

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект офісного центру в Черкасах з дослідженням роботи каркасу
за наявності великопролітної консолі

Виконав: студент 2 курсу, групи МБм-61
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

Студент _____ А.-А.А. Семчук
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Крамар Г.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Мещерякова О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Ясній В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Чубик В.Ф.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

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.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Семчуку Артуру-Андрію Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект офісного центру в Черкасах з дослідженням роботи каркасу
за наявності великопролітної консолі

Керівник роботи Крамар Галина Михайлівна, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2022 року № 4/7-906

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

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

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурний розділ		
2.	Розрахунково-конструктивний розділ		
3.	Науково-дослідна частина		
4.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
5.	Графічне оформлення креслень		

Студент _____
(підпис)

Семчук А.-А.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Крамар Г.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1 Архітектурно-будівельний розділ.....	7
1.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього виду об'єкта капітального будівництва, його просторової та функціональної організації	7
1.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових і архітектурно-художніх рішень, в тому числі в частині дотримання дозволених параметрів будівлі об'єкта	8
1.3 Опис та обґрунтування використаних композиційних прийомів при оформленні фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва	8
1.4 Опис рішень з оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого і технічного призначення.....	9
1.5 Описи архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей	10
1.6 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрацій і іншого впливу.....	10
1.7 Опис рішень з декоративно-художнього і колірною оздоблення інтер'єрів – для об'єктів невиробничого призначення	11
Розділ 2 Конструктивні рішення.....	12
2.1 Кліматичні умови будівництва	12
2.2 Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівель і споруд, включаючи їх просторові схеми, прийняті при виконанні розрахунків будівельних конструкцій.....	12
2.3 Збір навантажень.....	14
2.2.1 Формування комбінацій завантажень і розрахункових поєднань зусиль	22
2.3 Результати розрахунків будівлі в ПК SCAD.....	22

2.4 Конструювання залізобетонних конструкцій	24
2.4.1 Армування колон	24
2.4.2 Армування пілонів	27
2.4.3 Армування плит перекриття	31
2.4.4 Армування стін.....	33
2.5 Розрахунок опорної частини балки пояса Б2	36
РОЗДІЛ 3 Науково-дослідна частина.....	40
3.1 Варіанти конструкцій	40
3.1.1 Варіант 1	40
3.1.2 Варіант 2	44
3.2 Висновки	49
РОЗДІЛ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	50
4.1 Охорона праці.....	50
4.1.1 Законодавчі акти України	50
4.1.2 Розрахунок опалення для комфортних умов проживання.....	52
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	55
4.2.1 Законодавча база України	55
4.2.2 Стійкість споруди від ударної хвилі	55
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61

ВСТУП

На даний момент Черкаси центром, в якому проживає чимала кількість населення, що активно займаються діловою діяльністю. Для більш якісного обслуговування і надання різноманітних послуг доцільно запроектувати побудувати офісний центр.

Загальна властивість будівель з консольним вильотом полягає в їх унікальності. Вони не є об'єктами масового будівництва, що дозволяє застосування для них індивідуальних архітектурних і конструктивних рішень.

Актуальність теми. Політична тенденція підтримки бізнесу сприяє розвитку підприємництва, у зв'язку з цим з'являється попит на робочі місця. Офісні будівлі є обличчям ділового суспільства міста, а також це важливий елемент міської інфраструктури.

Мета роботи: Розробка проекту офісного центру в Черкасах з дослідженням роботи каркасу.

Об'єкт досліджень – каркасно-просторові конструкції громадських будівель.

Предмет дослідження – поведінка каркасів громадських будівель при наявності великопролітних консолей в різних конфігураціях її закріплення.

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

Завдання роботи:

- розробити основні конструктивні та архітектурні рішення офісного центру;
- виконати розрахунок основних несучих конструкцій будівлі офісного центру;
- виконати статичний розрахунок каркасу громадської будівлі в об'ємній постановці при наявності великопролітної консолі з врахуванням варіативності закріплення;
- визначити деформації та розподіл внутрішніх зусиль каркасі громадської будівлі;

– розробити заходи по охороні праці та цивільному захисту населення.

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

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

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що отримала подальший розвиток методика моделювання каркасу громадських будівель в об'ємній постановці при наявності великопролітних консолей.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для зведення нових та реконструкції громадських будівель в об'ємній постановці при наявності великопролітних консолей.

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: консоль, офісний центр, скінченні елементи.

Розділ 1 Архітектурно-будівельний розділ

1.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього виду об'єкта капітального будівництва, його просторової та функціональної організації

Шестиповерхова будівля з підвальним поверхом, має прямокутну форму в плані. Розміри будівлі в осях А-Д - 24 м, в осях 1-12 - 44 м. Висота поверху становить 4 м. Висота будівлі 27 м.

Будинок призначений для розташування офісів. Архітектура будівлі відповідає вимогам, пред'явленим для громадських будівель. Планувальна, просторова і функціональна організація обумовлена специфікою функціонального призначення приміщення.

Покрівля в будівлі з організованим внутрішнім водостоком.

Евакуація з приміщень забезпечується за двома незадимними сходовими клітками типу Н2 з підпором повітря і аварійним джерелом світла. Для МГН передбачені безпечні зони на кожному поверсі будівлі, які відокремлюються від інших приміщень протипожежними стінами 2-го типу, перекриттями 3-го типу.

У будівлі передбачені два пакажирські ліфти вантажопідйомністю 1000 кг з розмірами кабіни 2100x1100x2100 мм.

На першому поверсі розміщені вестибюль, охоронний пункт, санітарні вузли, кладовка, бюро пропусків, баня сухого жару, спортзал, роздягальня, душові.

На типовому поверсі розташовані офісні приміщення, конференц-зали, санітарні вузли, зони відпочинку і столові.

У підвальному поверсі розташований архів, електрощитова, кладовка, водомірний вузол, вент. камера.

1.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових і архітектурно-художніх рішень, в тому числі в частині дотримання дозволених параметрів будівлі об'єкта

Прийняті архітектурно-планувальні рішення по об'єкту обумовлені:

- особливостями розташування на генеральному плані;
- функціональним призначенням;
- вимогам технологічних регламентів, у тому числі вимогам, що встановлюють по забезпеченню безпечної експлуатації будинків і споруд;
- кліматичними особливостями району будівництва;
- номенклатурою індустріальних сертифікованих будівельних виробів і матеріалів.

Прийняті об'ємно-планувальні рішення забезпечують дотримання протипожежних вимог, що пред'являються до шляхів евакуації, кількості евакуаційних виходів.

1.3 Опис та обґрунтування використаних композиційних прийомів при оформленні фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва

При проектуванні будівлі застосовані рішення, в яких враховані місцеві умови будівництва: кліматичні, інженерно-геологічні, екологічні.

Панорамне скління консольної частини, а також його торця дає неповторну виразність архітектурного образу будівлі. Застосоване вітражне скління СІАЛ КП50К з двокамерним склопакетом.

У основній частині фасад виконано за системою «AGS 150» з алюмінієвих профілів з світлопрозорим заповненням і сандвіч-панелями, що чергуються «МЕТАЛ ПРОФІЛЬ» (колір RAL 5005 і RAL 7004).

Покрівля, що не експлуатується, і нижня частина консолі виповнена з сандвіч-панелей «МЕТАЛ ПРОФІЛЮ» (колір зовнішнього облицювання RAL 5005 і RAL 7004).

Стінові та покрівельні елементи витримані в синьо-сірій кольоровій

палітрі, основній стилістиці компанії.

Двері зовнішні - з алюмінієвих профілів СІАЛ із заповненням склопакетом.

Оздоблення ганку:

- на 0,8 м від входу до будівлі розміщена тактильна плитка ПВХ ЕКОНОМ 300х300;
- металічні поручні та огороження виконані з нержавіючої сталі і розміщені на висоті 0,9 м;
- облицювання поверхні площадки у ганку виконати з Stroener Aera T 717 Антона;
- на прозорих полотнах дверей виконати яскраве контрастне маркування у формі круга діаметром 0,2 м на висоті 0,9 м і 1,3 м.

1.4 Опис рішень з оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого і технічного призначення

Оздоблення виконано з екологічно чистих і негорючих матеріалів.

У зальних приміщень для будівель Ф4.3 і місткістю не більше 50 осіб клас пожежної безпеки оздоблювальних матеріалів приймається не більше ніж: для стін і стель КМ3; для покриттів підлог КМ4.

У зальних приміщеннях для будівель Ф4.3 і місткістю більше 50 осіб, але не більше 300, клас пожежної безпеки оздоблювальних матеріалів приймається не більше ніж: для стін і стель КМ; для покриттів підлог КМ3.

Внутрішнє оздоблення зовнішніх стін виконано з настінних панелей Lamet.

Прийняте оздоблення приміщень:

1 Вестибюлі, коридори:

- стеля - Armstrong Retail Microlook (КМ1);
- стіни – фарбування ОГНЕЗУ КМ-0;
- підлога - керамічна плитка (КМ0) з протиковзаючою поверхнею.

2 Сходові клітки, ліфтовий хол:

- стеля – ґрунт піщаний ОГНЕЗУ-ВС, фарба ОГНЕЗУ КМ-0;
- стіни – фарбування ОГНЕЗУ КМ-0;

- підлога - керамічна плитка (КМ0) з протиковзаючою поверхнею.

3 Оздоблення кабінетів:

- стелі - Armstrong Retail Microlook (КМ1);
- стіни - поверхні перегородок з ГКЛ фарбуються ОГНЕЗ КМ-0;
- підлога - керамічна плитка (КМ0) з протиковзаючою поверхнею.

4 Оздоблення приміщень службового та інженерного призначення:

- стеля – ґрунт силікатний ВОГНЕЗУ-ВС, пофарбування ВОГНЕЗУ КМ-0;
- стіни – фарбування ВОГНЕЗУ КМ-0;
- підлога - керамічна плитка (КМ0) з протиковзаючою поверхнею.

5 Оздоблення туалетів, роздягалень, душових:

- стеля – ґрунт силікатний ОГНЕЗУ-ВС, фарба ВОГНЕЗУ КМ-0;
- стіни – керамічна плитка;
- підлога - керамічна плитка (КМ0) з протиковзаючою поверхнею.

1.5 Описи архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей

Природне, штучне освітлення забезпечується згідно «Природне та штучне освітлення» [7] з урахуванням світлового клімату району будівництва.

Природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей здійснюється через вікна, розташовані на фасадах будівлі.

Розміщення будівлі і орієнтація офісних і інших приміщень забезпечують нормативну інсоляцію і сонцезахист, що відповідає нормам «Гігієнічні вимоги до інсоляції і сонцезахисту приміщень житлових і громадських будівель і територій» та «Гігієнічні вимоги до природного, штучного і мішаного освітлення житлових і громадських будівель».

1.6 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрацій і іншого впливу

Потрібний нормативний індекс ізоляції повітряного шуму стін, перегородок і перекриттів між кабінетами та відділяючі кабінети від робочих

кімнат становить 45 дБ згідно ДБН «Захист від шуму».

Вся внутрішня порожнина каркаса ГВЛ перегородок заповнена звукопоглинаючою міноплитою. Каркас з металу розв'язується з стелею і підлогою за допомогою віброізоляційної стрічки Вібростек-М-100.

У зовнішніх сендвіч-панелях і конструкціях покрівлі в якості заповнювача використовується утеплювач мінераловатні плити, які виконують функцію звукоізоляції.

У конструкціях підлоги використовують звукоізолюючі матеріали.

Підвищення ізоляції повітряного шуму дверима забезпечується за рахунок ущільнюючих прокладок в отворах дверей. Також передбачені запорні пристосування, що забезпечує щільний притиск дверей до коробки.

Ліфтова шахта відокремлена від інших конструкцій будівель акустичним швом шириною 40 мм.

Для зменшення шуму приточних або витяжних систем, що розповсюджується від вентиляційних установок по повітропроводах, слід передбачити центральні (безпосередньо до вентиляторів) і кінцеві (в повітропроводі перед входом в обслуговуюче системною приміщення) глушники, також встановлюються гнучкі вставки між вентиляторами і повітропроводами.

Технічні приміщення з венткамерами не розташовувати над, під і суміжно з приміщеннями з постійним перебуванням людей.

1.7 Опис рішень з декоративно-художнього і колірною оздоблення інтер'єрів – для об'єктів не виробничого призначення

У внутрішній частині приміщень застосовуються матеріали, що відповідають протипожежним, санітарно-гігієнічним і естетичним вимогам. Підлоги, стелі і стіни офісних приміщень і конференц-залів виконані в єдиній колірній гамі.

Колірне рішення внутрішніх поверхонь приміщень створить сприятливу спокійну атмосферу. Були враховані функціональні особливості приміщень, якість будівельних матеріалів і ін. .

Розділ 2 Конструктивні рішення

2.1 Кліматичні умови будівництва

Офісна будівля розташована в Черкасах.

Даний район будівництва характеризується наступними природно-кліматичними даними [11]:

- місце будівництва – м. Черкаси;
 - будівельний кліматичний район - I В;
 - температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92 (- 23°C), забезпеченістю 0,98 (-37°C);
 - абсолютна мінімальна температура повітря -23°C;
 - абсолютна максимальна температура повітря 28°C;
 - середньорічна температура зі середньодобовою температурою нижче 0°C – (-10,7)°C; нижче (+8) °C – (-6,5) °C;
 - тривалість періоду з середньодобовою температурою нижче 0°C
 - - 79; нижче (+8) °C – 135;
 - середньомісячна відносна вологість повітря найбільш холодного місяця - 72%;
 - кількість опадів за листопад-березень - 112 мм;
 - максимальна з середніх швидкостей вітру по румбам за січень - 4,1 м / с.
- Переважаючий напрям вітрів грудень-лютий – південно-західний.

Згідно норм, розрахункове значення ваги снігової покрівлі на 1 м² горизонтальної поверхні землі (150 кг/м).

Нормативний вітровий тиск для Черкас (III район) $W_0 = 0,38$ кН/м².

Сейсмічність району – 7 баллів для сейсмічної небезпеки типу «А», «В» і 8 баллів для «С» з 5 по суті.

2.2 Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівель і споруд, включаючи їх просторові схеми, прийняті при виконанні розрахунків будівельних конструкцій

Конструктивна схема офісної будівлі запроєктована в каркасно-ствольному виконанні.

Основна частина будівлі виконана в залізобетонному монолітному каркасі, що складається з залізобетонних колон і монолітного залізобетонного перекриття. Консоль виконано в металічному каркасі у вигляді двоповерхової ферми.

Геометрична незмінність забезпечується жорстким з'єднанням колон з фундаментами, жорстким поєднанням колон з консольною частиною.

У консольній частині будівлі передбачені наступні системи зв'язків:

- вертикальні похилі зв'язки між фермами;
- горизонтальні зв'язки по верхніх і нижніх поясах.

