вимог [2,4,6] та інших чинних правил та норм. Вимоги щодо пожежної безпеки враховані при проектуванні об'ємно-планувальних та конструктивних рішень.

В тому числі:

- планувальні рішення: розміри приміщень, кількість виходів з них

виконані з урахуванням вимог щодо безперешкодної евакуації людей та персоналу;

- будівля забезпечена необхідною кількістю евакуаційних виходів;
- конструктивні рішення: несучі конструкції каркасу виконані з негорючих матеріалів;
- утеплення фасаду виконане з негорючим мінераловатним утеплювачем; матеріали, які застосовуються в інтер'єрі, мають необхідні сертифікати з пожежної безпеки.

Основні показники за проектом:

- ступінь вогнестійкості будівлі – II.
- клас функціональної пожежної небезпеки – Ф 4.3.
- клас конструктивної пожежної небезпеки – С0.

Межі вогнестійкості будівельних конструкцій:

- несучі елементи будівлі – R 90;
- несучі зовнішні стіни - E 15;
- елементи безгоріщного покриття (балки, прогони) – R 15;
- внутрішні стіни сходової клітки – REI 90;
- марші та майданчики сходів - R 60;
- протипожежні перегородки - EI 90.

Усі матеріали, що застосовуються у цьому проекті, сертифіковані у сфері пожежної безпеки. Допускається заміна матеріалів на аналогічні при обов'язковому узгодженні з проектувальником та наявності всієї дозвільної та сертифікаційної документації на продукцію.

## **1.6 Характеристика та обґрунтування конструкцій підлоги, покрівлі, перегородок та оздоблення приміщень**

Запроектвані види обробки застосовані як найбільшефективні за санітарними вимогами.

Для стель без підвісної стелі обрано біле фарбування ВД АК з максимальним коефіцієнтом відбиття - 0.7.

Стелі у вбудованих приміщеннях - підвісні світлих тонів ( $K = 0,45$ ).

В обробці стін вбудованих приміщень застосовано фарбування ВД АК ( $K = 0,3$ ). У санвузлах – керамічна плитка світлих тонів.

### **1.7 Перелік заходів щодо захисту будівельних конструкцій та фундаментів від руйнування**

Захист будівельних конструкцій від руйнування складається з комплексу заходів, спрямованих на їх захист від руйнівної дії зовнішнього середовища.

Захист збірних залізобетонних конструкцій заводського виготовлення - полягає у виготовленні паль, плит, прогонів, перемичок та ін. залізобетонних виробів із необхідних класів бетону та арматури, марок бетону з морозостійкості та водонепроникності, що відповідають умовам їх експлуатації у проектному кліматичному районі.

Захист монолітних залізобетонних конструкцій будівельного виготовлення полягає у застосуванні проектних класів арматури, сталі та бетону, дотриманні захисних шарів арматури та виконанні правил укладання, бетонування та ущільнення бетонної суміші.

Захист цегляних конструкцій – полягає у застосуванні зазначених у проекті марок цегли та розчину кладки з урахуванням міцнісних вимог до кладки та вимог щодо морозостійкості та водонепроникності.



## РОЗДІЛ 2

### РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

#### 2.1 Проектування будівельних конструкцій

##### 2.1.1 Конструктивне рішення

Міцність та стійкість будівлі забезпечується спільною роботою стін будівлі у вертикальних площинах та горизонтальними дисками монолітних залізобетонних перекриттів у горизонтальних площинах. Зовнішні та внутрішні стіни розташовані на всю висоту будівлі. Фасадна колона – декоративна.

Для спільної роботи елементів будівлі, стін та дисків перекриттів, проектом передбачається монолітне жорстке сполучення стін з ростверком та монолітне жорстке сполучення стін та перекриттів.

#### 2.2 Статичний розрахунок будівлі

Розрахунок будівлі виконуємо за допомогою проектно-обчислювального комплексу SCAD. Комплекс реалізує скінченно-елементне моделювання статичних та динамічних розрахункових схем, перевірку стійкості, вибір невідповідних поєднань зусиль, підбір арматури залізобетонних конструкцій, перевірку несучої здатності сталевих конструкцій.

##### 2.2.1 Коротка характеристика методики розрахунку

В основу розрахунку покладено метод скінченних елементів з використанням основних невідомих переміщень і поворотів вузлів розрахункової схеми. У зв'язку з цим ідеалізація конструкції виконана у формі, пристосованій до використання цього методу, а саме: система представлена у вигляді набору тіл стандартного типу (стрижнів, пластин, оболонок і т.д.), які називають кінцевими елементами і приєднані до вузлів.

Тип скінченного елемента визначається його геометричною формою, правилами, визначальними залежностями між переміщеннями вузлів кінцевого елемента та вузлів системи, фізичним законом, визначальним залежність між

внутрішніми зусиллями та внутрішніми переміщеннями, та набором параметрів (жорсткостей), що входять в опис цього закону та ін.

Вузол у розрахунковій схемі способу переміщень представляється як абсолютно твердого тіла зникаюче малих розмірів. Положення вузла у просторі при деформаціях системи визначається координатами центру та кутами повороту трьох осей, жорстко пов'язаних із вузлом.

Вузол представлений як об'єкт, що володіє шістьма ступенями свободи - трьома лінійними зміщеннями та трьома кутами повороту.

Усі вузли та елементи розрахункової схеми нумеруються. Номери, присвоєні ним, слід трактувати лише як імена, які дозволяють робити необхідні посилання.

Основна система методу переміщень вибирається шляхом накладання у кожному вузлі всіх зв'язків, які забороняють будь-які вузлові переміщення. Умови рівності нулю зусиль у цих зв'язках є вирішальні рівняння рівноваги, а зміщення зазначених зв'язків - основні невідомі методи переміщень.

Загалом у просторових конструкціях у вузлі можуть бути всі шість переміщень:

- 1 - лінійне переміщення вздовж осі X;
- 2 - лінійне переміщення вздовж осі Y;
- 3 - лінійне переміщення вздовж осі Z;
- 4 - кут повороту з вектором уздовж осі X (поворот навколо осі X);
- 5 - кут повороту з вектором уздовж осі Y (поворот навколо осі Y);
- 6 – кут повороту з вектором уздовж осі Z (поворот навколо осі Z).

Нумерація переміщень у вузлі (ступенів свободи), представлена вище, використовується далі без спеціальних застережень, а також використовуються відповідно позначення X, Y, Z, UX, UY і UZ для позначення величин відповідних лінійних переміщень і кутів повороту.

Відповідно до ідеології методу кінцевих елементів, справжня форма поля переміщень всередині елемента (за винятком елементів стрижневого типу) наближено представлена різними спрощеними залежностями. При цьому похибка у визначенні напруги та деформацій має порядок  $(h/L)^k$  де  $h$  —

максимальний крок сітки;

$L$  – характерний розмір області. Швидкість зменшення помилки наближеного результату (швидкість збіжності) визначається показником ступеня  $k$ , який має різне значення для переміщень та різних компонентів внутрішніх зусиль (напруг).

### 2.2.2 Розрахункова схема

Системи координат. Для опису розрахункової схеми використовуються такі декартові системи координат:

Глобальна правостороння система координат  $XYZ$ , пов'язана з розрахунковою схемою.

Локальні правосторонні системи координат, пов'язані з кожним кінцевим елементом.

Тип схеми. Розрахункова схема визначена як система з ознакою 5. Це означає, що розглядається система загального виду, деформації якої та її основні невідомі представлені лінійними переміщеннями вузлових точок уздовж осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  та поворотами навколо цих осей.

Граничні умови. Можливі переміщення вузлів кінцево-елементної розрахункової схеми обмежені зовнішніми зв'язками, які забороняють деякі з цих переміщень.

Розрахункова схема будівлі включає дані про навантаження та фізичну модель.

Фізична модель будівлі є тривимірною системою запроектованою в монолітному варіанті, а також дані про фізико-механічні властивості матеріалів.



Рисунок 2.1-Розрахункова схема каркасу

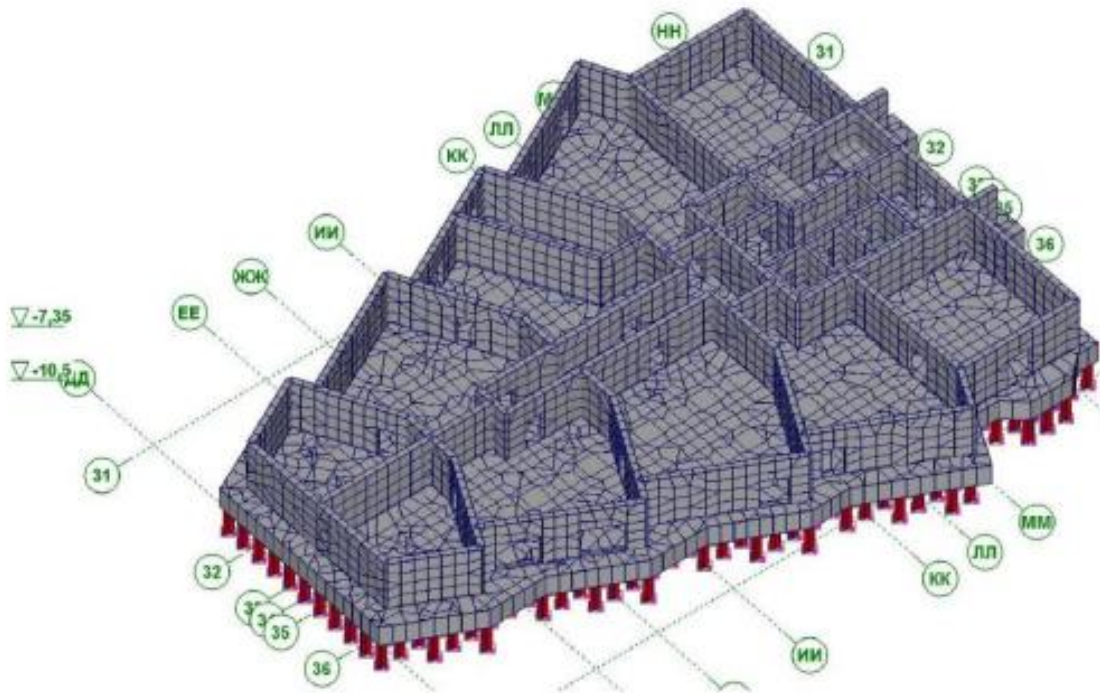


Рисунок 2.2-Фрагмент розрахункової схеми (низ)

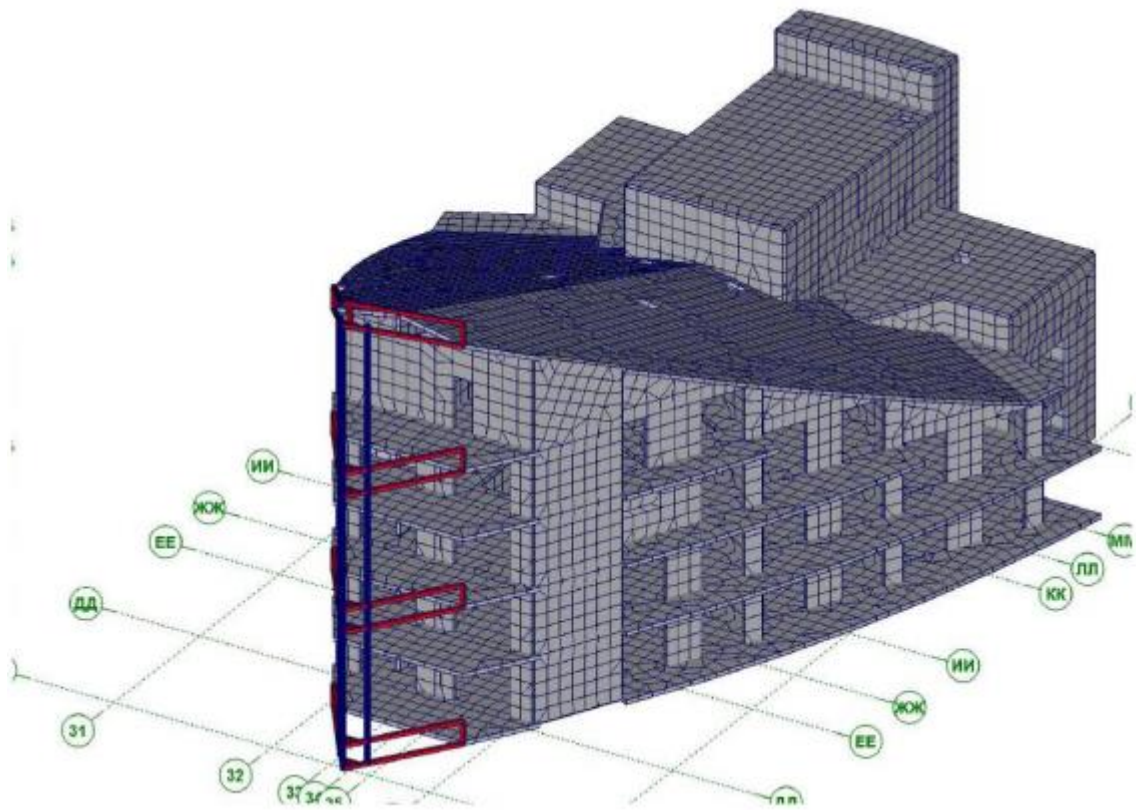


Рисунок 2.3-Фрагмент розрахункової схеми (верх)

Задаємо жорсткості елементів будівлі:

- стіни підземної частини- з монолітного залізобетону кл. С20/25 товщиною 300 та 200 мм з монолітного залізобетону кл. С20/25;
- стіни ліфтової шахти- з монолітного залізобетону кл. С20/25 товщиною 200 мм;
- перекриття- із монолітного залізобетону кл. С20/25 завтовшки 200 мм з опиранням по контуру;
- покриття- із монолітного залізобетону кл. С20/25 завтовшки 180 мм з опиранням по контуру;
- сходи- із монолітного залізобетону кл. С20/25 та збірні залізобетонні марші індивідуального виготовлення.

Зовнішні стіни із монолітного залізобетону кл. С20/25 товщиною 300 та 200 мм з монолітного залізобетону кл. С20/25 з утепленням мінераловатними плитами та оздоблювальним шаром;

Внутрішні стіни- З монолітного залізобетону кл. С20/25 товщиною 300 та 200 мм з монолітного залізобетону кл. С20/25;

Зміст завантажень у розрахунковій моделі:

L1 - власна маса конструкцій

L2 - навантаження від підлоги на перекриттях

L3 - навантаження від перегородок

L4 - корисне тимчасове тривале вертикальне навантаження на перекриття

L5 - корисне тимчасове тривале вертикальне навантаження на перекриття

L6 - корисне тимчасове тривале вертикальне навантаження на перекриття

L7 - корисне тимчасове тривале вертикальне навантаження на перекриття

L8 - корисна короткочасна вертикальна навантаження наперекриття

L9 - корисна короткочасна вертикальна навантаження наперекриття

L10 - корисна короткочасна вертикальна навантаження наперекриття

L11 - корисна короткочасна вертикальна навантаження наперекриття

L12 - корисне вертикальне навантаження на балконну плиту

L13 - навантаження від зовнішніх стін, огороження балконів

L14 - вітрове навантаження

L15 - вітрове навантаження

L16 - вітрове навантаження

L17 - вітрове навантаження

L18 - навантаження від бічного тиску ґрунту на стіну підвалу

L19 - навантаження від покрівлі на покритті

L20 - снігова навантаження

### **2.2.3 Визначення розрахункових поєднань зусиль**

Розрахунки елементів каркасу будівлі повинні виконуватися з урахуванням найбільш несприятливих поєднань навантажень та відповідних зусиль. Ці поєднання встановлюють з урахуванням аналізу можливих варіантів одночасного дії різних навантажень. Для цього статичний розрахунок будівлі виробляють окремо на кожне навантаження (снігове, вітрове та ін.) або на групу навантажень, які не можуть діяти ізольовано одна від одної (власна вага конструкцій покриття, стін та ін.). Використовуючи дані такого розрахунку, знаходять для кожного розрахункового перерізу елементів схеми свою

комбінацію навантажень, яка створює найбільш несприятливі умови роботи цього перерізу.

Нормами передбачені два види основних поєднань та одне особливе поєднання навантажень.

Основне поєднання з одним короткочасним навантаженням допускає одночасно враховувати всі постійні, всі тимчасові тривалі і одне короткочасне навантаження, причому ці навантаження можна приймати без зниження, тобто. з коефіцієнтом поєднань  $\Psi=1$ .

Основне поєднання з двома та більш короткочасними навантаженнями дозволяє одночасно враховувати будь-які навантаження, крім особливих. У цьому тимчасові тривалі приймають з коефіцієнтом поєднань  $\Psi=0,95$ , а короткочасні – з  $\Psi=0,9$ .

У особливих поєднаннях можна враховувати постійні, тимчасові тривалі з  $\Psi=0,95$  короткочасні з  $\Psi=0,8$  і одну особливу з  $\Psi=1$ .

Для поперечної рами приймаємо наступні комбінації навантажень:

$$1) L1+L2+0.95 \cdot L3+0.95 \cdot L5+0.95 \cdot L6+0.95 \cdot L7+0.9 \cdot L9+0.9 \cdot L10+0.9 \cdot L11+L13 \\ +L18+L19+0.9 \cdot L20$$

$$2) L1+L2+0.95 \cdot L3+0.95 \cdot L5+0.95 \cdot L6+0.95 \cdot L7+0.9 \cdot L8+0.9 \cdot L9+0.9 \cdot L10+0.9 \cdot L11+L13 \\ +L18+L19+0.9 \cdot L20$$

$$3) L1+L2+0.95 \cdot L3+0.95 \cdot L6+0.95 \cdot L7+0.9 \cdot L10+0.9 \cdot L11+L13+L18+L19+0.9 \cdot L20$$

$$4) L1+L2+0.95 \cdot L3+0.95 \cdot L4+0.95 \cdot L5+0.95 \cdot L6+0.95 \cdot L7+0.9 \cdot L8+0.9 \cdot L9+0.9 \cdot L10+0.9 \cdot \\ L11+0.95 \cdot L12+L13+L18+L19+0.9 \cdot L20$$

#### 2.2.4 Результати розрахунку

Максимальне горизонтальне переміщення верху будівлі відвітрових навантажень з урахуванням крену фундаментів становить 67,2 мм, або 1/1453 висоти будівлі, що не перевищує граничного значення 1/700, або 139,5 мм.

Максимальна осідання фундаменту становить – 2,6см, що не перевищує граничного значення 15см.

Максимальний крен будівлі з урахуванням крену фундаментів становить 0,0006744 у напрямку X та -0,0003415 у напрямку Y, що не перевищує

граничного значення<sup>1</sup>  $u=0,003$ .

Мінімальний коефіцієнт запасу стійкості системи - 31.9927, що більше граничного значення – 2.

Максимальне прискорення верхнього перекриття від вітрових навантажень з урахуванням пульсаційної складової - 0,06601 м/сек<sup>2</sup>, що менше граничного значення - 0.08 м/сек<sup>2</sup>.

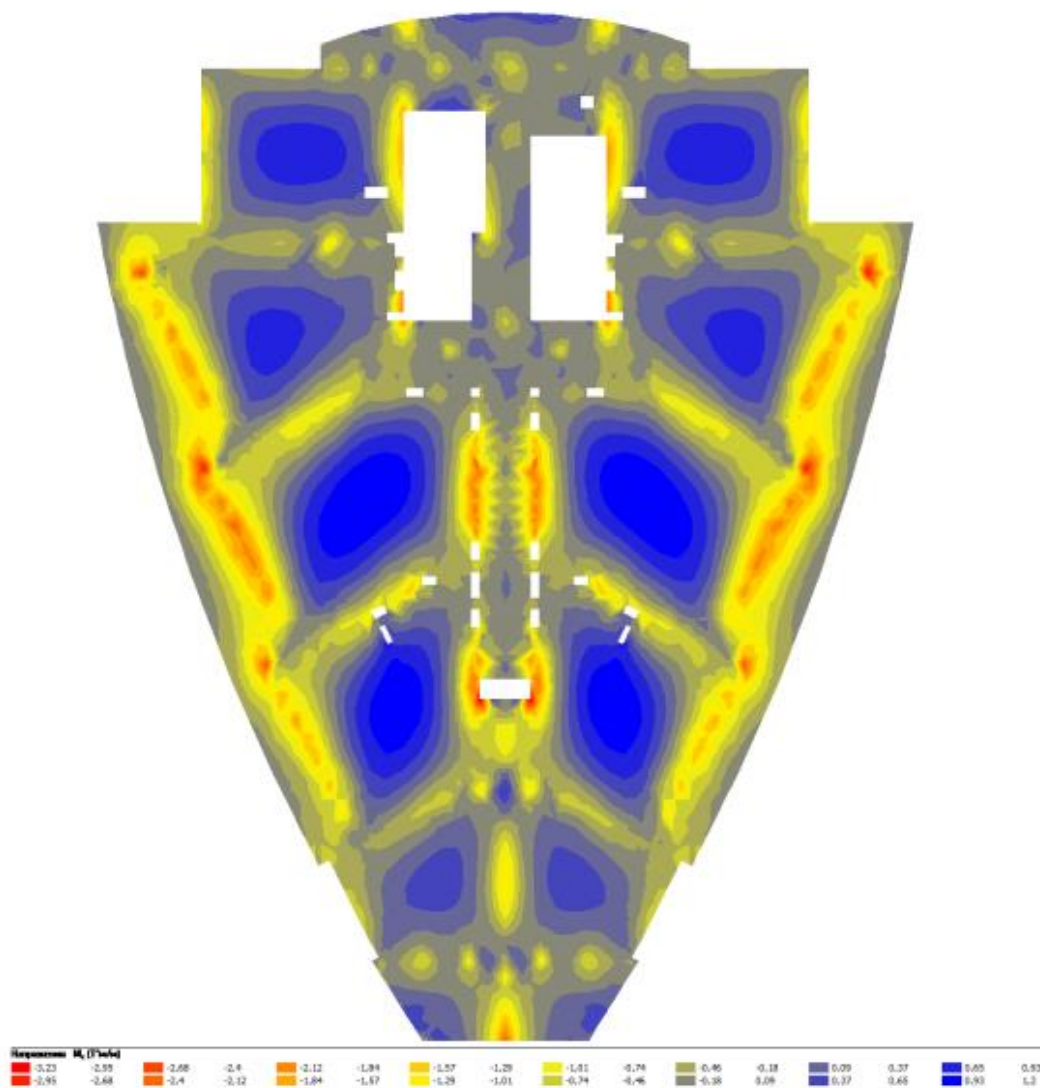
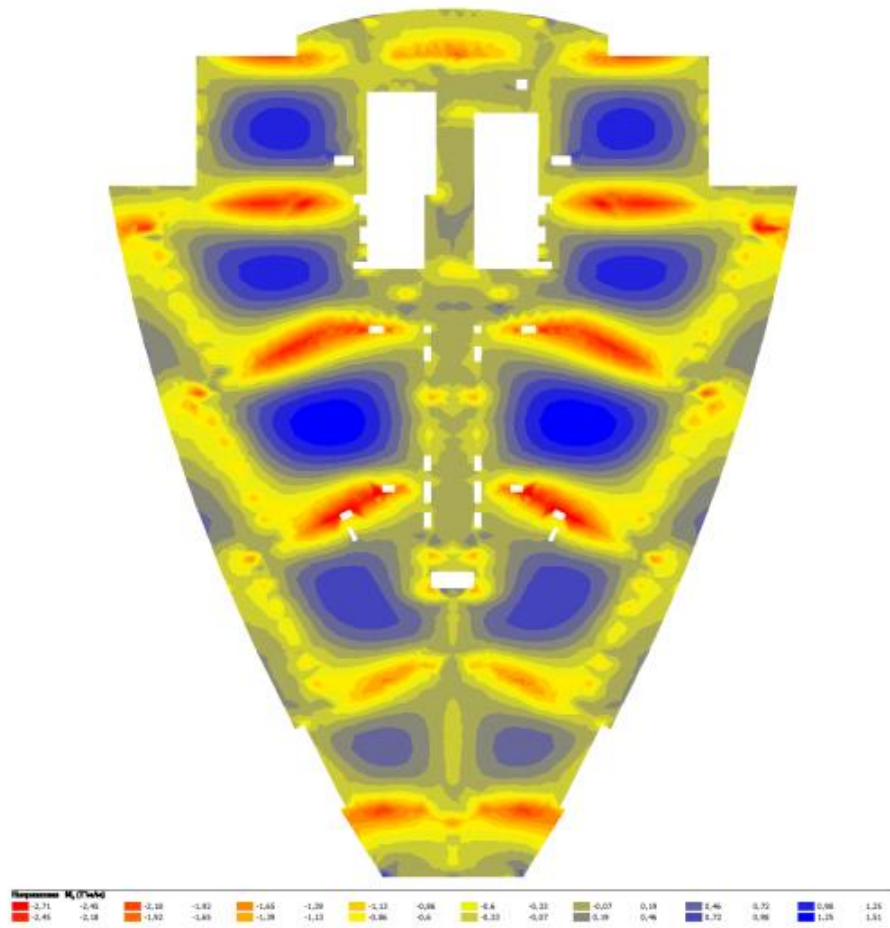
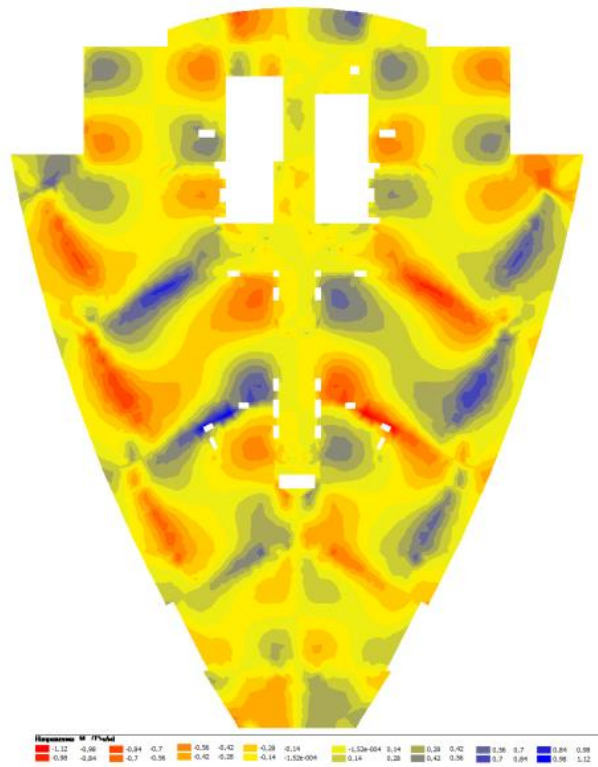