Вертикальні несучі елементи:

- колони - квадратні залізобетонні монолітні товщиною 600 мм з бетону класу 40В;
- пілони - прямокутні залізобетонні монолітні товщиною 800x1000 мм з бетону класу 40В;
- ядро жорсткості – монолітний залізобетон 250 мм з бетону класу В30.

Вертикальні несучі елементи на консолі:

- стійки - двотавр колонний 23К1;
- балки - двотавр нормативний 40Б1 і 50 Б1;
- розкоси - квадратні труби перерізом 300x14; 200x8; 180x10;
- зв'язки - квадратні труби перерізом 140x8,0 ;

Горизонтальні несучі елементи:

- перекриття-монолітні залізобетонні товщиною 200 мм з бетону класу В30.

Горизонтальні несучі елементи на консолі:

- зв'язки - квадратні труби перерізом 140x8,0 по [2];
- прогони - двотавр широкополічковий 26Ш1 по [1].

Зовнішні огорожувальні стіни - сендвіч панелі товщиною 150 мм.

Зовнішні огорожувальні стіни на консолі виконані з вітражного скління.

Внутрішні перегородки гіпсокартонні товщиною 125 мм.

Розрахунок каркасу здійснюється в ПК SCAD. Розрахункова схема будівлі представлена на рисунку 2.1.

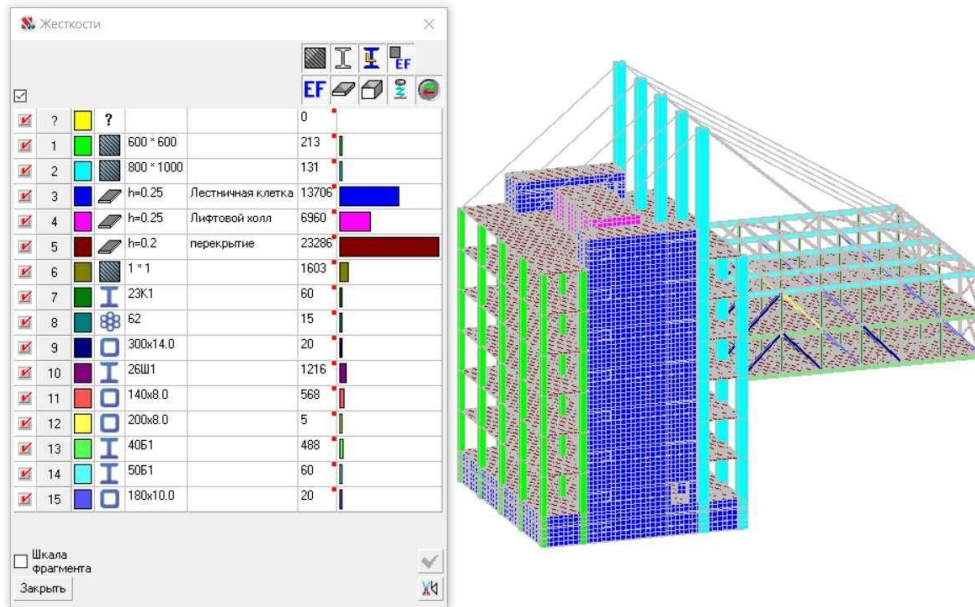


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема будівлі в ПК SCAD

2.3 Збір навантажень

Навантаження на каркас будівлі збираються згідно з вимогам.

Згідно норм для будівель підвищеного рівня відповідальності призначаємо коефіцієнт надійності рівний 1,1.

Залежно від тривалості дії навантажень всі вони поділяються на постійні, тимчасові: тривалі, короткочасні і інші.

До постійних навантажень належить:

- власна вага металевих конструкцій - автоматично враховується в програмному комплексі SCAD; коефіцієнт надійності по навантаженні - 1,05;
- власна вага залізобетонних конструкцій - автоматично враховується в програмному комплексі SCAD; коефіцієнт надійності по навантаженні - 1,3.

Навантаження від стін при висоті поверху 4,0 м прикладаємо рівномірно-розподіленим нормативним навантаженням:

для підлогових стін з сендвіч-панелей вагою 25,12 кг/м²

$$q_{ст.н} = 25,12 \cdot 4 \cdot 9,81 / 1000 = 0,98 \text{ кН/м};$$

для перегородок з ГВЛ з двошаровою обшивкою на металевому каркасі 49 кг/м²

$$q_{пер.ГВЛ} = 49 \cdot 3,8 \cdot 9,81 / 1000 = 1,83 \text{ кН/м};$$

Навантаження від ваги вітража СІАЛ КП50К при щільності скла 2500 кг/м³

$$q_{вит.} = 2500 \cdot 0,016 \cdot 4 \cdot 9,81 / 1000 = 1,57 \text{ кН/м};$$

Навантаження від ваги покрівлі з сендвіч-панелей вагою 32,2 кг/м²

$$q_{кр.1} = 32,2 \cdot 1 \cdot 9,81 / 1000 = 0,316 \text{ кН/м};$$

Навантаження від ваги цільноскляних перегородок NAYADA-Crystal вагою 25 кг/м²

$$q_{пер.скл} = 25 \cdot 4 \cdot 9,81 / 1000 = 0,981 \text{ кН/м};$$

Враховуючи можливі перепланування визначимо нормативне рівномірно розділене навантаження по площі перекриття від ваги всіх перегородок

$$Q = \frac{q_{пер.ГКЛ} \cdot l_{пер.ГКЛ} + q_{пер.стекл} \cdot l_{пер.стекл}}{S},$$

$del l_{пер.ФРЛ}$ - довжина всіх перегородок з ГКЛ;

$l_{пер.скл}$ - довжина всіх цільноскляних перегородок;

S - площа приміщення.

$$Q = \frac{1,83 \cdot 390,057 + 0,981 \cdot 255,469}{3231} = 0,298 \text{ кН/м}^2.$$

Згідно норм нормативні значення на основі розрахунків для схем розміщення перегородок повинні бути не менше 0,5 кН/м², відповідно приймаємо $Q = 0,5 \text{ кН/м}^2$.

Збір навантаження від ваги підлоги і покрівлі приведено в таблиці 2.1.-2.2

Таблиця 2.1 - Збір навантажень від ваги підлог

Назва	Нормативне навантаження кН/м ²	Коефіцієнт найності з навантаження $\gamma \phi$	Розрахункове навантаження, кН/м ²
1	2	3	4
Офісні приміщення, саузли та ін.			
Керамічна плитка ГОКТ 6787-2001, на клею ($\delta=10\text{мм}$, $\gamma=24 \text{ кН/м}^2$)	0,24	1,3	0,312
Стяжка цементно-піщаним розчином М200, ($\delta=40\text{мм}$, $\gamma=18 \text{ кН/м}^2$)	0,72	1,3	0,936

Продовження таблиці 2.1

Гідроізоляція Уніфлекс ЕПП ($\delta= 2,8\text{мм}$)	-	-	-
Звукоізоляція: Пехотерм НПП ЛЕ ТУ2246-028 - 00203430-2003 ($\delta= 6$ мм, $\gamma= 0,4 \text{кН/м}^3$)	0,002	1,2	0,0024
Всього	0,824		1,25
Керамічна плитка ГОКТ 6787-2001, на клею ($\delta=10 \text{мм}$, $\gamma= 24 \text{кН/м}^3$)	0,24	1,3	0,312
Стяжка цементно-піщаним розчином М200, ($\delta= 40 \text{мм}$, $\gamma=18 \text{кН/м}^3$)	0,72	1,3	0,936
Всього			1,248

Таблиця 2.2 - Збір навантажень від ваги покрівлі

Назва	Нормативне навантаження кН/м^2	Коефіцієнт надійності з навантаження $\gamma \phi$	Розрахункове навантаження, кН/м^2
1	2	3	4
Покрівля			
Бітумно-полімерний рулонний гідроізоляційний матеріал ІКОПАЛ ($\delta= 2 \text{мм}$, $\gamma= 0,04 \text{кН/м}^3$)	0,00008	1,3	0,000104
Теплоізоляційний шар з плит ПІФ БАТТ Д Д ЕКСТРА ($\delta= 150 \text{мм}$, $\gamma= 2,1 \text{кН/м}^3$)	0,315	1,2	0,378
Проклейка гарячим бітумом рулонної гідроізоляції ($\delta= 2 \text{мм}$, $\gamma= 0,02 \text{кН/м}^3$)	0,00004	1,3	0,000052
Бітумно-полімерний рулонний гідроізоляційний матеріал ІКОПАЛ ($\delta= 5 \text{мм}$, $\gamma= 0,04 \text{кН/м}^3$)	0,0002	1,3	0,00026
Разом			0,378

Тимчасові навантаження

Значення тимчасових навантажень представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.3 - Тимчасові навантаження

Приміщення	Нормативне навантаження, кН/м ²	γ_f	Розрахункове навантаження, кН/м ²
1	2	3	4
Коридори, сходові клітки, коридори в офісах	2,94	1,2	3,528
Кабінети, офісні, службові приміщення	1,96	1,2	2,352
Покриття	0,686	1,3	0,892

Розраховуємо навантаження від тиску ґрунту

Ґрунт - суглинок м'якопластичний. Тиск на ґрунт від зовнішнього впливу прийнято $P_{sp} = 500 \text{ кґ} / \text{м}^2$

Значення тиску від ґрунту на стіну в основі підвалу вираховується за формулою

$$P = P_{sp} \cdot \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) = 500 \cdot \text{tg}^2 \left(\frac{180}{4} - \frac{22}{2} \right) = 2,23 \text{ кН} / \text{м}^2 .$$

Тиск ґрунту по висоті приведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Розрахунок тиску ґрунту по висоті

z, м	Питома вага γ , кН/м ³	Зчеплення ґрунту С	Кут внутрішнього тертя φ	Тиск ґрунту P, кН/м ²
1	2	3	4	5
0	-	-	-	2,23
1	18,8	0,02	22	9,54
1,5	18,5	0,02	22	13,61
2	19,3	0,02	22	18,55
3	19	0,015	17	32,41
4	18,5	0,015	17	41,72

Снігове навантаження

Згідно [12] нормативне значення снігового навантаження визначається за формулою

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g,$$

де S_g - нормативне значення ваги снігової покрівлі на 1 м² горизонтальної поверхні землі, прийнятий за таблицею 10:1;

C_t - термічний коефіцієнт приймаємо по таблиці 10.10 [12];

μ - Коефіцієнт перепаду від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття;

C_e - коефіцієнт, що враховує знос снігу з покриттів будівель під дією вітру.

Так як у проектному будинку покриття, утеплене з пониженим тепловиділенням, приймаємо $C_t = 1, 0$.

Для консольної частини снігове навантаження розраховується:

Для пологих покриттів, що проектуються на місцевості А і В і які мають характерний розмір в плані l_c не більше 100 м, слід встановлювати коефіцієнт зносу снігу за формулою, але не менше 0,5

$$C_e = (1,2 - 0,4 \cdot \sqrt{k})(0,8 + 0,002 \cdot l_c),$$

де k - коефіцієнт, що визначається за формулою

$$k(z_e) = k_{10} \left(\frac{z_e}{10}\right)^{2\alpha} = 0,65 \cdot \left(\frac{20}{10}\right)^{2 \cdot 0,2} = 0,86,$$

де z_e - еквівалентна висота, м;

k_{10} - коефіцієнт для місцевості типу В рівний 0,65 [табл. 11.3, 8];

α - коефіцієнт для місцевості типу В рівний 0,2 [табл. 11.3, 8];

l_c - характерний розмір покриття, розраховуємо за формулою

$$l_c = 2 \cdot b - \frac{b^2}{l} = 2 \cdot 24 - \frac{24^2}{44} = 34,91,$$

де b - найменший розмір покриття в плані, м;

l - найбільший розмір покриття в плані, м. н.

$$C_e = (1,2 - 0,4 \cdot \sqrt{0,86})(0,8 + 0,002 \cdot 34,91) = 0,72.$$

Коефіцієнт переходу від ваги снігової покрівлі землі до снігового навантаження на покриття визначається за додатком Б, пункт Б.8 [12] і приймається відповідно до схеми, приведеної на рисунку 2.2

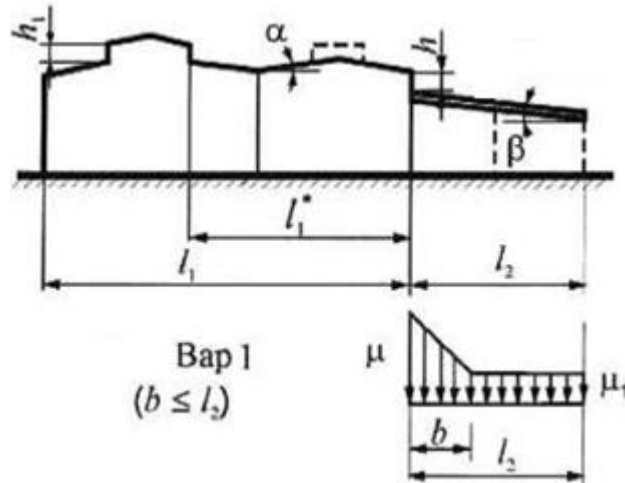


Рисунок 2.2 – Схема снігового навантаження на верхнє покриття

Коефіцієнт μ слід визначати за формулою

$$\mu = 1 + \frac{1}{h} \cdot (m_1 \cdot l_1 + m_2 \cdot l_2) = 1 + \frac{1}{4} \cdot (0,4 \cdot 20 + 0,4 \cdot 24) = 5,4,$$

де $h = 4$ м- висота перепаду, м, відраховується від верхньої точки конструкції більш високої частини будівлі біля перепаду висот до покрівлі нижнього покриття;

l_1, l_2 - довжини ділянок верхнього (l_1) і нижнього (l_2) покриття, з яких переносяться сніг у зону перепаду висоти, м, їх слід приймати для покриття без подовжніх ліхтарів: $l_1 = l_1 = 20$ м; $l_2 = l_2 = 24$ м;

m_1, m_2 - частки снігу, перенесеного вітром до перепаду висоти; їх значення для верхнього m_1 і нижнього m_2 покриттів слід приймати в залежності від їх профілю: 0,4 - для покриттів с $\alpha \leq 20^\circ$.

Так як коефіцієнт μ , прийнятий для розрахунків, не повинен перевищувати 4 - якщо нижнє покриття є покриттям будівлі, а l_1 і $l_2 \leq 48$ м, приймаємо $\mu = 4$.

Довжини зони підвищених сніговідкладень b при

$$\mu \leq \frac{2 \cdot h}{S_0} = \frac{2 \cdot 4}{4,32} = 1,85$$

слід приймати $b = 2 \cdot h = 2 \cdot 4 = 8$ м.