Рисунок 2.4- Поля згинальних моментів  $M_x$ , кН·м/м.





Рисунку 2.5- Поля згинальних моментів  $M_y$ , кН·м/м.



Рисунку 2.6- Поля згинальних моментів  $M_x$ , кН·м/м.

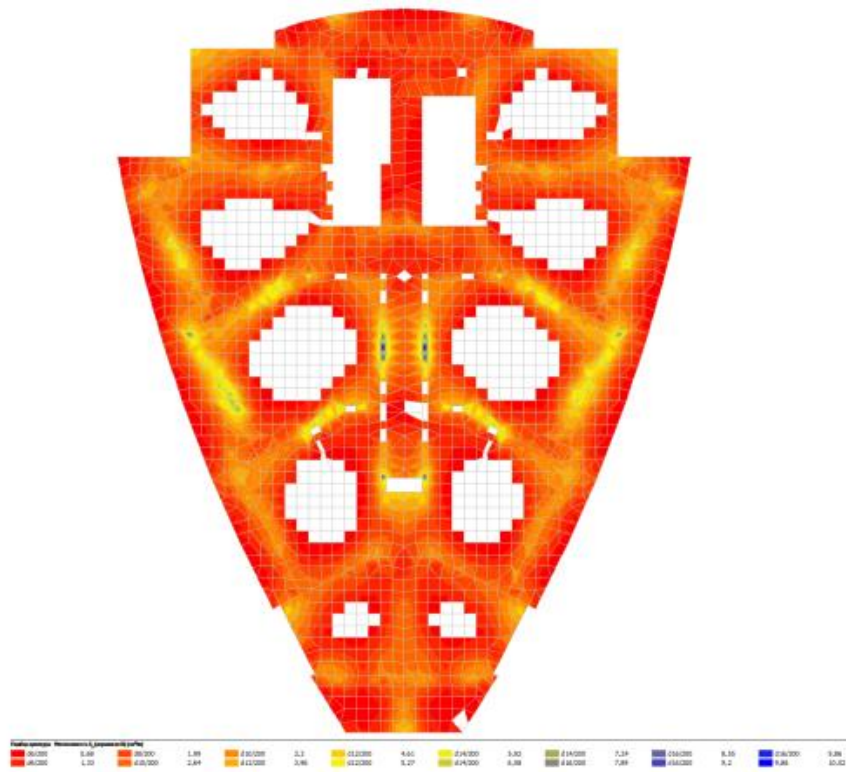
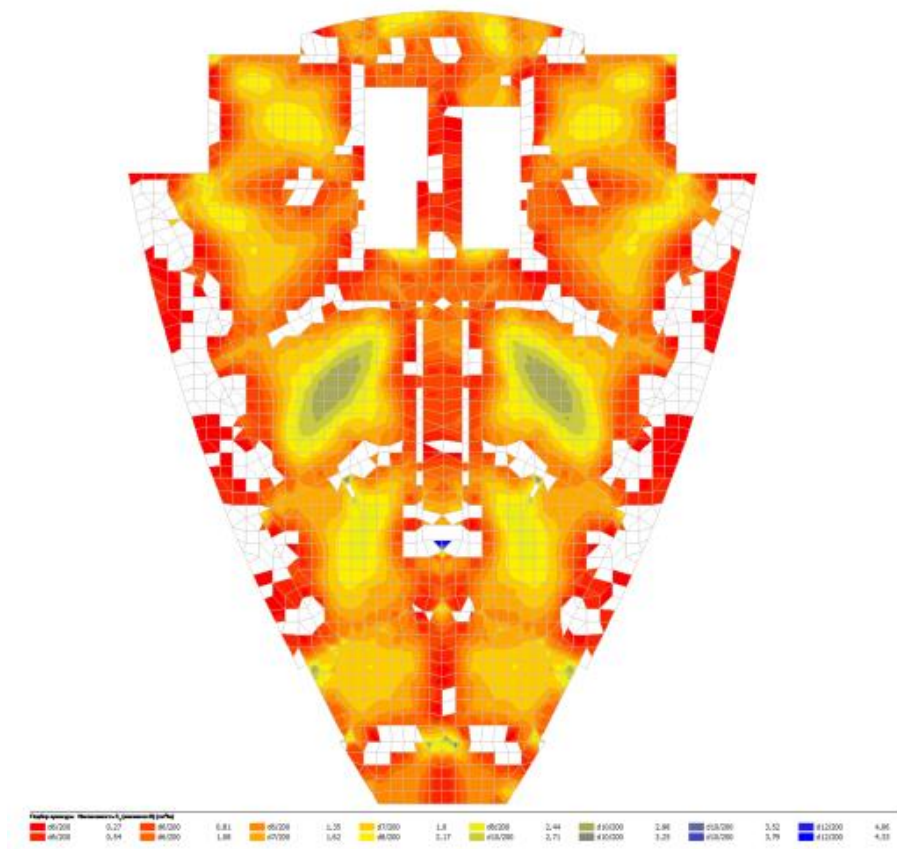


Рисунок 2.7- Ізополя верхнього армування монолітної ділянки по осі X



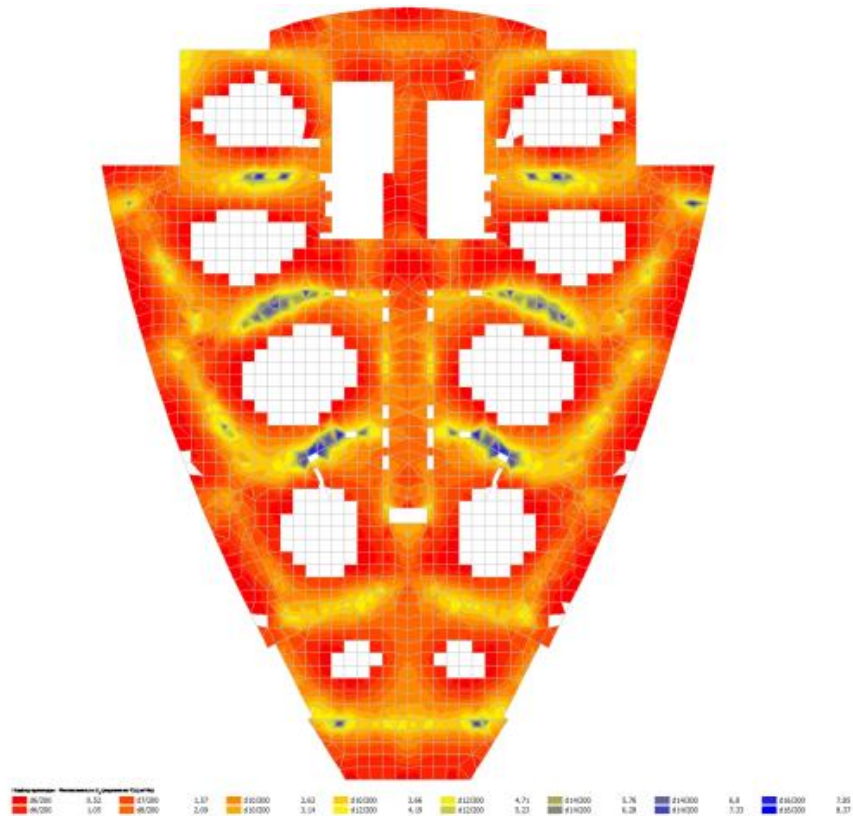


Рисунок 2.9- Ізополя верхнього армування монолітної ділянки по осі У

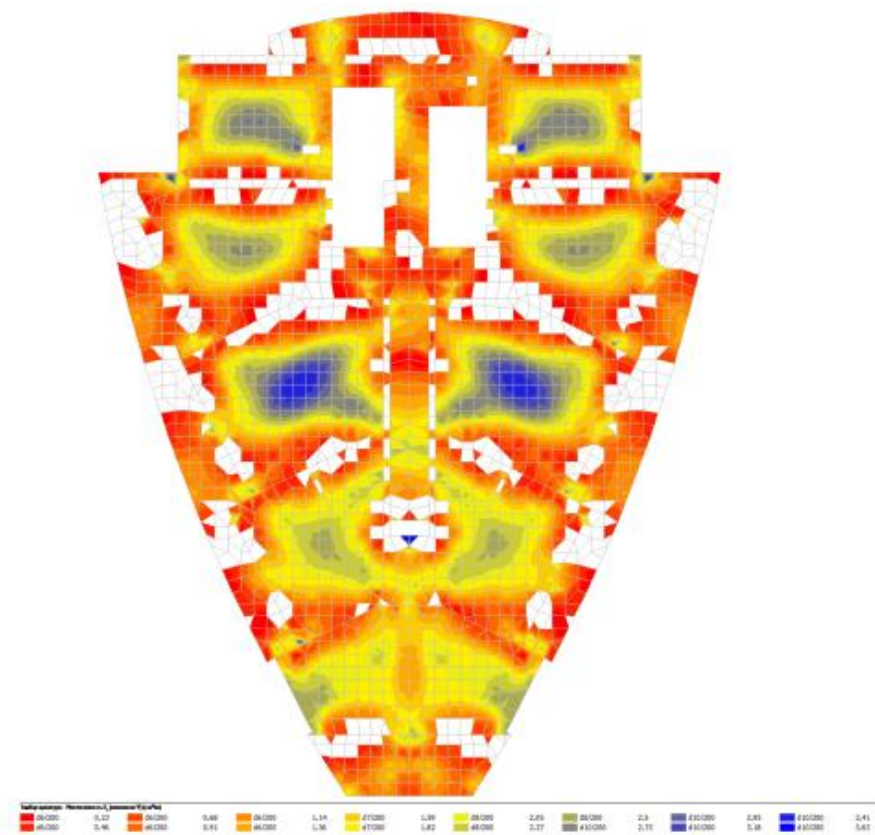


Рисунок 2.10- Ізополя нижнього армування монолітної ділянки по осі У

## 2.5 Аналіз, конструювання та підбір арматури плити перекриття

За певними зусиллями у ПК SCAD 11.3 (рис 2.4-2.6) зробимо підбір арматури у плиті перекриття. Для плити приймаємо важкий бетон класу C20/25 з розрахунковим опором стиску  $R_b=14,5$  МПа, початковим модулем пружності  $E_b=27 \cdot 10^3$  МПа. Коефіцієнт умов роботи  $b_2 = 0,9$ .

Арматура поздовжня класу A500С, розрахунковий опір  $R_s = 450$  МПа, [21], модуль пружності  $E_s = 200000$  МПа. Приймаємо мінімальне армування стрижнями вздовж цифрових і вздовж буквених осей нижнього шару зі стрижнів діаметром 10 мм з кроком 200 мм, верхнього шару зі стрижнів діаметром 10 мм з кроком 200 мм.

Розрахунок плити за нормальним перерізом.

Перетин плити сприймається як прямокутне 1000x200 мм. Розраховуємо арматуру у прольоті між осями.

Максимальний прогоновий момент  $M_x = 1,2$  т·м/м;  $M_y=1,5$  т·м/м;

$$h_{0x} = h - a = 200 - 26 = 174 \text{ см};$$

$$h_{0y} = h - a = 200 - 38 = 162 \text{ см}.$$

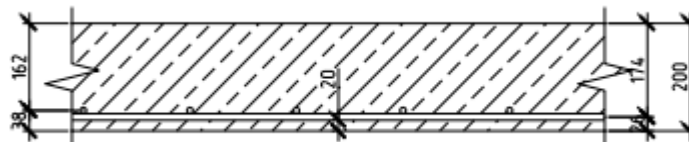


Рисунок 2.11 - Схема розташування нижньої арматури

Обчислюємо  $\alpha_m$  у напрямку X:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{1,2}{0,9 \cdot 14,5 \cdot 1 \cdot 0,174^2} = 0,114$$

Визначаємо  $\alpha_R = 0.372$ ,  $\alpha_m < \alpha_R$  стиснена арматура з розрахунку не потрібна.

Визначаємо площу розтягнутої арматури :

$$A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s} = \frac{14,5 \cdot 0,9 \cdot 1000 \cdot 174 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,114})}{450} = 718 \text{ мм}^2$$

Результат армування в ВК "SCAD 11.3"  $A_s = 828,28$  мм<sup>2</sup> на 13,3%

перевищує розраховану площу арматури  $A_s = 718 \text{ мм}^2$ .

Обчислюємо  $\alpha_m$  у напрямку Y

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{1,5}{0,9 \cdot 14,5 \cdot 1 \cdot 0,162^2} = 0,131$$

Визначаємо  $\alpha_R = 0,372$ ,  $\alpha_m < \alpha_R$  стиснена арматура з розрахунку не потрібна.

Визначаємо площу розтягнутої арматури:

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s} = \frac{14,5 \cdot 1000 \cdot 162 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,131})}{450} = 869,6 \text{ мм}^2$$

Результат армування у ВК “SCAD 11.3” (включаючи результати з розрахунку по тріщиностійкості)  $A_s = 1002,04 \text{ мм}^2$  на 15,23 % перевищує розраховану площу арматури  $A_s = 869,6 \text{ мм}^2$

Розраховуємо арматуру на опорі. Максимальний прогоновий момент

$$M_x = -3,23 \text{ т} \cdot \text{м} / \text{м};$$

$$M_1 = -2,71 \text{ т} \cdot \text{м} / \text{м};$$

$$h_{0x} = h - a = 200 - 25 = 175 \text{ см};$$

$$h_{0y} = h - a = 200 - 35 = 165 \text{ см}.$$

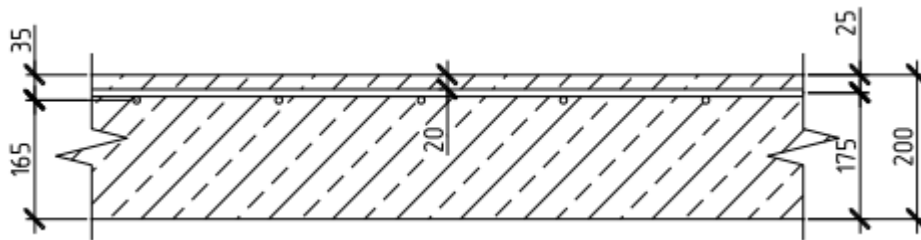


Рисунок 2.12- Схема розташування верхньої арматури

Обчислюємо  $\alpha_m$  у напрямку X:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{3,23}{0,9 \cdot 1450 \cdot 1 \cdot 0,175^2} = 0,243$$

Визначаємо  $\alpha_R = 0,372$ ,  $\alpha_m < \alpha_R$  стиснена арматура з розрахунку не потрібна.

Визначаємо площу розтягнутої арматури арматури:

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s} = \frac{14,5 \cdot 1000 \cdot 165 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,243})}{450} = 1764,4 \text{ мм}^2$$

Результат армування у ВК “SCAD 11.3” (включаючи результати з розрахунку по тріщиностійкості)  $A_s=2057,1 \text{ мм}^2$  на 14,23 % перевищує розраховану площу арматури  $A_s=1764,4 \text{ мм}^2$

Обчислюємо  $\alpha_m$  у напрямку Y:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{2,71}{0,9 \cdot 1450 \cdot 1 \cdot 0,165^2} = 0,244$$

Визначаємо  $\alpha_R = 0.372$ ,  $\alpha_m < \alpha_R$  стиснена арматура з розрахунку не потрібна.

Визначаємо площу розтягнутої арматури:

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m})}{R_s} = \frac{14,5 \cdot 1000 \cdot 165 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,244})}{450} = 1773,12 \text{ мм}^2$$

Результат армування в розрахунково-обчислювальному комплексі SCAD 11.3  $A_s = 2037,32 \text{ мм}^2$  на 14,9% перевищує розраховану площу арматури  $A_s = 1773,12 \text{ мм}^2$ . Площі арматури, розраховані в ВК “SCAD 11.3” на 13-15% більше за ручний розрахунок, конструювання плити виконуємо за результатами армування в ВК “SCAD 11.3”.

## 2.6 Розрахунок та конструювання фундаментів

### 2.6.1 Оцінка інженерно-геологічних умов майданчикобудівництва

За відносну позначку 0,000 прийнято відмітку чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній 153,65 м.

Майданчик будівництва сплановано. Абсолютні позначки рельєфу у межах майданчика змінюються від 150.88 до 151.8 м, слабкий ухил спостерігається у північно-західному напрямку.

Ґрунтові води розкриті на глибині 15,73 м, що відповідає абсолютній позначці 139,92 м.

Склад геологічної колонки:

– супісок пластичний, сірого кольору, з лінзами суглинку тугопластичного;

- пісок гравелистий, маловологі, коричневого кольору;

- галечниковий ґрунт із піщаним заповнювачем до 15-30%, маловологий;

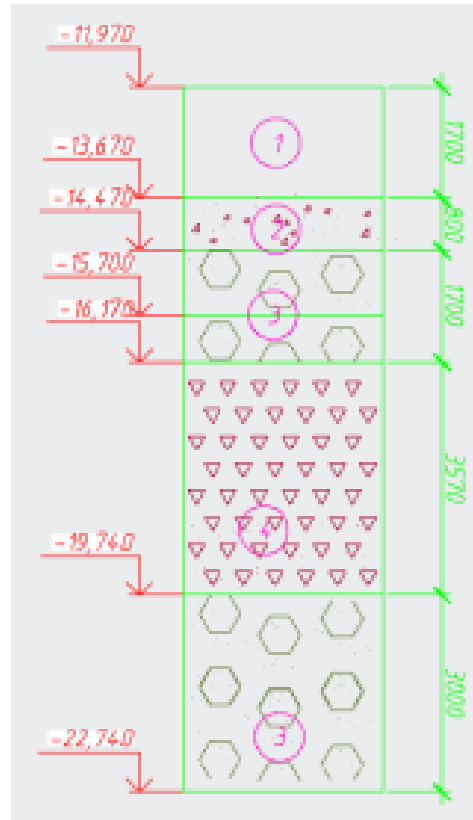


Рисунок 2.13 – Інженерно-геологічна колонка

– гравійний ґрунт із піщаним заповнювачем до 30-40 %, насичений водою;

- суглинок елювіальний твердий (продукт вивітрювання алевроліту).

### 2.6.2 Збирання навантажень на фундамент

Використовуючи комплексну програму SCAD отримали наступні навантаження на фундамент:

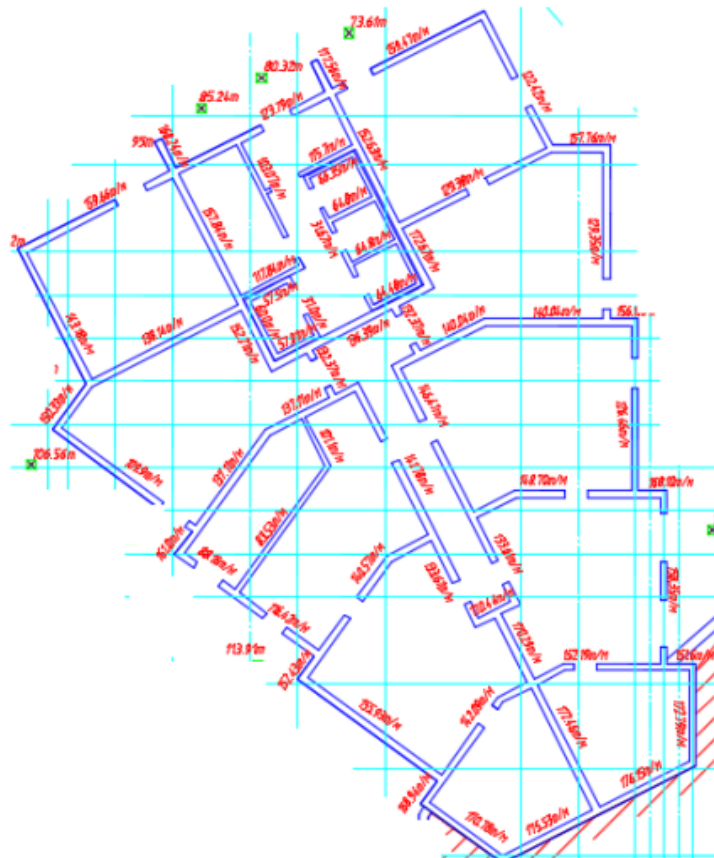


Рисунок 2.14 – Збір навантажень

Аналізуючи вийшли результати, для подальшого розрахунку приймаємо розрахункове вертикальне навантаження  $N = 179$  т/м.

### 2.6.3 Проектування стрічкового фундаменту

Товщина стіни = 300 мм. Відмітка підлоги підвалу -10,5 м, ґрунти – галечниковий ґрунт із піщаним заповнювачем до 15-30%, маловологий з позначки -14,47 м та до глибини -16,17 м; ґрунтові води відсутні; питоме зчеплення = 30 кПа; кут внутрішнього тертя  $\varphi = 39$  град.; коефіцієнт пористості  $e = 0,6$ ; питома вага  $\gamma = 2,035$  кН/м<sup>3</sup>; розрахункове вертикальне навантаження становить  $N = 179$  т/м. Визначимо глибину закладення стрічкового фундаменту. За конструктивними умовами [20] фундамент повинен бути закладений на 0,5 м нижче підлоги підземних поверхів. Галечниковий ґрунт є надійною основою для фундаментів, тому він і буде основою для фундаменту. Позначка спирання ґрунту -15,47.



Визначення розрахункового опору ґрунту.