Коефіцієнт μ для покриттів без парапетів при

$$\mu \leq \frac{2 \cdot h}{S_0} = \frac{2 \cdot 4}{4,32} = 1,85$$

$$\mu_1 = 1 - 2 \cdot m_2 = 1 - 2 \cdot 0,4 = 0,2.$$

$$S_0^1 = 0,72 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1,5 = 4,32 \text{ кПа};$$

$$S_0^2 = 0,72 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 1,5 = 0,216 \text{ кПа}.$$

Розраховуємо за формулою:

$$P_1 = S_0^1 \cdot B = 4,32 \cdot 2 = 8,64 \text{ кН / м};$$

$$P_2 = S_0^2 \cdot B = 0,216 \cdot 2 = 0,432 \text{ кН / м}.$$

При кроці прогонів $B = 2$ м, рівномірно розділене навантаження на другорядні балки вираховується за формулою

$$P_1 = S_0^1 \cdot B = 4,32 \cdot 2 = 8,64 \text{ кН / м};$$

$$P_2 = S_0^2 \cdot B = 0,216 \cdot 2 = 0,432 \text{ кН / м}.$$

Для основної частини снігове навантаження розраховується:

$$S_0 = 0,72 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,08 \text{ кН / м}^2.$$

Вітрове навантаження

Розрахунок каркасу слід виконувати для основного типу вітрового навантаження.

Нормативне значення вітрового навантаження, в співвідношенні з [12], W_n слід визначати, як суму середньої W_m і пульсаційної W_p , що складають

$$W_n = W_m + W_p.$$

Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження W_m в залежності від еквівалентної висоти z_b над поверхнею землі слід визначати за формулою.

$$W_m = W_0 \cdot k(z_e) \cdot c,$$

де W_0 - нормативне значення вітрового тиску; приймається в залежності від вітрового району по тал. 11.1 [12], для Черкас (III район) $W_0 = 0,38$ кН/м²;

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

c - аеродинамічний коефіцієнт, що визначається відповідно п.11.1.5-

п.11.1.6 [12].

Аеродинамічні коефіцієнти для різних частин бокових стін приймаються за таблицею В.2 [12] - рисунок 2.4.

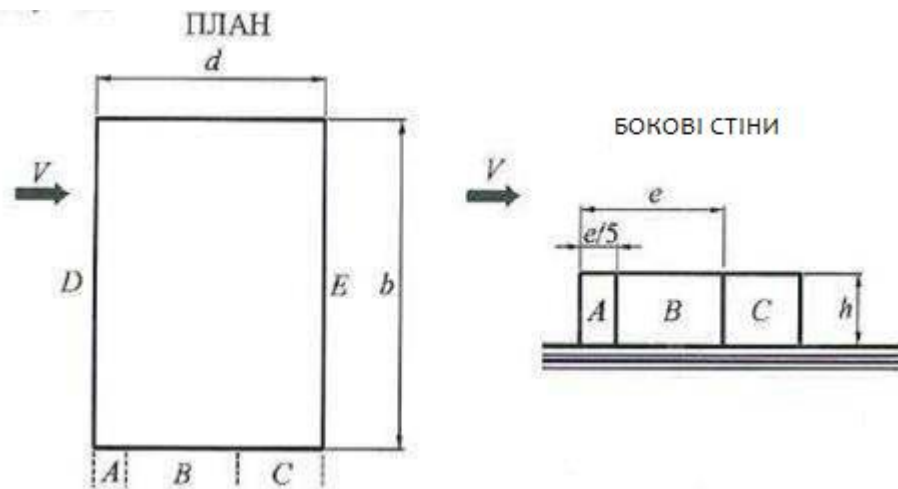


Рисунок 2.4 – Аеродинамічні коефіцієнти для ділянок стін

Результати розрахунків зведені в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Значення навантажень w_m і q_w

Бокові стіни			Вітряна стіна	Підвітряна стіна
Ділянки				
1	2	3	4	5
A	B	C	D	E
-1,0	-0,8	-0,5	0,8	-0,5

Таблиця 2.6 - Значення навантажень відповідних коефіцієнтах c

Поверх	Ви-сота z_e , м	$k(z_e)$	w_m кПа (на площу 1 м ²)				q_w кН/м, на балки (головні і другорядні)			
			$c=0,8$	$c=-0,5$	$c=-0,8$	$c=-1$	$c=0,8$	$c=-0,5$	$c=-0,8$	$c=-1$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	37	1,097	0,263	-0,165	-0,263	-0,329	1,05	-0,66	-1,05	-1,32

Вітрове навантаження прикладаємо рівномірно-розділеним в залежності від напрямку вітру. Отримуємо 4 варіанти завантажень.

Пульсаційна складова вітрового тиску врахована програмним комплексом SCAD як динамічний вплив. Параметри задання пульсаційної складової вітрового навантаження (напрямок +X) показані на рисунку 2.3. Порядок задання пульсаційної складової для трьох інших напрямів аналогічний.

Задаємо сейсмічне навантаження 7 баллів, для цього в SCAD у вкладці

«Завантаження» вибираємо «Динамічні впливи». У вікні, що з'явилося, вибираємо «Сейсмічні дії», тип впливу «Сейсміка», натискаємо «Перетворення статичних навантажень у маси», зі списку навантажень вибираємо власну вагу і задаємо коефіцієнт перерахунку, рівний 1 і натискаємо записати. Аналогічно вибираємо всі навантаження і ставимо відповідні їм коефіцієнти. Так як навантаження в радіусі задавалися в нормативних значеннях, всі коефіцієнти будуть рівні 1 у відповідності з «Навантаження і вплив»

Аналогічно задаємо сейсмічне навантаження 8 балів.

2.2.1 Формування комбінацій завантажень і розрахункових поєднань зусиль

Після задання завантажень формуємо їх комбінації і розрахункові поєднання зусиль.

У результаті одержуємо такі комбінації завантажень:

- статичне навантаження;
- статичне навантаження + сейсміка 7 балів;
- статичне навантаження + сейсміка 8 балів.

2.3 Результати розрахунків будівлі в ПК SCAD

Згідно з розрахунками в ПК SCAD максимальне пришвидшення будівлі не перевищує допустимих (рисунок 2.5), по [12] для комфортного перебування людей в будівлях максимальне прискорення поверху не повинно перевищувати $0,08 \text{ м/сек}^2$.

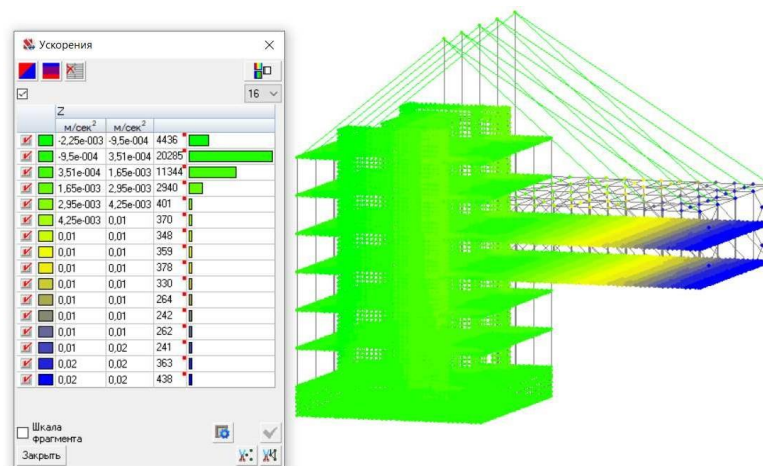


Рисунок 2.5 - Прискорення

За результатами експертизи критичний фактор K_{\max} в сталевих конструкціях не перевищує 1, значить підбір перерізів виконано вірно.

Максимальне вертикальне переміщення склало -73,53 мм (рисунок 2.6), що менше розподільного вертикального переміщення, яке визначається згідно з [12, табл. Д.1] за формулою $f_{z00} = \lambda / 250 = 24000 / 250 = 96$ мм.

де l - розрахунковий проліт елемента конструкції.

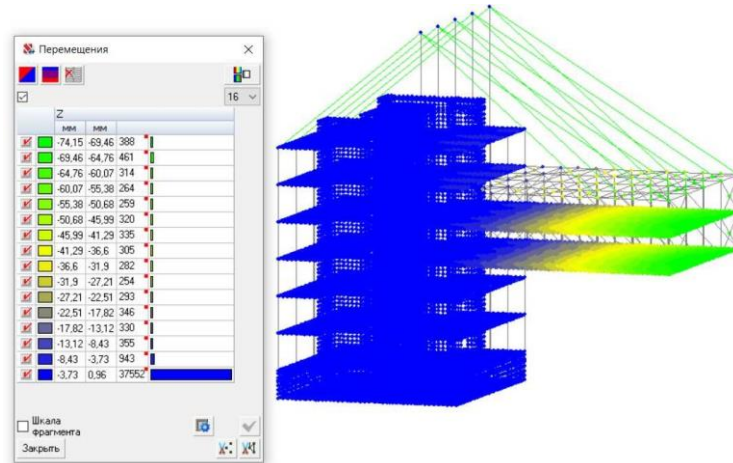


Рисунок 2.6 - Переміщення по осі Z при найбільш несприятливому поєднанні навантажень

Максимальне горизонтальне переміщення склало 36,65 мм (рисунок 2.7), що менше граничного горизонтального переміщення, яке визначається за формулою $f_{x00} = h / 500 = 27000 / 500 = 54$ мм

де h - висота будівлі.

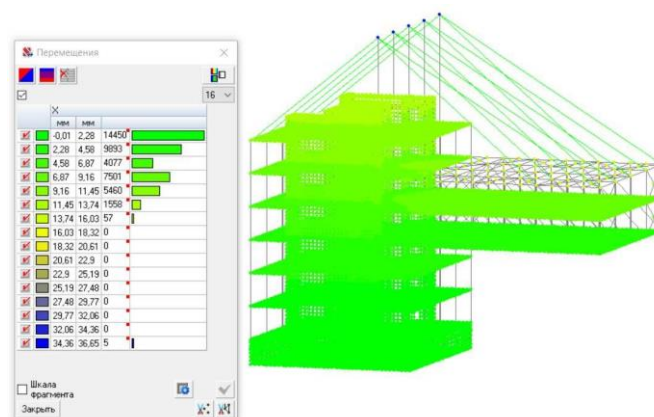


Рисунок 2.7 – Переміщення по осі X при найбільш несприятливому поєднанні навантажень

Після підбору перерізів сталевих конструкцій перейдемо до підбору перерізів арматури в залізобетонних елементах споруди.

2.4 Конструювання залізобетонних конструкцій

За допомогою постпроцесора ПК SCAD зробимо розрахунок підбору арматури і проаналізуємо отримані результати. Розрахунок виконуємо з урахуванням вимог по тріщиностійкості. Відсоток симетричного армування колон і пілонів не повинен перевищувати 5%.

2.4.1 Армуння колон

При створенні даних груп задаються клас поперечної і подовжньої арматури, діаметри, коефіцієнти умов роботи, відстань до центру тяжкості арматури, коефіцієнт вертикального бетонування (для колон і стін) рівний 0,85, 3 категорія тріщиностійкості, випадковий ексцентриситет і розрахункову довжину (для колон), а також вибирається бетон і його клас, коефіцієнт надійності і відповідальності. На рисунку 3.10 представлені дані армування для конструктивної групи колони, задані в ПК SCAD.

Значення відсотків симетричного армування представлені на рисунку 2.8. З отриманих результатів видно, що армування не перевищує 5%. Третя площа армування колон представлена на рисунку 2.9.

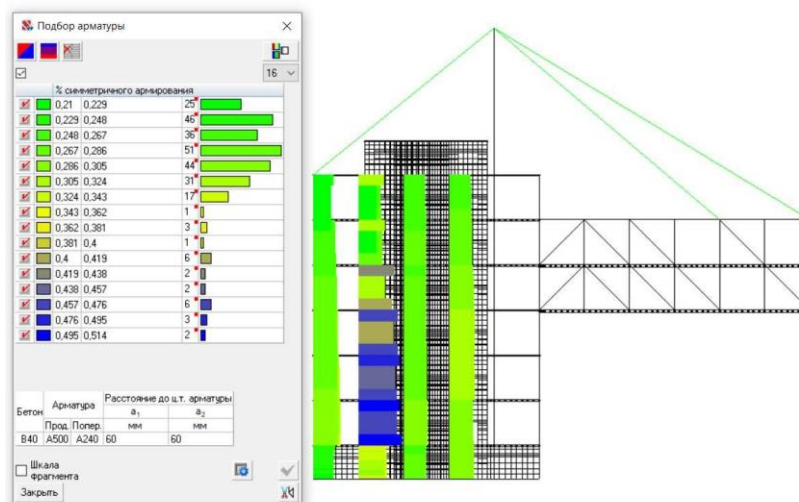


Рисунок 2.8 – Відсоток симетричного армування колон

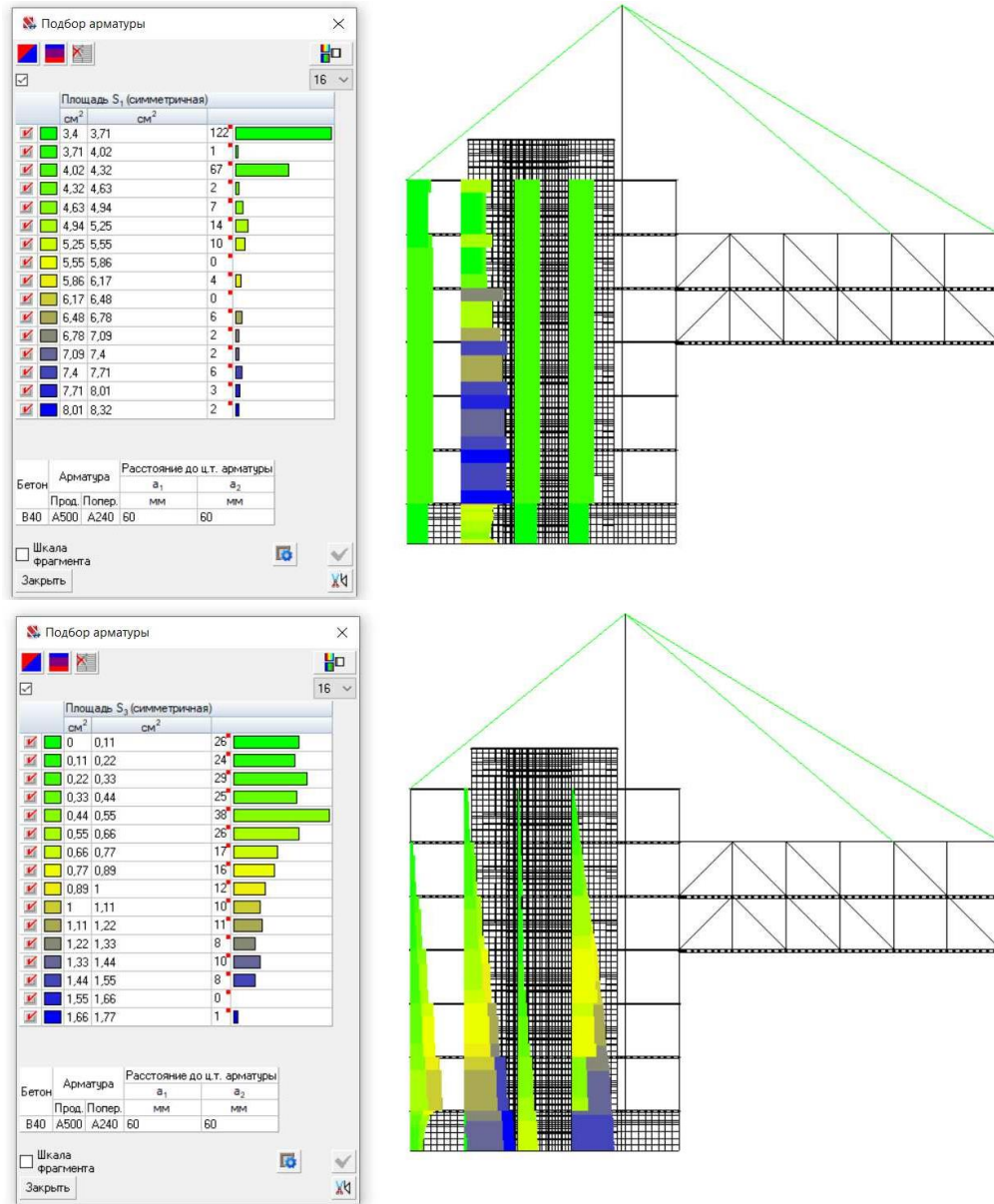


Рисунок 2.9 – Потрібна площа армування колон

Для колони 600x600 мм приймаємо 6 подовжніх апаратних стержнів (рисунок 2.10).