Середній тиск під подошвою визначається за формулою:

$$p_{\text{ср}} = \frac{N}{b} + \gamma_{\text{ср}} d,$$

$$b = \frac{N}{R_0 - \gamma_{\text{ср}} d},$$

де  $R_0$  – розрахунковий опір ґрунту, кПа;

$\gamma_{\text{ср}} = 20 \text{ кН/м}^3$  – середнє значення питомої ваги ґрунту та бетону;

$d$  – приведена глибина закладення фундаменту від підлоги підвалу.

$$b = \frac{175,53 \cdot 1,15}{500 - 20 \cdot 5} = 0,5 \text{ м};$$

$$p_{\text{ср}} = \frac{175,53}{0,5} + 20 \cdot 5 = 451,1 \text{ м}.$$

Розрахунковий опір ґрунту визначаємо за формулою [20]:

$$R_1 = \frac{\gamma_{\text{с1}} \cdot \gamma_{\text{с2}}}{K} \cdot (M_y \cdot K_z \cdot b_1 \cdot \gamma_{\text{II}} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{\text{II}} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{\text{II}} + M_c \cdot c_{\text{II}}),$$

де  $\gamma_{\text{с1}}$  - коефіцієнт умов роботи;

$\gamma_{\text{с2}}$ -коефіцієнт умов роботи;

$K$  - Коефіцієнт, що враховує надійність визначення характеристик  $c$  і  $\varphi$  ,

$K = 1,1$ ;

$M_y, M_g$  і  $M_c$  - коефіцієнти, що залежать від  $\varphi_{\text{II}}$ ;

$K_z = 1$  – коефіцієнт при ширині подошви фундаменту  $b < 10 \text{ м}$ ;

$\gamma_{\text{II}}$  - розрахункове значення питомої ваги ґрунту нижче за подошву фундаменту,  $\text{кН/м}^3$ ;

$\gamma'_{\text{II}}$  - розрахункове значення питомої ваги ґрунту вище за подошву фундаменту,  $\text{кН/м}^3$ ;

$c_{\text{II}}$  - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту під подошвою фундаменту, кПа.

$d_b = 1,94 \text{ м}$  - глибина підвалу, що дорівнює відстані від рівня планування до підлоги підвалу, (при глибині підвалу більше 2 м приймають  $d_b = 2 \text{ м}$ , при ширині підвалу  $B > 20 \text{ м}$   $d_b = 0$ ).

$$\gamma_{c1} = 1,4;$$

$$\gamma_{c2} = 1,4$$

$$M_u = 2,28, \text{ оскільки } \varphi_{II} = 39 \text{ град.};$$

$$M_q = 10,11;$$

$$M_c = 11,25;$$

$$\gamma_{II} = \frac{(1,7 \cdot 17,5 + 0,8 \cdot 0)}{1,7 + 0,8} = 11,9 \text{ кН/м}^3;$$

$$R = \frac{1,4 \cdot 1,4}{1,1} [2,28 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 2,035 + 10,11 \cdot 5 \cdot 11,9 + (10,11 - 1) \cdot 0 \cdot 11,9 + 11,25 \cdot 0,03] = 1076,5 \text{ кПа.}$$

Оскільки  $R = 1076,5 > p_{ср} = 451,1 \text{ кПа}$  на 50% , це занадто великого значення, але оскільки будинок є висотним, ми можемо допустити такий запас міцності.

#### 2.6.4 Проектування стрічкового фундаменту на пальовій основі

Вибір довжини палі. Відмітка низу ростверку становитиме -15,05, висота ростверку –  $h_p = 0,6 \text{ м}$ .

Використовуємо як несучий шар – гравійний ґрунт із піщаним заповнювачем до 30-40 %, насичений водою, що залягає на позначці -16,7 м.

Приймаємо палі довжиною 7 м, відмітка низу кінця становитиме -18,60 м. Марка палі С70.30.

Несуча здатність палі-стійки по ґрунту. Визначається за формулою [20]:

$$F_d = \gamma_c \cdot R \cdot A$$

де  $\gamma_c$  – коефіцієнт умови роботи палі в ґрунті, що приймається рівним 1,0;

$A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ м}^2$  – площа поперечного перерізу палі;

$R$ -розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа; для забивних паль-стійок приймається рівним 20000кПа.

$$F_d = 1 \cdot (0,3 \cdot 0,3) \cdot 20000 = 1800 \text{ кН.}$$

Визначення навантажень на палю

Основним критерієм проектування пальових фундаментів є умова [26]:

$$N_{св} \leq \gamma_0 F_d / \gamma_n \gamma_k$$

Допустиме навантаження на палю відповідно до розрахунку складе:

$$N_{\text{пл}} = 1 \cdot 1800 / 1,15 \cdot 1,4 = 1118 \text{ кН.}$$

Але використовуючи орієнтовні значення допускається навантаження на палі, що мають місце в практиці, приймаємо значення  $\gamma_0 F_d / \gamma_n \gamma_k = 800 \text{ кН}$  [26].

Визначимо крок палей (відстань між осями сусідніх палей) [26]:

$$a = \frac{\gamma_0 F_d / \gamma_n \gamma_k - 1,1 \cdot 10 g_{\text{св}}}{N_i + 1,1 \cdot 0,7 \cdot \gamma_{\text{ср}}}$$

де  $N_i$  - погонне навантаження на стрічковий фундамент, кН/м;

$0,7 d_p \gamma_{\text{ср}}$  - погонне навантаження на ростверк (0,7 м - осереднена ширина ростверку);

$d_p$  - глибина закладення ростверку, м;

$$\gamma_{\text{ср}} = 20 \text{ кН/м}^3;$$

1,1 - коефіцієнт надійності навантаження;

$g_{\text{пл}}$  - маса палей, .

$$a = \frac{800 - 1,1 \cdot 10 \cdot 1,38}{179 + 1,1 \cdot 0,7 \cdot 20} = 2,3 \text{ м.}$$

Відстань між палями візьмемо 1 м.

Розміри ростверку прийнято 600x500 мм, навантаження на ростверк становить 179 кН/м. Клас бетону ростверку за міцністю приймає 15. Моменти, що виникають у ростверці, визначаємо за формулами [26]:

$$M_{\text{оп}} = \frac{(N' + N_p) \cdot L_p^2}{12},$$

$$M_{\text{пр}} = \frac{(N' + N_p) \cdot L_p^2}{24},$$

де  $N'$  - розрахункове навантаження на рядовий палевий фундамент, кН/м;

$L_p$  - розрахункова величина прольоту, визначається за формулою:

$$L_p = 1,05(c-d),$$

де  $c$  - відстань між палями в осях, м;  $d$  - сторона перерізу палі, м.

$$L_p = 1,05(1,3 - 0,3) = 1,05\text{м};$$

$$M_{\text{оп}} = \frac{179 + 1,05^2}{12} = 16,5\text{кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{оп}} = \frac{179 + 1,05^2}{24} = 8,2\text{кН} \cdot \text{м}.$$

За величиною моментів визначається необхідний переріз робочої арматури розтертку:

Перетин арматури визначаємо за [20]:

$$\alpha_{\text{оп}} = \frac{M_{\text{оп}}}{b \cdot R_{bt} \cdot h_{\text{оп}}^2} = \frac{16,5}{0,6 \cdot 8500 \cdot 0,45^2} = 0,001, \zeta = 0,995;$$

$$A_{s \text{ оп}} = \frac{16,5}{0,995 \cdot 0,45 \cdot 365000} = 0,0001\text{м}^2 = 1\text{см}^2.$$

Приймаємо конструктивно арматуру верхню та нижню 3Ø12 А400с з площею  $A_s = 3,39\text{см}^2$ .

Відстань між каркасами приймається 200-300 мм, довжина каркасів до 6,5м.

## 2.6.5 Підбір палейного обладнання

$$E^{\text{min}} = 1,75 \cdot a \cdot F_d / \gamma_k,$$

де  $a = 25\text{Дж/кН}$ ;

$$E^{\text{min}} = 1,75 \cdot 25 \cdot 433,86 = 18981 \text{ Дж} = 18,98 \text{ кДж}.$$

Вибираємо штанговий дизель-молот С-330 із  $E_d = 22 \text{ кДж}$  – енергія удару;

Маса ударної частини  $m_4 = 2,5 \text{ т}$ ; Повна маса молота  $m_1 = 4,2 \text{ т}$ .

Мінімальне відношення  $m_4/m_2$  має бути не менше ніж 1,09.

Відмова в кінці забивання палі  $S_a$  визначається за формулою:

$$S_a = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d \cdot (F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2 \cdot (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3},$$

де  $\eta$  - 1500 кН/м<sup>2</sup>;

$A$  – площа поперечного перерізу палі, м<sup>2</sup>;

$F_d$  – здатність палі, що несе, кН;

$m_1$  - повна маса молота, т;  $m_2$  - маса палі, т;

$m_3$  - маса наголовника, що приймається 0,2 т;

$F_d = 607,41$  кН – несуча здатність палі;

$E_d$  – паспортна енергія удару молота.

$$S_a = \frac{22 \cdot 1500 \cdot 0,09}{800 \cdot (800 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{4,2 + 0,2(2,28 + 0,2)}{4,2 + 2,28 + 0,2} = 0,028(\text{м}) = 2,8\text{см.}$$

Техніко – економічне порівняння варіантів фундаментів

Таблиця 2.1 – Техніко – економічне порівняння варіантів фундаментів на природній основі (стрічковий) та на палях (стрічковий пальовий)

Шифр	Найменування робіт	Од. змін.	Кількість		Трудомісткість, люд./год			
			На прир.	На палях	Од.	заг.	Од.	заг.
					На прир.		На палях	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Земляні роботи</b>							
1-169	1.Розробка ґрунту 2-ої групи екскаватором	1000 м <sup>3</sup>	2.29	2.58	10.2	23.31	10.2	26.31
1-368	2.Транспортування ґрунту в відвал на відстань до 3 км	т	750.00	4230	-	-	-	-
1-321	3. Зворотне засипання ґрунту шарами з ущільненням	1000 м <sup>3</sup>	0.20	0.23	-	-	-	-
1-278	4.Ручна розробка ґрунту під подошвою фундаменту	м <sup>3</sup>	0.03	-	1.25	0.0375	-	-
	<b>Пальові роботи</b>							

## РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

### 3.1 Варіантне проектування форми будівлі

Житловий будинок «Північні ворота» є будівлею, що складається з 9-поверхів, з вбудованими в 1 поверх приміщеннями громадського призначення (офісами № 1,2,3,4) та загальнобудинковими приміщеннями.

Будівля має складну геометричну форму. Найбільші габарити будівлі становлять: 29,000x39,000м.

Позначимо варіанти завершення висотної будівлі: незмінна форма по всій висоті будівлі та скошену вершину.

Оскільки велику верхню частину будівлі займають технічні поверхи, зміна форми на житлову площу не вплине. Пред'являючи архітектурно-мистецькі вимоги до будівлі, виконання яких сприяє створенню виразного вигляду будівлі, використовуючи нелінійне завершення вигляду будівлі, підкреслиться його оригінальний дизайн, виділяючи його серед інших міських будівель.

### 3.2 Варіантне проектування конструкції сходової площадки

#### 3.2.1 Варіант 1- Монолітна залізобетонна сходова площадка з опиранням по контуру

Будівля безкаркасна (9-поверхова з 3-ма напівпідземними поверхами) з монолітними залізобетонними зовнішніми і внутрішніми стінами, що несуть, і перекриттями з монолітного залізобетону з опиранням по контуру з утепленням і вентиляльованим навісним фасадом.

Міцність та стійкість будівлі забезпечується спільною роботою монолітних стін будівлі у вертикальних площинах та горизонтальними дисками монолітних залізобетонних перекриттів у горизонтальних площинах. Зовнішні та внутрішні стіни розташовані на всю висоту будівлі. Фасадна колона – декоративна.

Для спільної роботи елементів будівлі, стін та дисків перекриттів, проектом передбачається монолітне жорстке сполучення стін з ростверком та монолітне жорстке сполучення стін та перекриттів.

Перекриття – монолітні плоскі безбалочні, завтовшки 200 мм.

Колони монолітні залізобетонні перетином 400х400 мм. Прив'язка колон – осьова.

Горизонтальні навантаження сприймаються монолітними діафрагмами, товщина яких становить 200 мм.

Перекриття з монолітного залізобетону:

Монолітні безбалочні перекриття із залізобетону - це суцільна плита, що спирається на стіни або колони.

Перекриття з монолітного залізобетону виконується там, де проектується будинки з нетрадиційним за геометрією плануванням. Це дозволяє не підлаштовувати стіни будинку і його внутрішнє планування під розміри збірних плит перекриття.

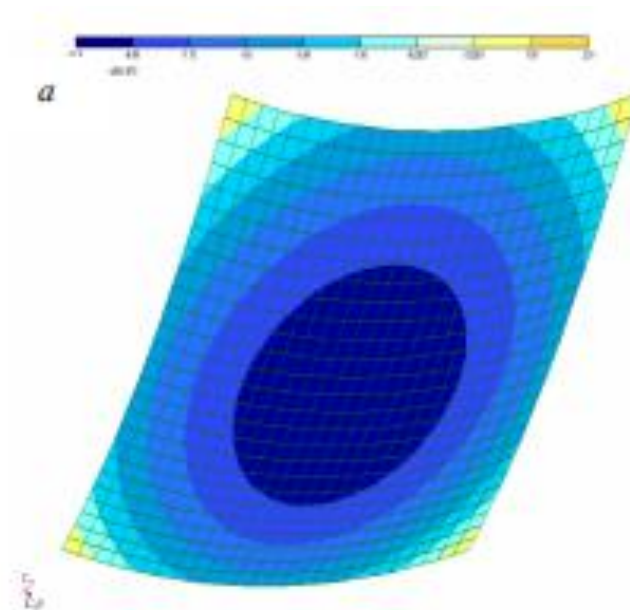


Рисунок 3.1 - Схема деформування сходової площадки опертої по контуру

Максимальні прогини в такій конструкції зосереджені в середині, та становлять 1,27 мм.

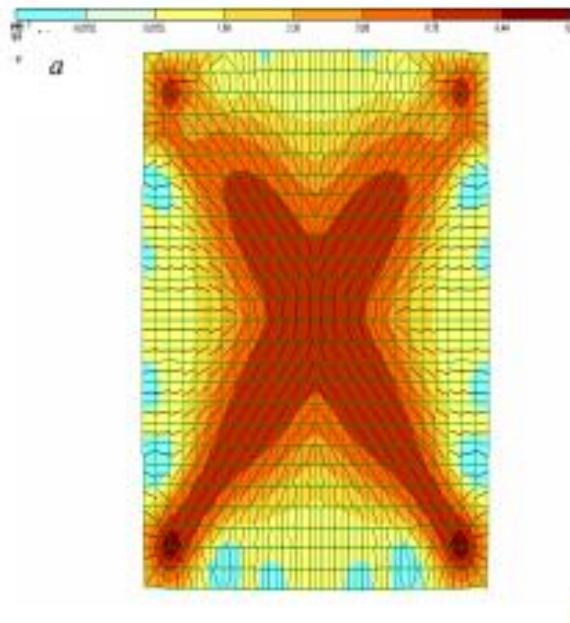


Рисунок 3.2 – Ізополя головних напружень сходової площадки опертій по контуру

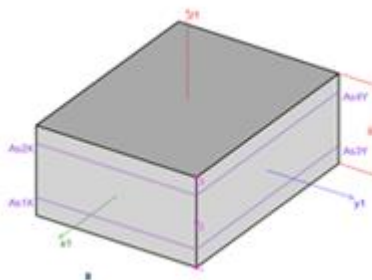


Рисунок 3.3 – Схема розташування арматури у сходовій площадці опертій по контуру

За характеристиками міцності, несучої здатності сходового перекриття з монолітного залізобетону перевершує монолітний варіант, так як являє собою литу конструкцію, що працює воедино.

Крім того, поверхня низу сходового перекриття не потребує такого ретельного оздоблення, де потрібно закладання стиків між панелями і подальше їх оздоблення.

Балконні плити, виконані спільно з монолітним перекриттям і є його частиною, мають більшу міцність і довговічність в порівнянні з їх збірними



аналогами.

### 3.2.2 Варіант 2- Монолітна сходова залізобетонна площадка по профільованому листу балочної клітини та стінах

Будівля безкаркасна (9-поверхова з трьома напівпідземними поверхами) з монолітними залізобетонними зовнішніми і внутрішніми стінами, що несуть, і перекриттями зі сталевих листів і шару бетону з утепленням і вентиляльованим навісним фасадом.

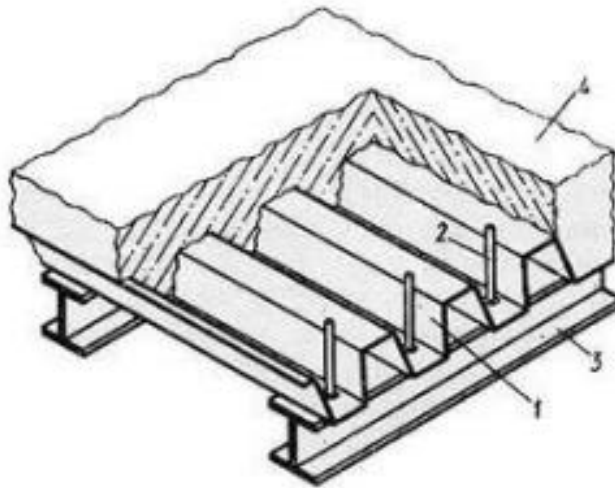


Рисунок 3.4 – Схема перекриття

Сталеві конструкції перекриттів складаються з профільованих листів завтовшки від 0,8 до 1,75 мм з наступною набетонкою. Листи здебільшого мають поперечний переріз трапецеїдальної форми.

Переваги перекриттів із сталевих листів:

- незначна вага;
- швидкий монтаж
- не потрібна опалубка для бетону.
- по перекриттю можна ходити відразу після монтажу.
- суцільні листи забезпечують захист працюючих на нижніх поверхах.

Недоліки перекриттів із сталевих листів:

- сталеві листи є, по суті, опалубкою, що залишається в конструкції, а тому,

якщо вони виконують функцію арматури, то необхідне особливе вогнезахисне облицювання знизу.

Розрахунок прогинів виконано в розрахунковому комплексі ПК «ЛІРА».

Побудовано скінченно-елементну модель профільованого настилу (Рис.3.4) та перекриття по профільованому настилу (Рис.3.5)

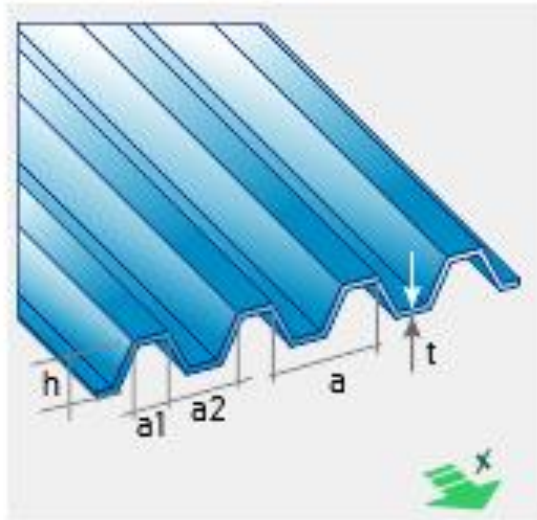


Рисунок 3.5 – Скінченно-елемента модель профільованого настилу

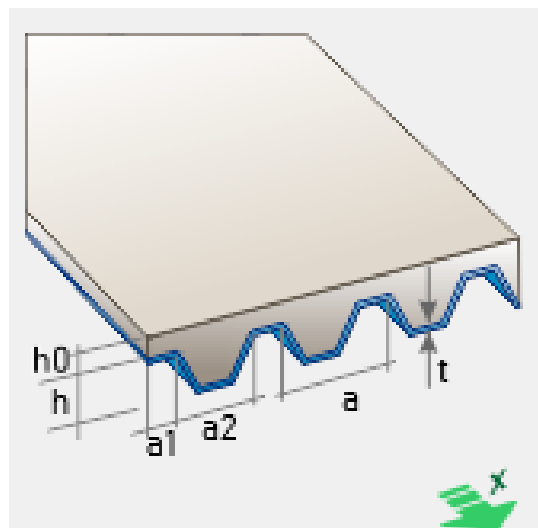


Рисунок 3.6 – Скінченно-елемента модель сходового майданчика по профільованому настилу

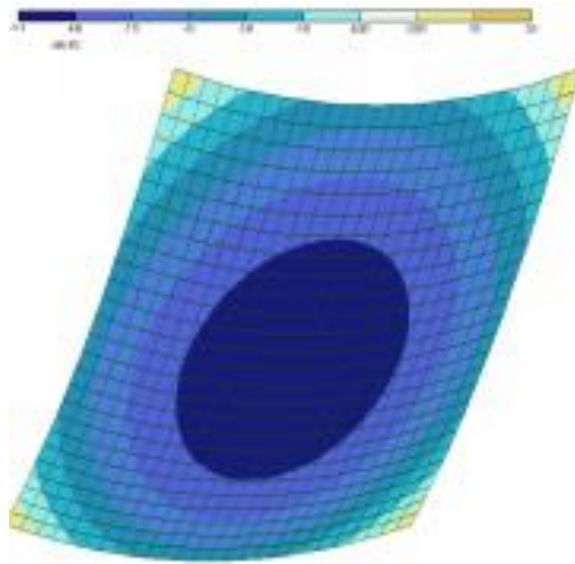


Рисунок 3.7 - Схема деформування сходового майданчика по профільованому настилу

Максимальні прогини в такій конструкції зосереджені в середині, та становлять 1,2 мм.

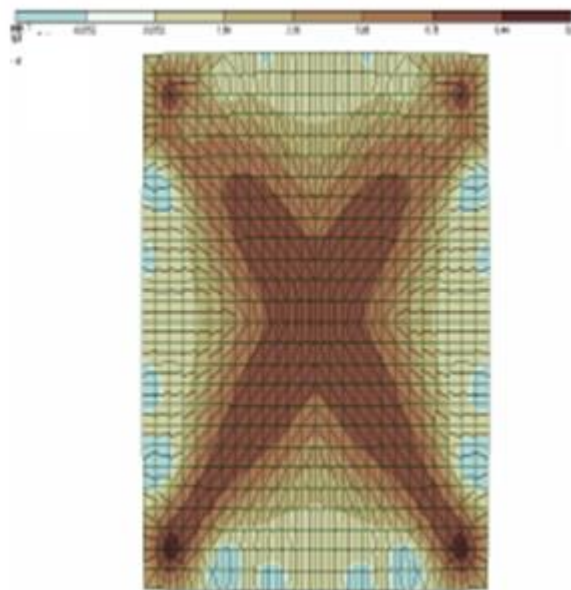


Рисунок 3.8 – Ізополя головних напружень сходового перекриття по настилу

Таким чином, прогини в обох варіантах влаштування перекриття сходового майданчика практично однакові та знаходяться в межах статистичної похибки обчислення.

### **3.3 Вибір конструкції для перекриття сходового майданчику житлового будинку «Північні ворота»**

Порівнюючи два варіанти сходових перекриттів із монолітного залізобетону та сталевих листів, найбільш економічним буде варіант 1.

Монолітний залізобетон у порівнянні зі сталлю при його використанні в каркасах будівлі має низку переваг.

Однією з основних переваг є більш ефективна дисипація (розсіювання) енергії коливань будівлі при вітрових навантаженнях.

Крім того, залізобетон більш пожежостійкий і не вимагає вогнезахисту, ніж метал, що спричиняє підвищення трудомісткості та витрати на купівлю вогнезахисних розчинів. Виходячи також з економічних обґрунтувань, використання класичного залізобетону буде ефективнішим.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 4.1 Охорона праці

##### 4.1.1 Техніка безпеки та пожежна безпека на будівельному майданчику

Організація будівельного майданчика, ділянок робіт та робочих місць повинна забезпечувати безпеку праці працюючих на всіх етапах виконання робіт.

Майданчик будівництва знаходиться в центрі міста, тому, щоб запобігти доступу сторонніх осіб, повинен бути огорожений. Огородження, які примикаються до місць масового проходу людей, необхідно облаштувати суцільним захисним козирком. Конструкція огороження повинна задовільняти вимоги [27]: конструкція огороження повинна бути збірною-розбірною з уніфікованими елементами, з'єднаннями і деталями кріплення, висота захисних панелей з козирком становить 2,0 м, в розріжених панелях огороження відстань в просвіті (розрідженість) між деталями заповнення полотна панелей повинна бути в межах 80-100 мм, захисний козирок встановлюється по верху огороження з підйомом до горизонту під кутом  $20^{\circ}$  в сторону тротуару, панелі козирка повинні забезпечити перекриття тротуару і виходити за його край (зі сторони руху транспорту) на 50-100 мм.

Зони потенційно діючих небезпечних виробничих факторів повинні мати сигнальні огороження, які задовільняють вимоги [27]: висота стійок сигнального огороження повинна бути 0,8 м, відстань між стійками не повинна перевищувати 6,0 м.