Приймаємо подовжнє армування виходячи з мінімальної необхідної

площі перерізу одного стержня

$$A_{cm} = \frac{8,32}{3} = 2,77 \text{ см}^2$$

За сортаментом арматури приймаю стержень $d20A500$ мм з $A = 3,142 \text{ см}^2$. Поперечну арматуру приймаємо конструктивно $d 8 A240$ з кроком 200 мм.

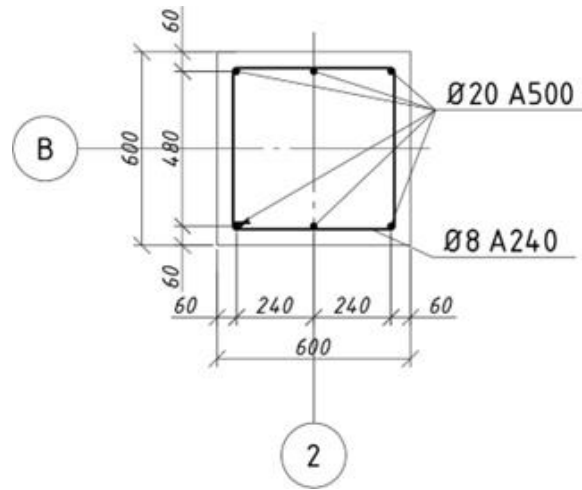


Рисунок 2.10 - Армування колони 600х600

Мінімальний відсоток армування рівний

$$\mu_s = \frac{A_s}{(b \cdot h_0)} \cdot 100 = \frac{3,142 \cdot 3}{60 \cdot (60 - 6 - 6)} \cdot 100 = 0,327 > 0,25.$$

Базова довжина анкерування визначається за формулою згідно [16]

$$l_{0,an} = \frac{R_s \cdot A_s}{R_{bond} \cdot u_s},$$

де R_s - розрахунковий опір арматури розтягненню приймаємо рівним для арматури A500 $R_s = 500$ МПа

$A = 3,142 \text{ см}^2$ $u_s = 62,8 \text{ см}$ - відповідно площа поперечного перерізу анкерного стержня арматури і периметр його перерізу, визначені по номінальному діаметру стержня;

R_{bond} - розрахунковий опір зчеплення арматури з бетоном, що приймається рівномірно розподіленим по довжині анкерування і визначається за формулою

$$R_{bond} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot R_{cm},$$

Де R_{cm} - розрахунковий опір бетону осьовому розтягуванню рівний для бетону класу B40 $R_{cm} = 1,4$ МПа згідно [17, табл.6.8];

η_1 - коефіцієнт, що враховує вплив виду поверхні арматури, прийнятий рівним для гарячекатаної і термомеханічно обробленої арматури періодичного профілю 2,5;

η_2 - коефіцієнт, що враховує вплив розміру діаметра арматури, прийнятий рівним при діаметрі арматури $d_s \leq 32$ мм 1.0.

$$R_{bond} = 2,5 \cdot 1 \cdot 1,4 = 3,5 \text{ МПа.}$$

$$l_{0,an} = \frac{500 \cdot 3,142}{1,4 \cdot 62,8} = 7,147 \text{ см,}$$

Стики розтягнутої або стиснутої арматури повинні мати довжину напуску не менше значення довжини l_l , визначуваної за формулою

$$l_l = \alpha \cdot l_{0,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}},$$

де $A_{s,cal}$, $A_{s,ef}$ - площі поперечного поперечного перерізу арматури, відповідно необхідна за розрахунком і фактично встановлена;

α - Коефіцієнт, що враховує вплив напруженого стану арматури, конструктивного рішення елемента в зоні з'єднання стержнів, кількість дотичних арматур в одному перерізі відносно до загальної кількості арматури в цьому перерізі, відстань між дотиковими стержнями приймається рівною 1,2.

$$l_l = \alpha \cdot l_{0,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}},$$

Довжину напуску арматури приймаємо 1000 мм.

2.4.2 Армування пілонів

На рисунку 3.12 представлені дані армування для конструктивної групи колони, задані в ПК SCAD.

Значення відсотків симетричного армування представлені на рисунку 2.11. За отриманими результатами видно, що армування не перевищує 5%. Потрібна площа армування колон представлена на рисунку 2.12.

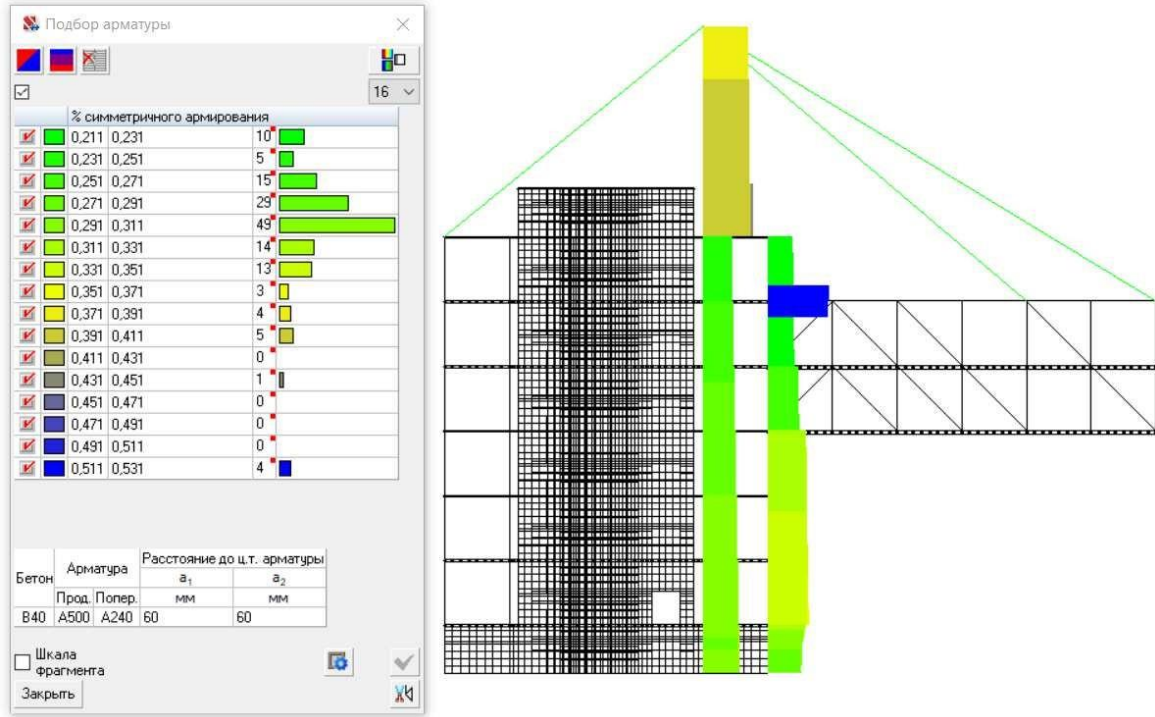


Рисунок 2.11 – Відсоток симетричного армування пілонів

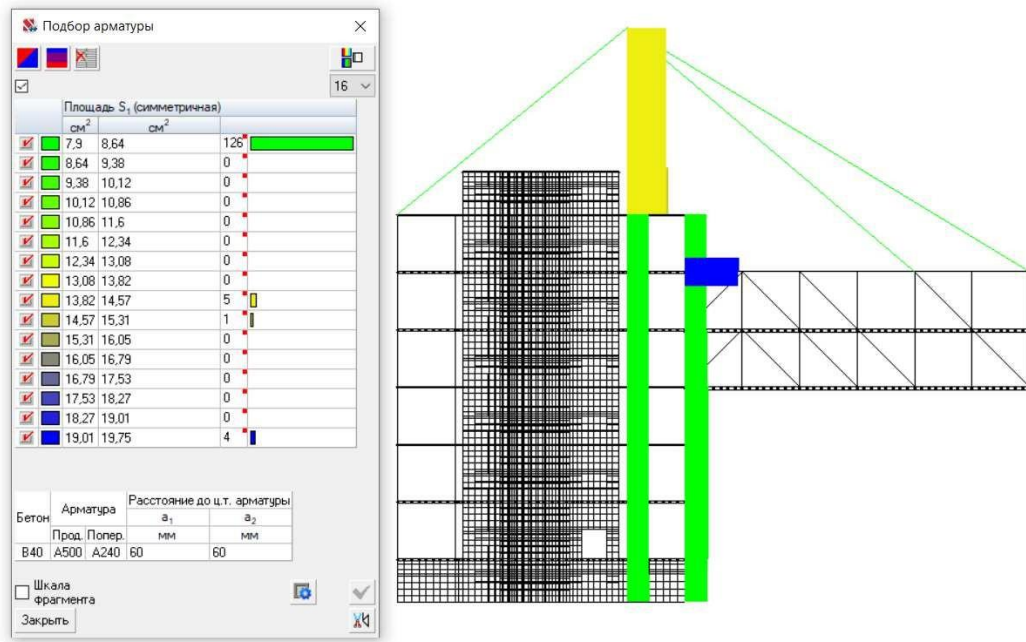


Рисунок 2.13 - Потрібна площа армування колон.

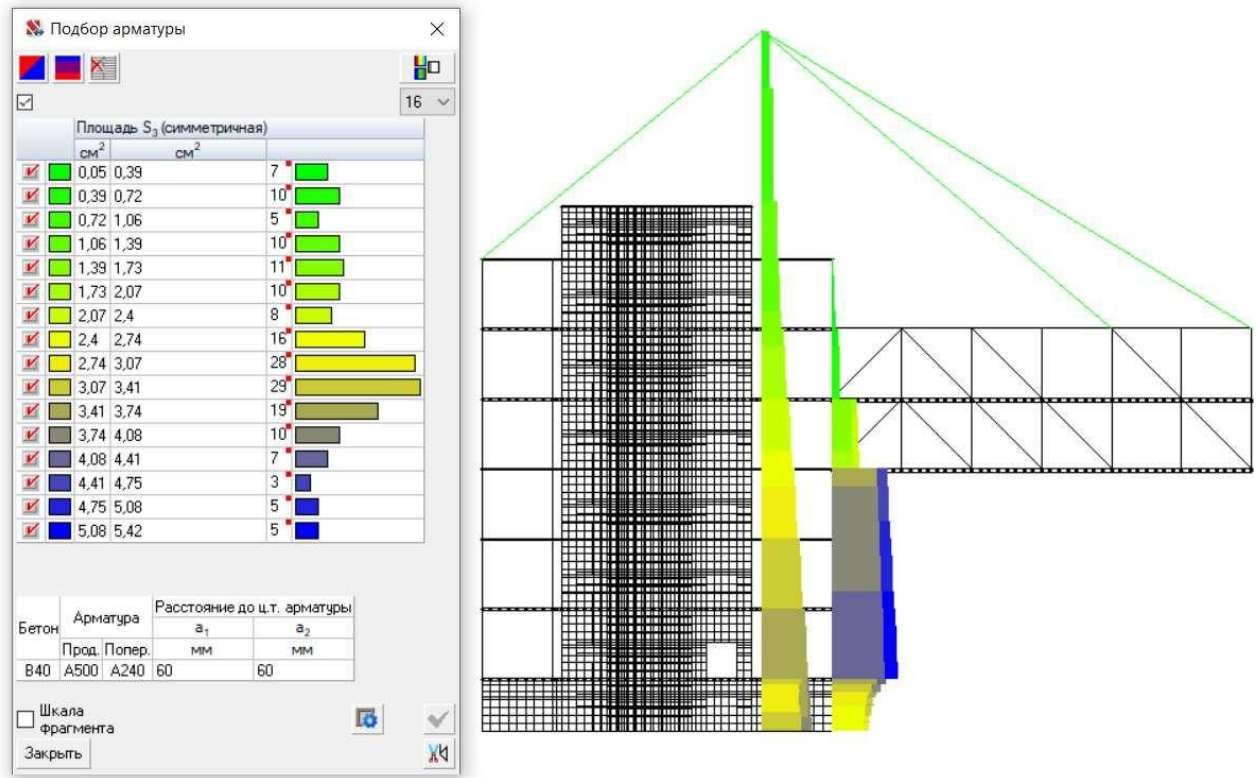


Рисунок 2.14 - Потрібна площа армування колон.

Для пілонів 800x1000 мм приймаємо 6 подовжніх арматурних стержнів. Приймаємо подовжнє армування верхньої частини пілона (рисунок 2.15). з

мінімальною потрібною площею перерізу одного стержня

$$A_{cm} = \frac{15,31}{3} = 5,1 \text{ см}^2$$

За сортаментом арматури приймаю стрижень $d28A500$ мм $A = 6,158 \text{ мм}^2$. Подовжнє армування пілона на ділянці дотику основної частини і консольної частини (рисунок 2.16) приймаємо виходячи з мінімальної потрібної площі

перерізу одного стержня

$$A_{cm} = \frac{19,75}{3} = 6,58 \text{ см}^2$$

За сортаментом арматури приймаю стрижень $d32A500$ мм $A = 8,042 \text{ мм}^2$. Подовжнє армування основної частини пілона (рисунок 2.17) приймаємо виходячи з мінімальної потрібної площі перерізу одного стержня $A = 8,64 = 2,88 \text{ мм}^2$. За сортаментом арматури приймаю стрижень $d20A500$ мм $A = 3,142 \text{ мм}^2$

Поперечну арматуру приймаємо конструктивно $d8 A240$ з кроком 200 мм. Мінімальний процент армування вираховується за формулою

$$\mu_s = \frac{A_s}{(b \cdot h_0)} \cdot 100 = \frac{8,042 \cdot 3}{60 \cdot (100 - 6 - 6)} \cdot 100 = 0,457 > 0,25.$$

Базова довжина анкерування визначається за формулою [16]

$$l_{0,an} = \frac{500 \cdot 8,042}{1,4 \cdot 100,48} = 11,434 \text{ см},$$

Стики розтягнутої або стиснутої арматури повинні мати довжину напуску не менше значення довжини l_l , визначуваної за формулою

$$l_l = 1,2 \cdot 11,434 \cdot \frac{6,58}{8,042} = 11,23 \text{ см}.$$

Довжину напуску арматури приймаємо 1200 мм.