На будівельний майданчик влаштовані 1 в'їзд та 1 виїзд, тимчасові дороги шириною 6,0 м дозволяють рухатись автомобільному транспорту з під'їздом до всіх складів та вузлів.

При в'їздах на будівельний майданчик повинна бути встановлена схема руху транспортних засобів, а на обочинах доріг і проїздів – добре видимі дорожні знаки, що регламентують порядок руху транспортного засобу в

відповідності з правилами дорожнього руху.

Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виробництва робіт не повинна перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год на поворотах.

На будівельному майданчику огороженні всі небезпечні зони (монтажна зона, зона дії крана).

Відкритий котлован, траншеї огородити захисним огородженням.

До монтажних робіт допускаються чергові люди, які пройшли медичний огляд та мають допуск до роботи на висоті.

Стропування вантажів проводять згідно технологічної карти, розстроповку вантажів та залізобетонних елементів проводять після їх закріплення.

Засоби риштування повинні мати рівні робочі настили з зазором між дошками не більше 5 мм, а при розміщенні настилу на висоті 1,3 м і більше – огороження і бортові елементи. З'єднання щитів настилів внахлест допускається тільки по їх довжині, при чому кінці елементів, що стикаються, повинні бути розміщені на опорі і перекривати її не менше ніж на 0,2 м в кожену сторону. Риштування повинні бути прикріплені до стіни будинку, що будується. При відсутності особливих вказівок в інструкції заводу-виготовлювача кріплення риштувань до стін будівлі повинно виконуватись не менше ніж через один ярус для крайніх точок, через два прольоти для верхнього яруса і одного кріплення на кожні 50 м<sup>2</sup> проекції поверхні риштувань на фасад будівлі.

Приміщення, в яких проводяться роботи з пиловидними матеріалами, а також робочі місця біля машин дроблення, розмолу і просіювання цих матеріалів повинні бути забезпечені вентиляційними системами (привітрюванням).

На робочих місцях, де застосовуються або готуються клеї, мастики, фарби і інші матеріали, що виділяють вибухонебезпечні або шкідливі речовини, не допускаються дії з використанням відкритого вогню або іскри.

На території будівництва в місцях розташування тимчасових будівель, складів, майстерень встановлюються пожежні щити, стенди та бочки з водою.

Для запобігання розповсюдження пожежі необхідно забезпечити будівництво достатньою кількістю засобів пожежогасіння, дотримуватись правил зберігання, розміщення і обмеження кількості палих речовин і матеріалів, а також дотримуватися інших вимог [28].

Основні причини виникнення пожеж при будівельних роботах:

- недоліки в будівельних конструкціях, спорудах, плануванні приміщень, влаштуванні комунікацій;
- дефекти обладнання, порушення режиму технологічних процесів та неправильне проведення робіт;
- несправність систем живлення і випуску відпрацьованих газів у двигунах внутрішнього згоряння, відсутність іскрогасників на вихлопних трубах двигунів;
- порушення правил користування відкритим вогнем, особливо поблизу місць застосування або зберігання горючих або легкозаймистих речовин;
- відсутність або несправність заземлення цистерн з рідкими нафтопродуктами;
- несправність або відсутність на деяких об'єктах системи блискавкозахисту.

На будівельному майданчику повинні бути організовані пости з протипожежними засобами, а також визначені особливо небезпечні зони у пожежному відношенні. В межах цих зон не допускається зберігання масляних фарб, оліфи, смоли, масел, паливно-мастильних матеріалів, вказані матеріали повинні зберігатись в окремих складських приміщеннях або під навісом. Зберігання в одному приміщенні кисневих балонів та балонів з іншими горючими газами забороняється. Всі роботи пов'язані з використанням відкритого вогню, допускається вести лише з дозволу відповідального за пожежну безпеку на будівельному майданчику.

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

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

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

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

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

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

До технічних належать заходи, що стосуються правильного добору і монтажу електрообладнання, систем блискавкозахисту об'єктів і влаштування заземлення, іскрогасників тощо.

Заходи режимного характеру - це заборона куріння, запалювання вогню, правильне зберігання промаслених ганчірок, постійний контроль за зберіганням матеріалів, що можуть самозагорятись і т. ін.

Тактико-профілактичні заходи передбачають швидку дію пожежних команд, забезпечення об'єктів первинними засобами вогнегасіння, а також підтримування постійно в справному стані водопровідної системи тощо.

Заходів будівельно-конструктивного характеру вживають в процесі проектування і будівництва споруд, створення протипожежних конструкцій будівель, а також при конструюванні машин і обладнання.



### 4.1.2 Захисне заземлення

Виконуємо розрахунок захисного заземлення для заземлення бетонозмішувача з напругою  $U=380\text{В}$  у трьохфазній сітці з ізолюованою нейтраллю при таких даних:

Ґрунт - суглинок з питомим електричним опором  $\rho = 400 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

В якості заземлювачів прийнято сталні труби діаметром  $d = 0,08 \text{ м}$  та довжиною  $l = 2,5 \text{ м}$ , розташовані вертикально і з'єднані на зварці стальною половою 40x4 мм.

Знаходимо опір одиночного вертикального заземлювача  $R_b$ , Ом, за формулою:

$$R_b = \frac{\rho_{\text{розр.}}}{2\pi \cdot l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4t + l}{4t - l} \right).$$

Приймаємо  $\psi = 1,7$ . Тоді  $\rho_{\text{розр.}} = 400 \cdot 1,7 = 680 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

$$R_b = \frac{680}{2\pi \cdot 2,5} \left( \ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,08} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4 \cdot 2,05 + 2,5}{4 \cdot 2,05 - 2,5} \right) = 192 \text{ Ом.}$$

Визначаємо опір сталної полоси, яка з'єднує стержневі заземлювачі:

$$R_{II} = \left( \frac{\rho_{\text{розр.}}}{2\pi \cdot l} \right) \ln \left( \frac{l^2}{d \cdot t} \right) \text{ Ом.}$$

Знаходимо розрахунковий опір ґрунту  $\rho_{\text{розр.}}$  при використанні з'єднувальної полоси у вигляді горизонтального електрода довжиною 50 м.

$\rho_{\text{розр.}} = \rho \cdot \psi' = 400 \cdot 5,9 = 2360 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ . При довжині полоси 50 м  $\psi' = 5,9$ ;

$$\eta_b \text{ та } \eta_r, R_{II} = \left( \frac{2360}{2\pi \cdot 50} \right) \ln \left( \frac{50}{0,04 \cdot 0,8} \right) = 84 \text{ Ом.}$$

Визначаємо приблизну к-сть  $n$  одиночних стержневих заземлювачів за формулою:

$$n = \frac{R_b}{r_3 \cdot \eta_b} = \frac{192}{4 \cdot 1} = 48 \text{ шт.}$$

Приймаємо розміщення вертикальних заземлювачів по контуру з

відстанню між суміжними заземлювачами рівним  $2l$ .

За табл. 3.2 та 3.3 [11] знаходимо дійсні значення коефіцієнта використання:

$$\eta_b \text{ та } \eta_r. \text{Значення } \eta_b = 0,66 \text{ та } \eta_r = 0,39.$$

Знаходимо необхідну к-сть вертикальних заземлювачів:

$$n = \frac{R_b}{r_3 \cdot \eta_b} = \frac{192}{4 \cdot 0,66} \approx 73 \text{ шт.}$$

Визначаємо загальний розрахунковий опір заземлюючого пристрою  $R$  з врахуванням з'єднувальної полоси:

$$R = \frac{R_b \cdot R_r}{R_b \cdot \eta_r + R_r \cdot \eta_b \cdot n} = \frac{192 \cdot 84}{192 \cdot 0,39 + 84 \cdot 0,66 \cdot 73} \approx 3,91 \text{ Ом.}$$

Розрахунок виконаний вірно так як  $R \leq [r_3]$   $3,91 < 4$ .

## 4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

### 4.2.1 Оцінка стійкості об'єкта будівництва до впливу ударної хвилі ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості

Нові об'єкти будівництва повинні будуватися з урахуванням вимог, виконання яких сприяє підвищенню стійкості інженерно-технічного комплексу об'єкта. Основні з цих такі [30]:

1. Будинки і споруди необхідно розміщати розосереджено. Відстань між будинками і спорудами повинні забезпечувати протипожежні розриви. При наявності таких розривів виключається можливість переносу вогню з одного будинку на інші, навіть якщо гасіння пожежі не відбувається. Будинки адміністративно-господарського й обслуговуючого призначення повинні розташовуватися окремо від основних цехів.

2. Найбільш важливі виробничі спорудження варто будувати заглибленими чи зниженої висотності, прямокутної форми в плані. Це зменшує парусність будинків і збільшує опірність їх ударній хвилі ядерного вибуху. Хорошою стійкістю до впливу ударної хвилі володіють залізобетонні будинки з металевими каркасами в бетонній опалубці. Для підвищення стійкості до світлового випромінювання в споруджуваних будинках і спорудженнях повинні застосовуватися вогнестійкі конструкції, а також вогнезахистна обробка спалених елементів будинку. У кам'яних будинках перекриття повинні бути виготовлені з армованого бетону або виконані з бетонних плит. Великі за розмірами будинки повинні розділятися на секції неспаленими стінами. У ряді випадків при проектуванні й будівництві промислових будинків і споруджень повинна бути передбачена можливість герметизації приміщень від проникнення радіоактивного пилу.

Це особливо важливо для підприємств харчової промисловості й продовольчих складів.

3. Душові приміщення необхідно проектувати з урахуванням використання їх для санітарної обробки людей.

4. Дороги на території об'єкта повинні бути з твердим покриттям, забезпечувати зручне і найкоротше сполучення між виробничими будинками, спорудженнями і складами; в'їздів на територію об'єкта повинне бути не менш двох із різних напрямків.

5. Системи побутової і виробничої каналізації повинні мати не менш двох випусків у міські каналізаційні мережі й пристрої для аварійних скидань у підготовлені місця (котловани, яри, траншеї тощо).

Оцінка стійкості основних елементів інженерно-технічного комплексу, від яких залежить робота господарського об'єкта, полягає у визначенні виду можливого руйнування кожного з основних елементів інженерно-технічного комплексу та у виявленні нестійких елементів. При оцінці ефективності захисту робітників і службовців у разі сильного вибуху визначають можливу кількість уражених і вид травм людей на території господарського об'єкта. Оцінка стійкості систем управління і постачання (електроенергією, газом, водою, сировиною, комплектуючими виробами тощо) полягає у визначенні ступеня їх порушення в разі вибуху. Крім того, оцінюють ступінь підготовленості господарського об'єкта до відновних робіт. Висновок про стійкість господарського об'єкта в цілому складають після аналізу отриманих результатів. Якщо всі основні елементи інженерно-технічного комплексу і систем господарського об'єкта виявляться стійкими і за прогнозом не буде великої кількості уражених робітників і службовців, то робота господарського об'єкта вважається стійкою в разі вибуху. Якщо хоча б один основний елемент інженерно-технічного комплексу або система господарського об'єкта виявляться за прогнозом нестійкими, робота об'єкта в цілому визнається нестійкою. Аналогічний висновок робиться, якщо в разі вибуху можливі загибель або великі втрати робочих і службовців.

Якщо всі основні елементи інженерно-технічного комплексу і систем будівельного об'єкта виявляться стійкими і за прогнозом не буде великої кількості уражених робітників і службовців, то робота господарського об'єкта вважається стійкою в разі вибуху. Якщо хоча б один основний елемент інженерно-технічного комплексу або система будівельного об'єкта виявляться за прогнозом нестійкими, робота об'єкта в цілому визнається нестійкою. Аналогічний висновок робиться, якщо в разі вибуху можливі загибель або великі втрати робочих і службовців.

#### **4.2.2 Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на об'єкті будівництва**

Оцінка обстановки – порядок визначення ступеню ураженості об'єкта чи території, можливих об'ємів завданих збитків та вплив вторинних факторів на проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (РіНР) в осередку ураження від надзвичайних ситуацій (НС).

Вони залежать від конкретних умов виникнення або загрози виникнення надзвичайних ситуацій мирного чи воєнного часу [14].

По часу оцінка обстановки може бути - завчасна, планова, термінова.