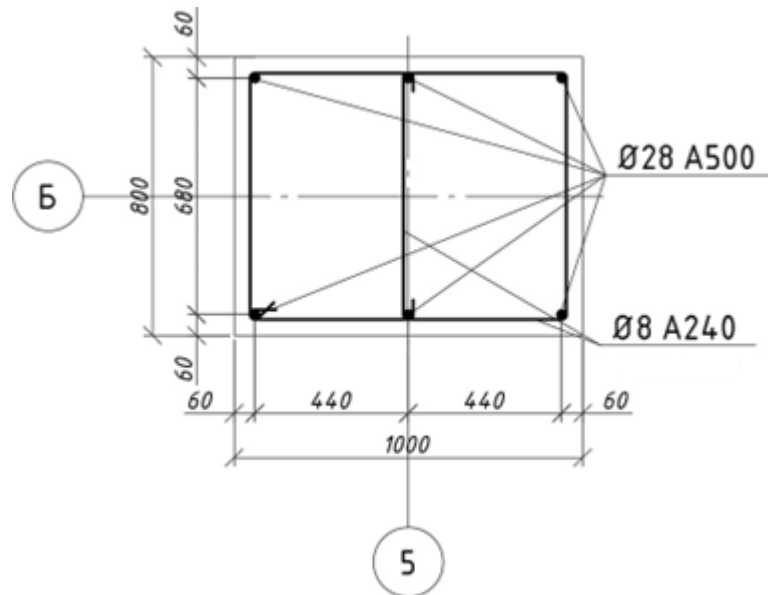


Рисунок 2.15 – Розріз верхньої частини пілона 800x1000 мм

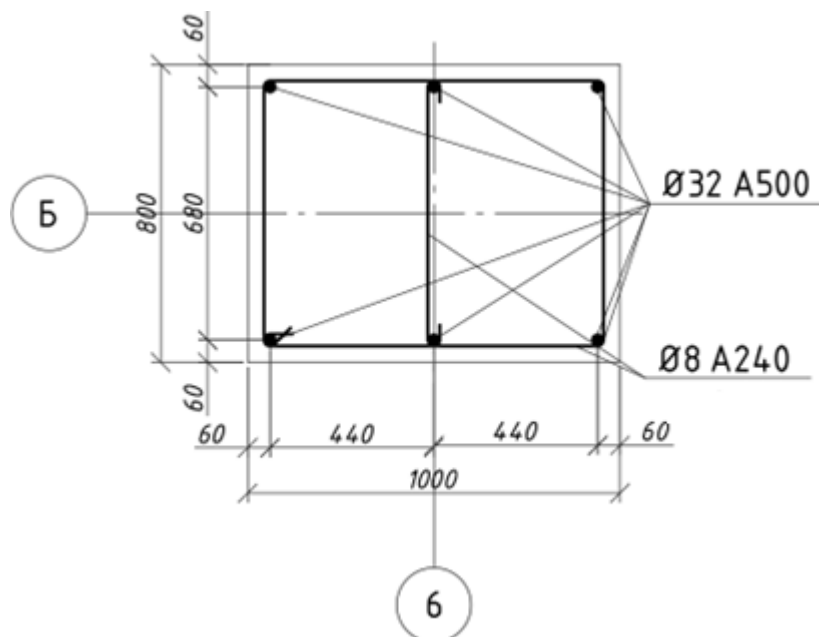


Рисунок 2.16 - Розріз частини пілона, що примикає до консольної частини 800x1000 мм

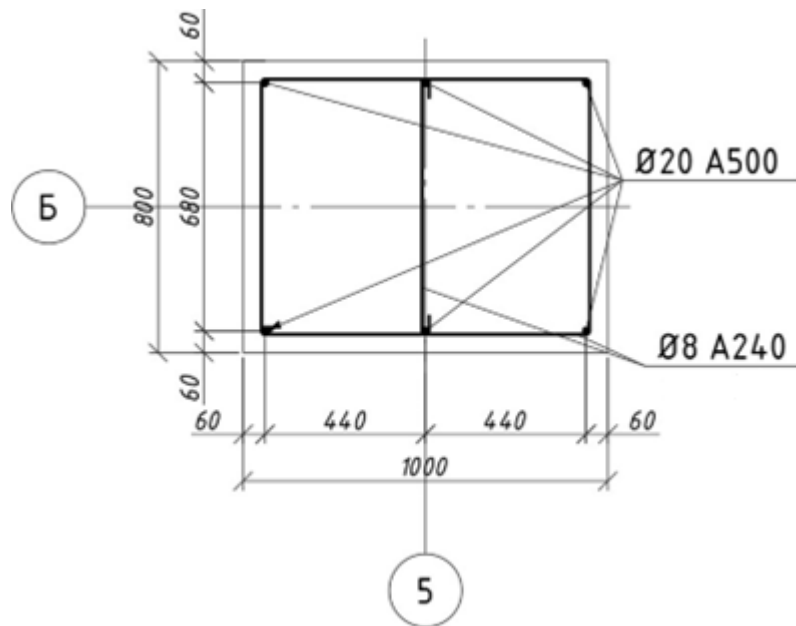


Рисунок 2.17 - Розріз основної частини пілона 800x1000 мм

2.4.3 Армування плит перекриття

На рисунку 2.18 представлені дані армування для конструктивної групи плити перекриття і покриття, задані в ПК SCAD.

Потрібні діаметри для формування плит перекриття представлені на рисунку 2.19-2.20.

Подбор арматуры

Шаг : 200 мм 16

Интенсивность S_1 (нижня по X) $\text{см}^2/\text{м}$

<input checked="" type="checkbox"/>	d10/200	3,43	4316
<input checked="" type="checkbox"/>	d14/200	6,87	1417
<input checked="" type="checkbox"/>	d18/200	10,3	593
<input checked="" type="checkbox"/>	d20/200	13,73	392
<input checked="" type="checkbox"/>	d22/200	17,16	239
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	20,59	180
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	24,02	137
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	27,45	92
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	30,88	83
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	34,32	60
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	37,75	37
<input checked="" type="checkbox"/>	d36/200	41,18	29
<input checked="" type="checkbox"/>	d36/200	44,61	19
<input checked="" type="checkbox"/>	d36/200	48,04	11
<input checked="" type="checkbox"/>	d40/200	51,47	7
<input checked="" type="checkbox"/>	d40/200	54,9	4

Бетон	Арматура		Расстояние до ц.т. арматуры			
	Прод.	Попер.	a_1	a_2	a_3	a_4
В30	A500	A240	35	35	35	35

Шкала фрагмента

Закреть

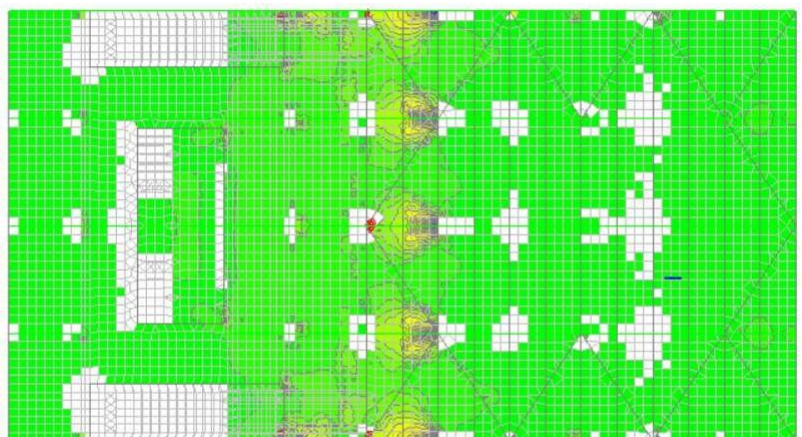


Рисунок 2.18 – Потрібні діаметри для армування плит перекриття (нижня X і Y)

Подбор арматуры

Шаг : 200 мм 16

Интенсивность S_3 (нижня по Y)

		см ² /м	
<input checked="" type="checkbox"/>	d10/200	1,99	5057
<input checked="" type="checkbox"/>	d12/200	3,97	3269
<input checked="" type="checkbox"/>	d14/200	5,96	715
<input checked="" type="checkbox"/>	d16/200	7,94	465
<input checked="" type="checkbox"/>	d18/200	9,93	409
<input checked="" type="checkbox"/>	d18/200	11,91	325
<input checked="" type="checkbox"/>	d20/200	13,9	209
<input checked="" type="checkbox"/>	d22/200	15,88	203
<input checked="" type="checkbox"/>	d22/200	17,87	165
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	19,85	138
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	21,84	59
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	23,82	9
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	25,81	4
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	27,79	2
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	29,78	2
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	31,76	2

Бетон	Арматура		Расстояние до ц.т. арматуры			
	Прод.	Попер.	а ₁	а ₂	а ₃	а ₄
B30	A500	A240	35	35	35	35

Шкала фрагмента

Закреть

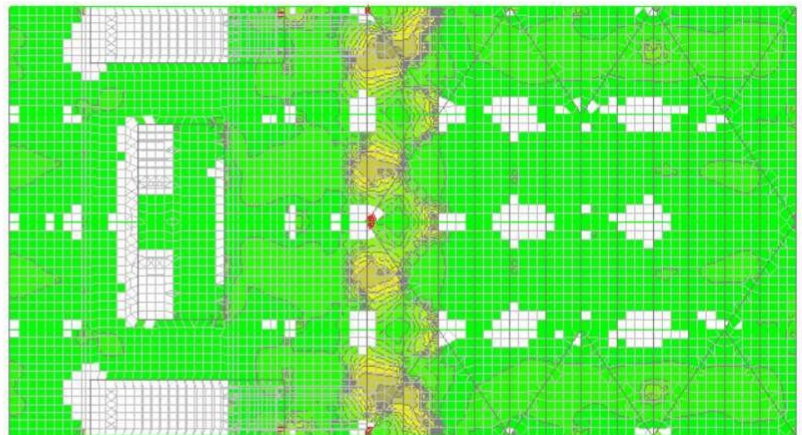


Рисунок 2.19 – Потрібні діаметри для армування плит перекриття (нижня X і Y)

Подбор арматуры

Шаг : 200 мм 16

Интенсивность S_2 (верхня по X)

		см ² /м	
<input checked="" type="checkbox"/>	d10/200	3,48	2589
<input checked="" type="checkbox"/>	d14/200	6,95	1718
<input checked="" type="checkbox"/>	d18/200	10,42	984
<input checked="" type="checkbox"/>	d20/200	13,9	798
<input checked="" type="checkbox"/>	d22/200	17,37	564
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	20,85	485
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	24,32	411
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	27,79	261
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	31,27	169
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	34,74	102
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	38,22	61
<input checked="" type="checkbox"/>	d36/200	41,69	38
<input checked="" type="checkbox"/>	d36/200	45,17	23
<input checked="" type="checkbox"/>	d36/200	48,64	12
<input checked="" type="checkbox"/>	d40/200	52,11	8
<input checked="" type="checkbox"/>	d40/200	55,59	8

Бетон	Арматура		Расстояние до ц.т. арматуры			
	Прод.	Попер.	а ₁	а ₂	а ₃	а ₄
B30	A500	A240	35	35	35	35

Шкала фрагмента

Закреть

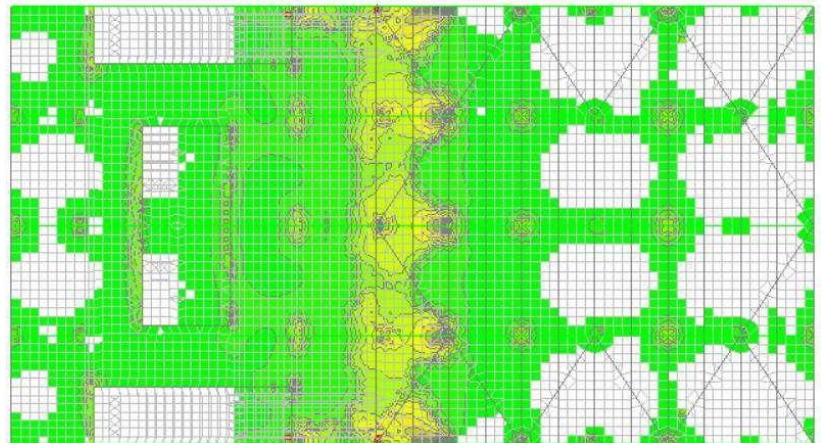


Рисунок 2.20 – Потрібні діаметри для армування плит перекриття (верхня X і Y)

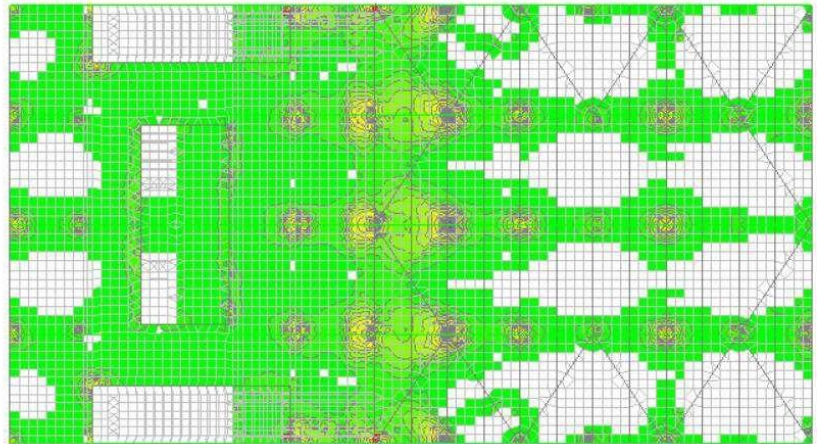


Рисунок 2.21 – Потрібні діаметри для армування плит перекриття (верхня X і Y)

Приймаємо:

- основну нижню арматуру в обох напрямках d12 A500 з кроком 200 мм,
- основну верхню арматуру - d10 A500 з кроком 200 мм,
- додаткову нижню арматуру - d12 A500 з кроком 200 мм;
- додаткову верхню арматуру - d10 A500 з кроком 200 мм.

2.4.4 Армування стін

На рисунку 2.22 представлені дані армування для конструктивної групи стіни, задані в ПК SCAD.

Потрібні діаметри для армування плит перекриття представлені на рисунку 2.23-2.24.

Подбор арматуры

Шаг : 200 мм 16

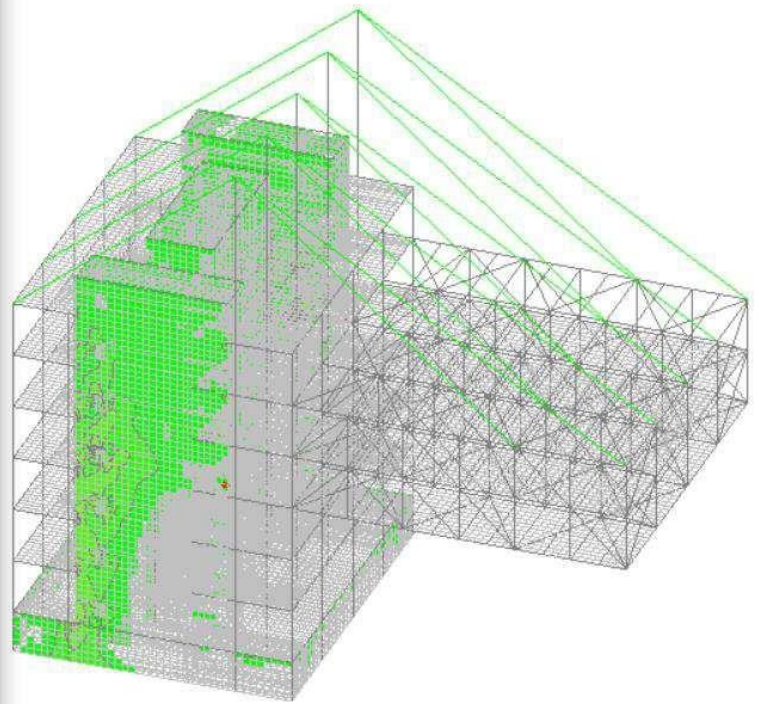
Интенсивность S_1 (нижня по X)

		см ² /м	
<input checked="" type="checkbox"/>	d10/200	1,91	6938
<input checked="" type="checkbox"/>	d10/200	3,81	3176
<input checked="" type="checkbox"/>	d14/200	5,72	2000
<input checked="" type="checkbox"/>	d14/200	7,63	655
<input checked="" type="checkbox"/>	d16/200	9,53	233
<input checked="" type="checkbox"/>	d18/200	11,44	146
<input checked="" type="checkbox"/>	d20/200	13,35	94
<input checked="" type="checkbox"/>	d20/200	15,25	67
<input checked="" type="checkbox"/>	d22/200	17,16	49
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	19,07	42
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	20,98	26
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	22,88	18
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	24,79	16
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	26,7	8
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	28,6	2
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	30,51	2

Бетон	Арматура		Расстояние до ц.т. арматуры			
	Прод.	Попер.	а ₁	а ₂	а ₃	а ₄
B30	A500	A240	35	35	35	35

Шкала фрагмента

Закреть



Подбор арматуры

Шаг : 200 мм 16

Интенсивность S_3 (нижня по Y)

		см ² /м	
<input checked="" type="checkbox"/>	d10/200	2,42	12353
<input checked="" type="checkbox"/>	d12/200	4,84	2762
<input checked="" type="checkbox"/>	d14/200	7,27	771
<input checked="" type="checkbox"/>	d16/200	9,69	184
<input checked="" type="checkbox"/>	d18/200	12,11	79
<input checked="" type="checkbox"/>	d20/200	14,53	58
<input checked="" type="checkbox"/>	d22/200	16,96	41
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	19,38	37
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	21,8	36
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	24,22	24
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	26,65	19
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	29,07	16
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	31,49	15
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	33,91	9
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	36,34	4
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	38,76	2

Бетон	Арматура		Расстояние до ц.т. арматуры			
	Прод.	Попер.	а ₁	а ₂	а ₃	а ₄
B30	A500	A240	35	35	35	35

Шкала фрагмента

Закреть

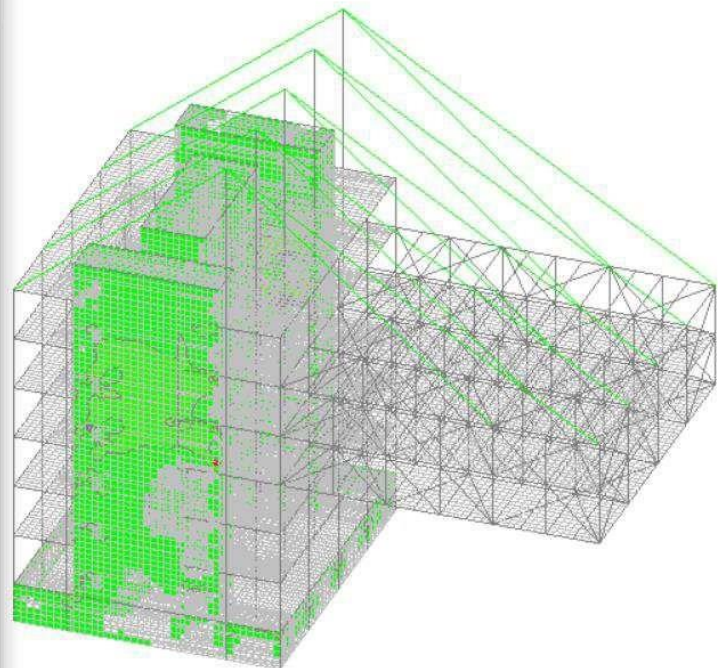


Рисунок 2.24 - Потрібні діаметри для армування стін (нижня X і Y)

Подбор арматуры

Шаг : 200 мм 16

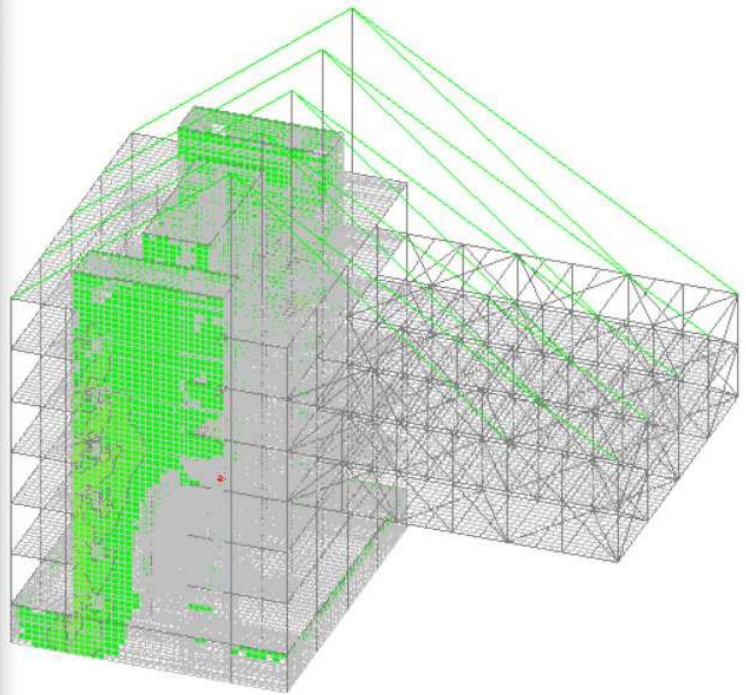
Интенсивность S_x (верхняя по X)

		см ² /м		
<input checked="" type="checkbox"/>	d10/200	1,96	7314	
<input checked="" type="checkbox"/>	d10/200	3,92	3381	
<input checked="" type="checkbox"/>	d14/200	5,88	1737	
<input checked="" type="checkbox"/>	d16/200	7,84	526	
<input checked="" type="checkbox"/>	d16/200	9,8	129	
<input checked="" type="checkbox"/>	d18/200	11,75	49	
<input checked="" type="checkbox"/>	d20/200	13,71	41	
<input checked="" type="checkbox"/>	d20/200	15,67	29	
<input checked="" type="checkbox"/>	d22/200	17,63	25	
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	19,59	20	
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	21,55	14	
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	23,51	10	
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	25,47	4	
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	27,43	2	
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	29,38	2	
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	31,34	2	

Бетон	Арматура		Расстояние до ц.т. арматуры			
	Прод.	Попер.	а ₁	а ₂	а ₃	а ₄
В30	A500	A240	35	35	35	35

Шкала фрагмента

Закреть



Подбор арматуры

Шаг : 200 мм 16

Интенсивность S_y (верхняя по Y)

		см ² /м		
<input checked="" type="checkbox"/>	d10/200	2,43	12463	
<input checked="" type="checkbox"/>	d12/200	4,87	2652	
<input checked="" type="checkbox"/>	d14/200	7,3	741	
<input checked="" type="checkbox"/>	d16/200	9,73	172	
<input checked="" type="checkbox"/>	d18/200	12,16	81	
<input checked="" type="checkbox"/>	d20/200	14,6	63	
<input checked="" type="checkbox"/>	d22/200	17,03	39	
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	19,46	32	
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	21,9	29	
<input checked="" type="checkbox"/>	d25/200	24,33	25	
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	26,76	18	
<input checked="" type="checkbox"/>	d28/200	29,19	16	
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	31,63	14	
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	34,06	10	
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	36,49	4	
<input checked="" type="checkbox"/>	d32/200	38,93	2	

Бетон	Арматура		Расстояние до ц.т. арматуры			
	Прод.	Попер.	а ₁	а ₂	а ₃	а ₄
В30	A500	A240	35	35	35	35

Шкала фрагмента

Закреть

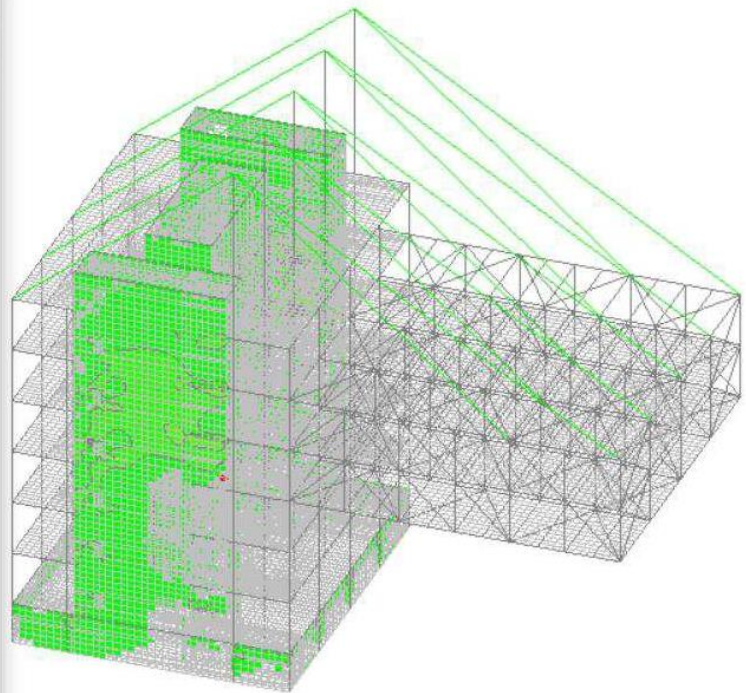


Рисунок 2.25 - Потрібні діаметри для армування плит перекриття (верхня X і Y)

За результатами армування ми бачимо, що в основному для нашого ядра підходить арматура d10 A500 з кроком 200 мм, в більшості арматура не

потрібна взагалі. У деяких ділянках потрібне посилення арматурою d10 A500. Далі здаємо армування за результатами підбору і перейдемо у вкладку «Експертиза залізобетону».

Результати подальшої експертизи представлені на рисунку 2.26.

Критичний фактор K_{max} не перевищує 0,99.

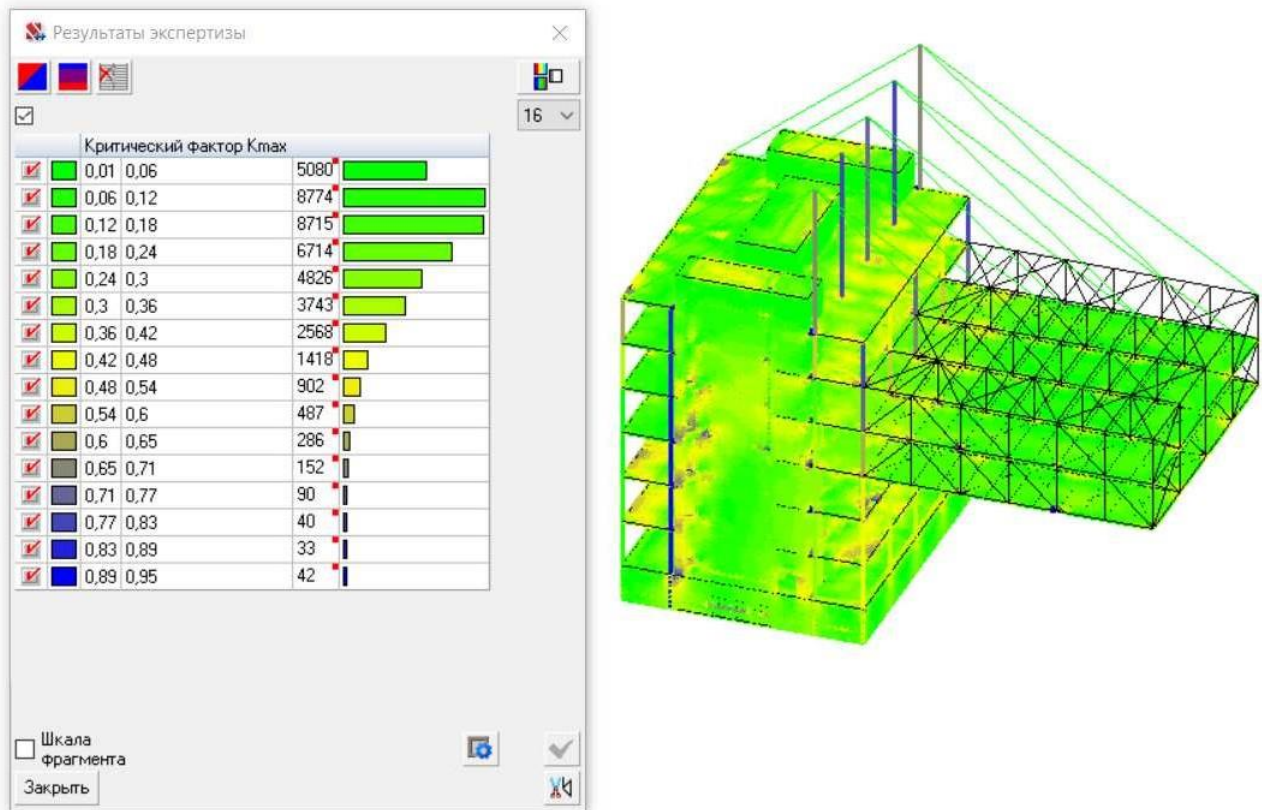


Рисунок 2.26- Результати експертизи (трьохфакторний аналіз)

2.5 Розрахунок опорної частини балки пояса Б2

Коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 0,9$ [14, табл. 1];

Коефіцієнт надійності по відповідальності $\gamma_n = 1,1$;

Розрахункові характеристики сталі С345: $R_y = 310 \text{ Н/мм}^2$, $R_{un} = 470 \text{ Н/мм}^2$;

Розрахункові характеристики сталі С375: $R_y = 340 \text{ Н/мм}^2$, $R_{un} = 490 \text{ Н/мм}^2$;

Наразі стінки балки над опорою зміцнюємо опорним ребром. Визначаємо розміри опорного ребра з умови міцності на зминання його торцевої поверхні; при цьому виступаюча нижче пояса його частина повинна бути не більше 1,5 його товщини, інакше ребро розраховують на стискання. Зазвичай задають

товщину опорного ребра з 10 до 20 мм, а потім визначають його ширину в/

Нехай $t_{or} = 10\text{мм}$

$$b_{or} = \frac{A_r}{t_{or}} = \frac{0,257}{1,0} = 0,257\text{см};$$

$$A_r = \frac{R_A}{R_p} = \frac{162,21}{459 \cdot 10^{-1}} = 3,53\text{см}^2,$$

де $R_A = 162,21\text{кН}$ - основна реакція відповідно до розрахунків по ПК SCAD;

$R_p = 459\text{Н/мм}^2$ - розрахунковий опір торцевих поверхонь зминання згідно [14, табл. О 6].