В мирний час відповідно до Закону України «Про страховий фонд документації» на всій території України проведений моніторинг наявності потенційно небезпечних об'єктів чи явищ, що можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій. Оцінку обстановки можна попередньо проводити по карті місцевості району, де існує загроза або виникла надзвичайна ситуація.

На підставі цих досліджень розроблені плани дій під час загрози або виникнення НС. В яких ґрунтовно описані можливі наслідки тої чи іншої надзвичайної ситуації та шляхи її подолання - зменшення жертв, пошкоджень, руйнувань та інше.

Оцінка обстановки визначає:

- характер і об'єм руйнувань і пошкоджень, нанесені збитки і втрати;
- види аварійно-рятувальних робіт та можливий їх об'єм;
- радіаційну, хімічну, інженерну, пожежну та інші обставини та їх вплив на виконання завдань;
- найбільш доцільні напрямки висування в введення сил ЦО в вогнище чи на територію ураження;
- місце розташування, стан і забезпеченість сил ЦО та їх можливості по виконанню завдань;
- вплив вторинних факторів ураження, погоди, пори року і доби, характер місцевості.

За результатами аналізу оцінки обстановки приймається рішення про ведення РіНР в осередках ураження чи на територія, яка потерпіла від НС.

Рішення на виконання завдань по локалізації та ліквідації наслідків НС включає:

- на що направляти основні зусилля сил та засобів;
- порядок ведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередку ураження чи події;
- організація зв'язку та управління підчас ведення РіНР;
- порядок взаємодії сил і засобів залучених на проведення робіт;
- час проведення РіНР.

Форми і методи оцінки обстановки при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій залежать в першу чергу від виду надзвичайної ситуації.

На місце загрози або виникнення НС терміново виїжджає мобільно-оперативна група у складі: спеціалістів з різних галузей.

Метою роботи цієї групи на місці НС є:

- обстеження місця виникнення НС, характеру, об'ємів та пошкоджень НС;
- надання при необхідності першої медичної допомоги потерпілим;

- визначення попередніх обсягів втрат (площі території, яка постраждала);

- готує пропозиції щодо першочергових заходів та обсягів робіт по локалізації та ліквідації (мінімізації) наслідків НС.

- координує дії служб на місці НС.

Під обстановкою розуміють сукупність наслідків НС, що впливають на нормальну життєдіяльність, виробництво продукції та дії сил при локалізації та ліквідації наслідків НС.

Аналіз пожежної небезпеки і захисту технологічних процесів виробництв здійснюється поетапно. Він містить у собі вивчення технологій виробництв, оцінку пожежонебезпечних властивостей речовин, виявлення можливих причин виникнення і запобіганню пожеж.

Під пожежною обстановкою розуміють сукупність наслідків впливу вражаючих факторів НС, у результаті яких виникають пожежі, які впливають на життєдіяльність людей.

Для оцінки пожежної обстановки необхідно провести такі заходи:

- визначити вид, масштаб і характер пожежі;
- провести аналіз впливу пожежі на стійкість окремих елементів і об'єкту в цілому, а також на життєдіяльність населення;
- вибрати найбільш доцільні дії пожежних підрозділів та формувань ЦЗ з локалізації і гасіння пожежі, евакуації при необхідності людей і матеріальних цінностей із зони пожежі.

Основна причина виникнення пожеж – необережне поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки. Крім того, вони можуть виникнути в наслідок природних явищ (грозові розряди, землетруси, виверження вулканів, самозаймання торфу, підпал, вибух).

Межа вогнестійкості, вимірювана в годинах, визначається здатністю несучих конструкцій протистояти вогню без обвалювань, прогинів, тріщин, і

отворів, через які проникають продукти горіння.

Вона становить для будинків:

- I ступеня вогнестійкості – понад 2 годин;
- II ступеня до 2 годин;
- III ступеня - 1,5 години;
- IV ступеня - 1 година.

За категоріями вибухонебезпечності будинки поділяють на п'ять категорій:

Категорії А і Б – вибухопожежонебезпечні, В, Г, Д – пожежонебезпечні.

Пожежа характеризується видом, масштабом або щільністю, розвитком і швидкістю поширення, тепловою радіацією, тривалістю горіння, температурою горіння, зоною задимлення.

Види пожеж: окремі, масові, суцільні, вогневий шторм, лісові, степові, торф'яні, тління, горіння в завалах.

Розвиток і швидкість поширення пожеж визначається ступенем вогнестійкості будинку, відстанню між ними, щільністю забудови, метеоумовами і порою року.

Розвиток пожеж незалежно від їх розмірів і місця виникнення відбувається за однією загальною закономірністю і поділяється на три фази:

- I фаза – поширення полум'я від початкового горіння до охоплення великої частини горючих матеріалів. Ця фаза характеризується спочатку порівняно невеликою температурою і швидкістю поширення вогню, тому пожежа може бути ліквідована у перші 15-20 хвилин за короткий час обмеженими засобами. Тривалість фази до 2 годин в залежності від вогнестійкості будинків.;

- II фаза – стає горіння до моменту обвалення конструкцій, тривалість від 1 до 4 годин;



- III фаза – вигорання матеріалів завалених конструкцій при невеликих швидкостях горіння і теплової радіації, тривалість від 2 до 5 годин.

Залежно від масштабів пожеж застосовують то чи іншу тактику ведення боротьби з ним, та залучають відповідні сили і засоби. Це може бути окрема тема для вивчення.

Отже, оцінка обстановки при виникненні надзвичайних ситуацій потребує значних об'ємів знань умінь і навичок, досвіду проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках ураження.

## ВИСНОВОК

Випускню кваліфікаційну роботу «Проект 9 – поверхового житлового будинку в м. Хмельницькому з дослідженням міжповерхової сходової площадки» розроблено відповідно до завдання на дипломне проектування.

В архітектурно-будівельному розділі було розроблено об'ємно-планувальні рішення.

У розрахунково-конструктивній частині було розраховано та сконструйовано монолітну плиту перекриття типового поверху, проведено порівняння двох варіантів фундаментів із забивних паль та фундаменту мілкового закладання, та запроєктований найбільш економічний.

У науково-дослідному розділі розроблено скінченно-елементні моделі двох варіантів міжповерхового сходового майданчика. Проведено аналіз поведінки за зазначеними конструктивними схемами.

У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розроблено заходи щодо дотримання техніки безпеки будівельних робіт. Розроблено заходи по захисту працівників у надзвичайних ситуаціях.

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи К.: Мінбуд України, 2006.
3. ДБН В.1.17-2019 Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2018.
4. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
5. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2020.
6. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011.
7. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995.
8. ДБН А.2.1–1-2008 Інженерні вишукування для будівництва. Основні положення. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2008.
9. Malezhyk, M.P., Pidhurs’kyi, M.I., Rudyak, Y.A., Pidhurs’kyi, I.M. & Voitovych, L.V. (2019) Investigation of the Fracture of an Orthotropic Plate with Circular Hole and Two Edge Cracks Under Pulsed Loading by the Method of Dynamic Photoelasticity. *Materials Science*, 55(2). P. 254-258. (SCOPUS)
10. Pidgurskyi, Mykola & Rudyak, Yuri & Pidgurskyi, Ivan. (2019). Research and Modeling of Stress-Strain State and Fracture Strength of Triplexes at Temperatures 293–213K. // *Lecture Notes in Mechanical Engineering*

SerProceedings of the 7th International Conference on Fracture Fatigue and Wear., Belgium, Ghent University, 2018. – P.135-150.

11. Pidgurskyi I. Analysis of stress intensity factors obtained with the fem for surface semielliptical cracks in the zones of structural stress concentrators // Scientific Journal of TNTU. - Ternopil: TNTU, 2018. - Vol. 90. - No 2. - P. 92-104. (Index Copernicus, Google Scholar)

12. Вплив температури на мікроефекти статичного деформування та руйнування теплостійких сталей / П.В. Ясній, В.Б. Гладь, П.О. Марущак, Д.Я. Баран // Вісник Тернопільського державного технічного університету. - 2007. - Т. 14. - № 3. – С. 7-16.

13. Maruschak P., Degradation and cyclic crack resistance of continuous casting machine roll material under operating temperatures / P. Maruschak, D. Baran // Iranian Journal of Science and Technology Transaction B: Engineering. - 2011. - Vol. 35. - M2. - P. 159-165.

14. Ігнат'єва В.Б. Аналіз способів поліпшення теплотехнічних характеристик при будівництві будівель / В.Б. Ігнат'єва, Е.О. Текін // ЛОГОС. Мистецтво наукової думки, 2019. - Vol. 3. – С. 97-100. Режим доступу: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2617-7064/article/view/306/293> 44. Ignatyeva, V. B. (2018).

15. Yasniy, P.V., Mykhailyshyn, M.S., Pyndus, Y.I. et al. Numerical Analysis of Natural Vibrations of Cylindrical Shells Made of Aluminum Alloy. Mater Sci 55, 502–508 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00331-2>

16. Yasniy P., Pyndus Y., Hud M. Methodology for the experimental research of reinforced cylindrical shell forced oscillations. Scientific journal of the Ternopil national technical university. 2017. Vol. 86. №. 2. P. 7–13

17. Макара, Т.Я. Оцінка вогнестійкості елементів металевого каркасу торгівельно-офісного центру / Т.Я. Макара, Т.О. Криницький, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей ІХ Міжнародної

науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 25-26 листопада 2020). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2020. – С. 93.

18. Теслюк, М.В. Аналіз впливу типу перев'язки на НДС цегляної кладки в місці стику стін / М.В. Теслюк, Т.К. Гунда, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 25-26 листопада 2020). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2020. – С. 133-134.

19. Ковальчук Я. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів / Я. Ковальчук, Г. Крамар, Л. Бодрова, І. Коваль, С. Мариненко // Наукові нотатки. - 2019. - Вип. 66. - С. 165-171.

20. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов. – М.: Стройиздат, 1990. – 240с.

21. Основания, фундаменты и подземные сооружения.: Е. А. Сорочана, Ю. Г. Ирофименкова. – М. : Стройиздат, 1985. – 135с.

22. Бугров А. К. Расчёт осадок оснований с развитыми областями предельного напряжённого состояния грунта. Швецова. М. : Высшая школа, 1991, С. 127 – 131.

23. Шведенко В. И. Монтаж строительных конструкций. М. : Высшая школа, 1987. – 167с.

24. Нойферт Э. Строительное проектирование. М. : Стройиздат, 1991.

25. Пицаленко М. Ю. Технология возведения зданий и сооружений – Киев. : Высшая школа, 1982. - 298с.

26. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Ж/бетонные конструкции. Общий курс. М. : Стройиздат, 1991. – 412с.

27. Розрахунки і проектування спеціальних будівель і споруд: Навчальний посібник/ Фомиця Л.М., Артеменко А.К., Мамін О.М., Височин І.А. // Під редак. Л.М.Фомиці.- К: Урожай.- 1994.

28. Залізобетонні конструкції. Навчальний посібник / Вахненко П.Ф., Павліков А.М., Горик О.В., Вахненко В.П.// К: Вища школа, 1999.

29. Зоценко М.Л., Коваленко В.І., Хілобок В.Г. Яковлев А.В. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. -К.:Вища шк.,1992.- 408 с.

30. Мельник І.В. Ефективність використання композитних матеріалів при підсиленні будівельних конструкцій / І.В. Мельник, Р.З. Добрянський, А.Я. Мурин // Збірник наукових праць третьої всеукраїнської науково-технічної конференції: науково-технічні проблеми сучасного залізобетону. – Львів, 2003. – С. 577-584.

31. Клампуш М.Д. Розрахунок міцності нормальних перерізів залізобетонних балок, підсилених вуглецевими полімерами / М.Д. Клампуш, В.Г. Кваша // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2007. – Вип. 15. – С. 270-276.

32. Бамбура А.Н. К построению деформационной теории железобетона стержневых систем на экспериментальной основе / А.Н. Бамбура, А.Б. Гурковский // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник. - Київ: НДІБК, 2003.- Випуск 59.- Книга 1.- С. 121 – 130.

33. Крусь Ю.О. Метод визначення малоциклової втомленості бетону із застосуванням енергетичних гіпотез / Ю.О. Крусь // Проблеми теорії і практики залізобетону: Збірник наукових статей.- Полтава,1997.- С. 265 – 268