Приймаємо переріз ребра $165 \times 10\text{мм}$ з площею $16,5\text{см}^2$.

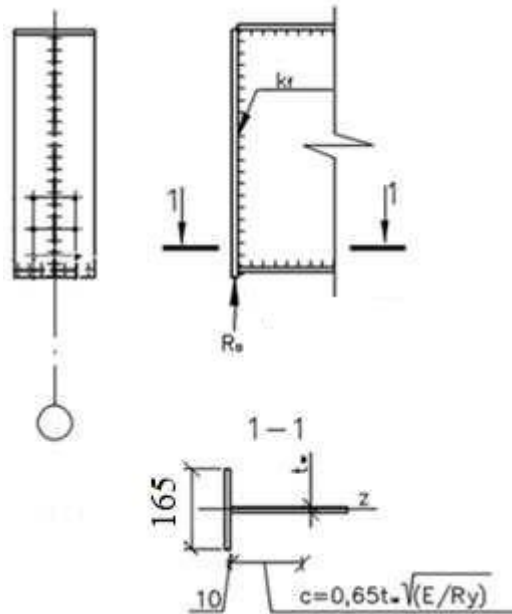


Рисунок 2.27 -Опорне ребро балки поясу

Перевіримо опорну частину ригеля на стійкість як центрально-стислий стрижень висотою h_w ; у розрахунковий переріз цього стержня включають опорне ребро і частину стінки шириною

$$c = 0,65 \cdot t_w \cdot \sqrt{E/R_y} = 0,65 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{2,06 \cdot 10^5 / 340} = 11,2\text{см},$$

Де $E = 2,06 \cdot 10^5\text{МН/м}^2$ - модуль пружності сталі;

$t_w = 0,7\text{мм}$ - товщина стінки двотавра.

Геометричні характеристики перерізу основного центрально-стислого

стержня:

Розрахункова площа перерізу

$$A = b_{or} \cdot t_{or} + 0,65 \cdot t_w^2 \cdot \sqrt{E / R_y} = 16,5 \cdot 1 + 0,65 \cdot 0,7^2 \cdot \sqrt{2,06 \cdot 10^5 / 340} = 24,34 \text{ см}^2;$$

момент інерції перерізу відносно осі z

$$I_z = \frac{b_{or}^3 \cdot t_{or}}{12} + \frac{c \cdot t_w^3}{12} = \frac{16,5^3 \cdot 1}{12} + \frac{11,2 \cdot 0,7^3}{12} = 374,66 \text{ см}^4;$$

радіус інерції перерізу

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{374,66}{24,34}} = 3,92 \text{ см.}$$

Гнучкість умовного стержня і коефіцієнт стабільності

$$\lambda_w = \frac{h_w}{i_z} = \frac{373}{3,92} = 95,07;$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_w \cdot \sqrt{R_y / E} = 95,07 \cdot \sqrt{340 / 2,06 \cdot 10^5} = 3,86;$$

$\varphi = 0,487$ по таблиці Д.1 [14, додаток Д]. Перевірка опорної частини балки на стійкість:

$$\frac{R_A}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{162,21}{0,487 \cdot 24,34 \cdot 340 \cdot 1} = 0,04 < 1.$$

Стійкість забезпечена.

Перевірка швів прикріплення опорного ребра до стінки ригелю при $k_f = 6 \text{ мм}$. Розрахунок ведемо по металу шва, адже

$$\beta_f \cdot R_{wf} < \beta_z \cdot R_{wz}, \quad (3.32)$$

Де $\beta_f = 0,9$, $\beta_z = 1,05$ - коефіцієнти залежні від катета, положення шва і виду зварювання, прийняті згідно [14, т.бл. 39];

$R_{wf} = 215 \text{ Н / мм}^2$ - розрахунковий опір металу кутового шва і виду зварювання, прийняті згідно [14, табл. Г.2];

$R = 0,45 \cdot R = 0,45 \cdot 470 = 211,5 \text{ Н / мм}^2$ - розрахунковий опір металу на межі сплавлення.

$$0,9 \cdot 215 < 1,05 \cdot 211,5;$$

$$193,5 < 197,4.$$

Перевіримо міцність по металу шва згідно [14, п.14.1.16] для найбільшого розрахункового зусилля

$$Q_{wf} = \frac{R_A}{k_f \cdot \beta_f \cdot \sum l_w} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c \cdot \gamma_{wf},$$

де R_A - розрахункове зусилля згідно розрахунків по ПК SCAD;

$l_w = (165 - 10) \cdot 2 = 310$ мм- розрахункова довжина швів у зварному з'єднанні, рівна сумарній довжині всіх його ділянок за відніманням по 1 см на кожній неперервній ділянці шва.

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи згідно [14, табл.1];

$\gamma_{wf} = 1$ - коефіцієнт умов роботи шва.

$$\frac{162,21 \cdot 10^3}{6 \cdot 0,9 \cdot 310} \leq 215 \cdot 1 \cdot 1;$$

$$96,89 \leq 215;$$

Перевірка зварних швів виконана з урахуванням конструктивної вимоги по розрахунковій довжині флангового шва: $l_{wf} = 85 \cdot \beta_f \cdot k_f = 459$ [1].

Нижній торець опорного ребра слід стесати.

РОЗДІЛ 3 Науково-дослідна частина

3.1 Варіанти конструкцій

В якості варіантів будуть розглядатися розташування несучої конструкції як великопролітну консоль у верхній частині будівлі або консоль із підвіскою на вантах.

Основна частина буде виконана з залізобетону, також буде використовуватися комбінована система покриття, в якій гнучкі ванти і жорсткі елементи ферми консолі працюють спільно.

Всі варіанти каркасів розраховувались в ПК SCAD на дію основної комбінації навантажень у вигляді власної ваги (задається автоматично в SCAD), снігового, вітрового навантаження, ваги огорожувальних конструкцій, підлоги і тимчасового корисного навантаження.

3.1.1 Варіант 1

У першому варіанті передбачається конструкція каркасу будівлі без вант з улаштуванням несучих конструкцій консольної частини у вигляді ферми з розкосною решіткою зі стійками.

Після задавання навантажень і попереднього призначення жорстких характеристик конструкцій, виконуємо розрахунок і підбір перерізів елементів.

Для цього призначаємо групи конструктивних елементів. Групи сталевих і залізобетонних елементів представлені на рисунках 3.3, 3.4.

Спочатку були задані наступні перерізи елементів:

- колони – залізобетонні 800x800 мм, клас бетону В40;
- пілони - залізобетонні 800x1000 мм, клас бетону В40;
- плита перекриття - залізобетонна товщиною 200 мм, клас бетону В30;
- стіни сходової клітки – залізобетонні товщиною 250 мм, клас бетону В30;
- стіни ліфтового холу - залізобетонні товщиною 250 мм, клас бетону В30;
- стійки - двотавр колонний (К) 30К1 ;

- розкоси - квадратні труби 300х6,0;
- зв'язки вертикальні - квадратні труби 300х6,0;
- зв'язки горизонтальні - квадратні труби 300х6,0 ;
- пояс - двотавр нормальний (Б) 35 Б1.

Результати підбору представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Результати підбору перерізів

Найменування групи елементів	Підбраний переріз
1	2
Стійки	Двотавр колонний (К) 23К2
Пояс 1 (на відм. 12.000 та 16.000)	Двотавр нормативний (Б) 40 Б1
Пояс 2 (на відм. 20.000)	Двотавр нормативний (Б) 60 Б1
Прогони перекриття та покриття	Двотавр широкополочковий 30 Ш1
Вертикальні зв'язки	Квадратні труби 180х8,0
Горизонтальні елементи покриття та перекриття	Квадратні труби 180х8,0
Розкос 1, 5, 8	Квадратні труби 300х14,0
Розкос 2, 9, 10, 11	Квадратні труби 200х12,0
Розкос 3, 4, 6, 7	Квадратні труби 180х14,0
Колони	Залізобетонні 600х600 мм, клас бетону В40
Пілони	Залізобетонні 800х1000 мм, клас бетону В40
Плита перекриття	Залізобетонна товщиною 200 мм, клас бетону В30
Стіни ліфтового холу і сходової клітки	Залізобетонні товщиною 250 мм, клас бетону В30

Геометрична схема ферми показана на рисунку 3.1. Розрахункова схема показана на рисунку 3.2. На рисунках 3.5 - 3.7 відображені результати розрахунків каркасу варіанта №1.

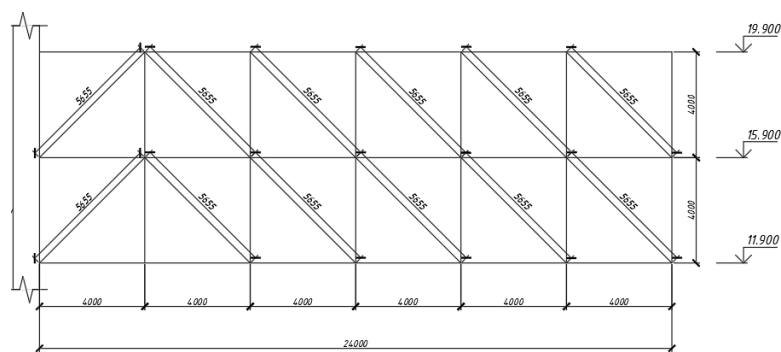


Рисунок 3.1 – Геометрична схема ферми першого варіанта

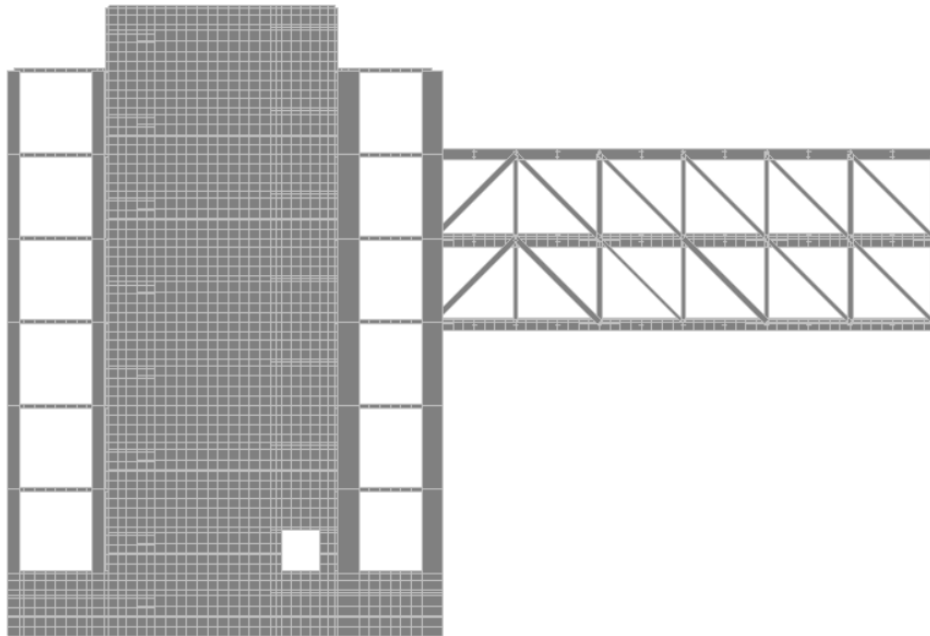


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема будівлі

Группы армирования			
<input checked="" type="checkbox"/>		1 - Колонны 1	144
<input checked="" type="checkbox"/>		2 - Колонны 4-5	46
<input checked="" type="checkbox"/>		3 - Колонны 6	23
<input checked="" type="checkbox"/>		4 - Пилоны в 1	36
<input checked="" type="checkbox"/>		5 - Пилоны в 4-5	10
<input checked="" type="checkbox"/>		6 - Пилоны в 6	5
<input checked="" type="checkbox"/>		7 - Пилоны 1	60
<input checked="" type="checkbox"/>		8 - Пилоны 4-5	10
<input checked="" type="checkbox"/>		9 - Пилоны 6	5
<input checked="" type="checkbox"/>		10 - Плиты 1	8572
<input checked="" type="checkbox"/>		11 - Плиты 4-5	9448
<input checked="" type="checkbox"/>		12 - Плита 6	2143
<input checked="" type="checkbox"/>		13 - Покрытие 1	2143
<input checked="" type="checkbox"/>		14 - Покрытие 2	638
<input checked="" type="checkbox"/>		15 - Стены подвала	3411
<input checked="" type="checkbox"/>		16 - Стены первого этажа	2495
<input checked="" type="checkbox"/>		17 - Стены 2 этажа	2543
<input checked="" type="checkbox"/>		18 - Стена 3 этажа	2543
<input checked="" type="checkbox"/>		19 - Стена 4 этажа	2543
<input checked="" type="checkbox"/>		20 - Стена 4 этажа	2543
<input checked="" type="checkbox"/>		21 - Стена 6 этажа	2543
<input checked="" type="checkbox"/>		22 - Стена 7	2045

Шкала фрагмента

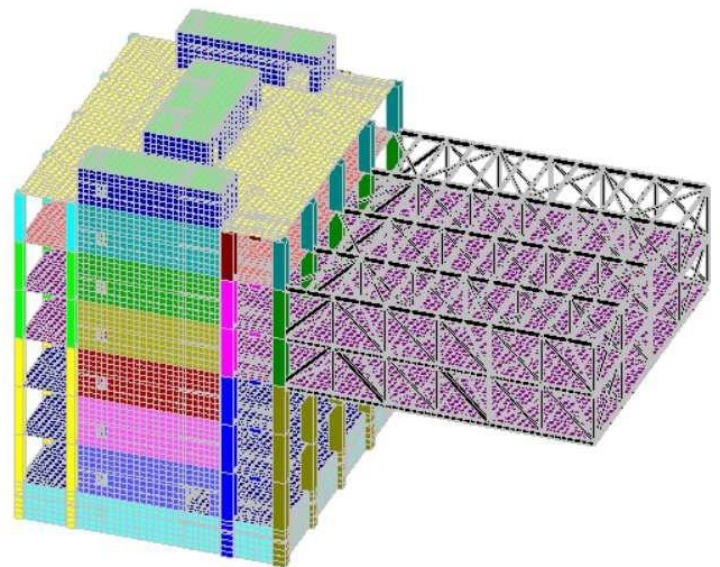


Рисунок 3.3 – Конструктивні групи армування

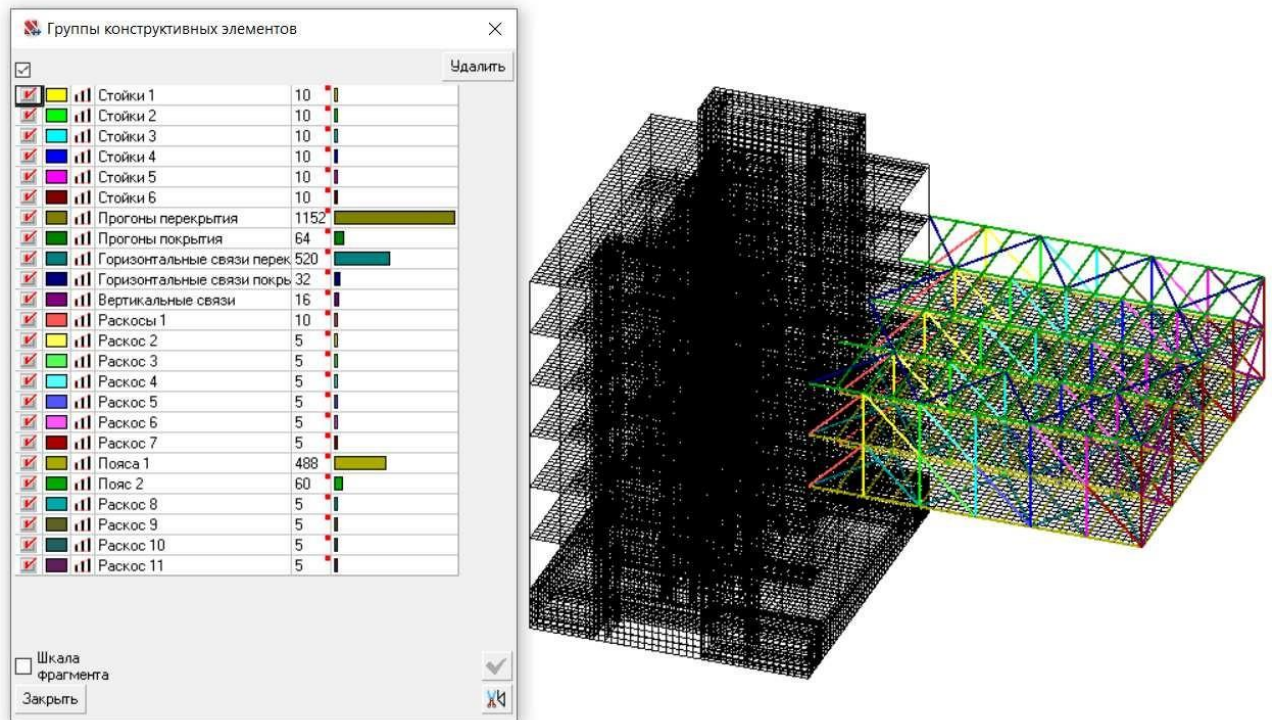


Рисунок 3.4 - Группы стальных конструктивных элементов

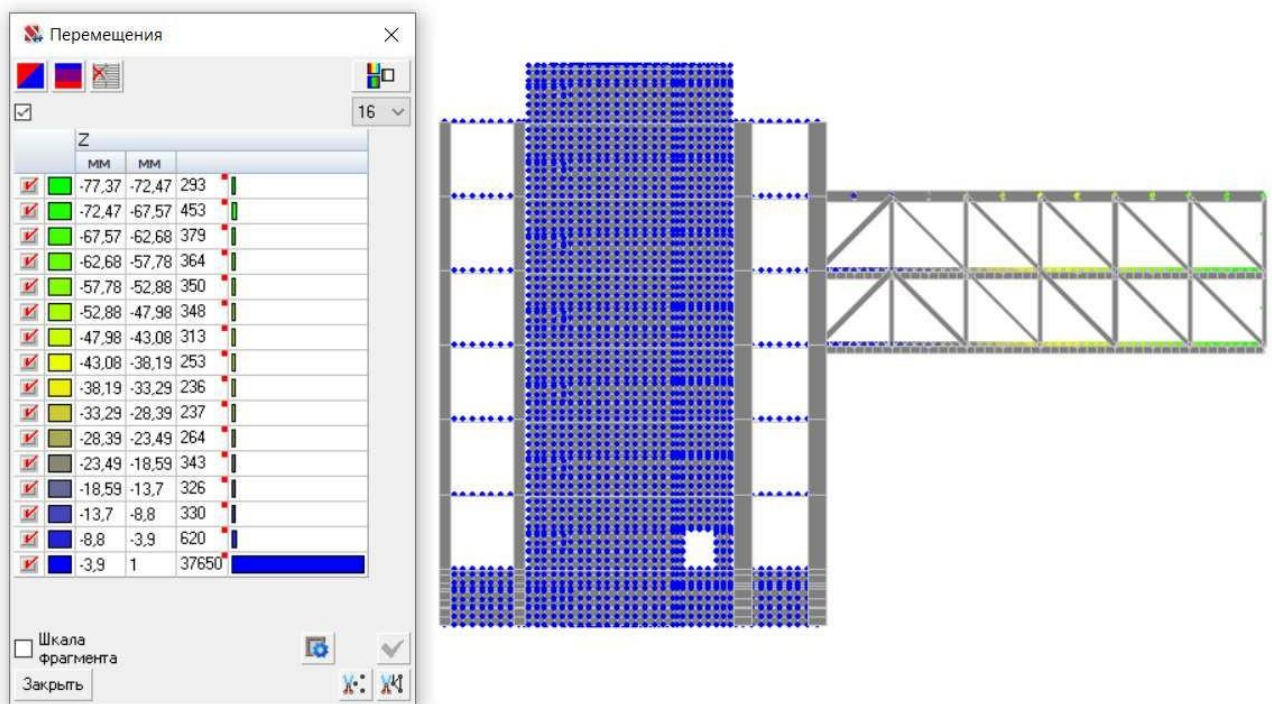


Рисунок 3.5 – Перемещения по оси Z, мм

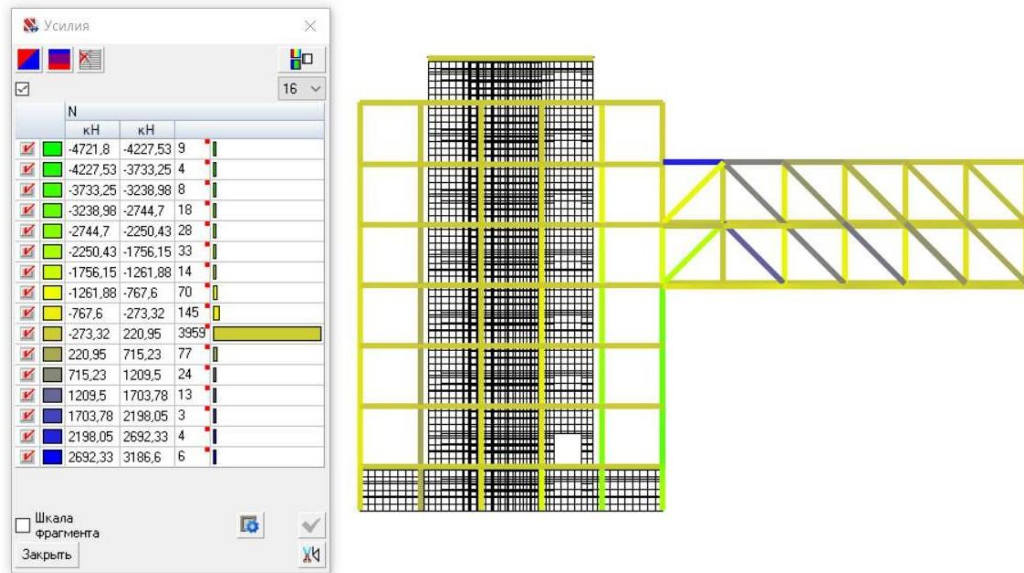
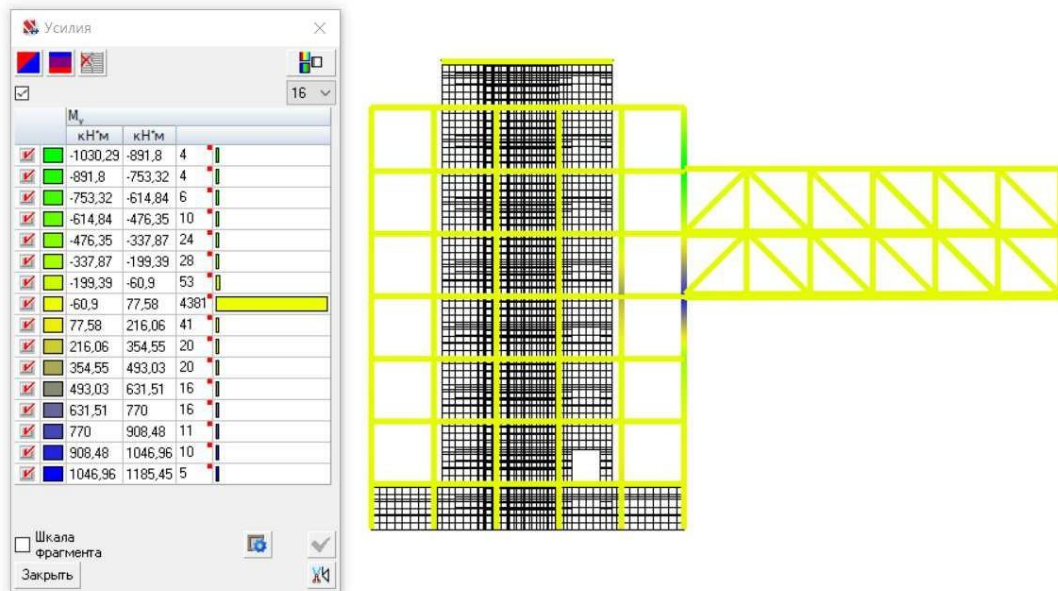


Рисунок 3.6 – Зусилля N, кН

Рисунок 3.7 – Згинальні моменти M_y, кН · м

3.1.2 Варіант 2

У другому варіанті передбачається влаштувати каркас будівлі з вантами і влаштуванням несучих конструкцій консольної частини у вигляді ферми з розкосною решіткою зі стійками.

Після задання навантажень і попереднього призначення жорстких характеристика конструкцій, здійснюємо розрахунок і підбір перерізу елементів.

Для цього призначаємо групи конструктивних елементів. Групи сталевих

і залізобетонних елементів представлені на рисунках 3.8, 3.9.

Спочатку були задані наступні перерізи елементів:

- колони – залізобетонні 800x800 мм, клас бетону В40;
- пілони - залізобетонні 800x1000 мм, клас бетону В40;
- плита перекриття - залізобетонна товщиною 200 мм, клас бетону В30;
- стіни сходової клітки – залізобетонні товщиною 250 мм, клас бетону В30;
- стіни ліфтового холу - залізобетонні товщиною 250 мм, клас бетону В30;
- стійки - двотавр колонний (К) 30К1;
- розкоси - квадратні труби 300x6,0;
- зв'язки вертикальні - квадратні труби 300x6,0;
- зв'язки горизонтальні - квадратні труби 300x6,0;
- пояс – двотавр нормативний (Б) 35 Б1;
- ванти - канат сталевий оцинкований спіральної закритої конструкції 52 мм;

Результати підбору представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Результати підбору перерізів

Найменування групи елементів	Підібраний переріз
Стійки	Двотавр колонний (К) 23К1
Пояс 1 (на відм. 12.000 та 16.000)	Двотавр нормативний (Б) 40 Б1
Пояс 2 (на відм. 20.000)	Двотавр нормативний (Б) 50 Б1
Прогони перекриття та покриття	Двотавр широкополічковий 26 Ш1
Вертикальні зв'язки	Квадратні труби 140x8,0
Горизонтальні зв'язки покриття та перекриття	Квадратні труби 140x8,0
Розкос 1, 5, 8	Квадратні труби 300x14,0
Найменування групи елементів	Підібраний переріз
Розкос 2	Квадратні труби 200x8,0
Розкос 3, 4, 6, 7	Квадратні труби 180x10,0
Колони	Залізобетонні 600x600 мм, клас бетону В40
Пілони	Залізобетонні 800x1000 мм, клас бетону В40
Плита перекриття	Залізобетонна товщиною 200 мм, клас бетону В30
Стіни ліфтового холу і сходової клітки	Залізобетонні товщиною 250 мм, клас бетону В30
Ванти	Канат сталевий, цинкований, закритої конструкції

Геометрична схема ферми показана на рисунку 3.8. Розрахункова схема показана на рисунку 3.9 На рисунках 3.11 - 3.17 відображені результати розрахунків каркасу варіанту №2.

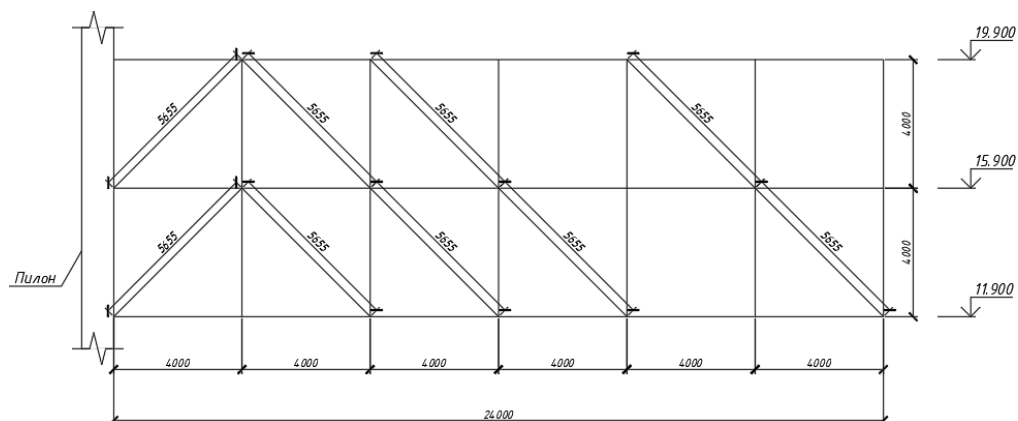


Рисунок 3.8 – Геометрична схема ферми другого варіанту

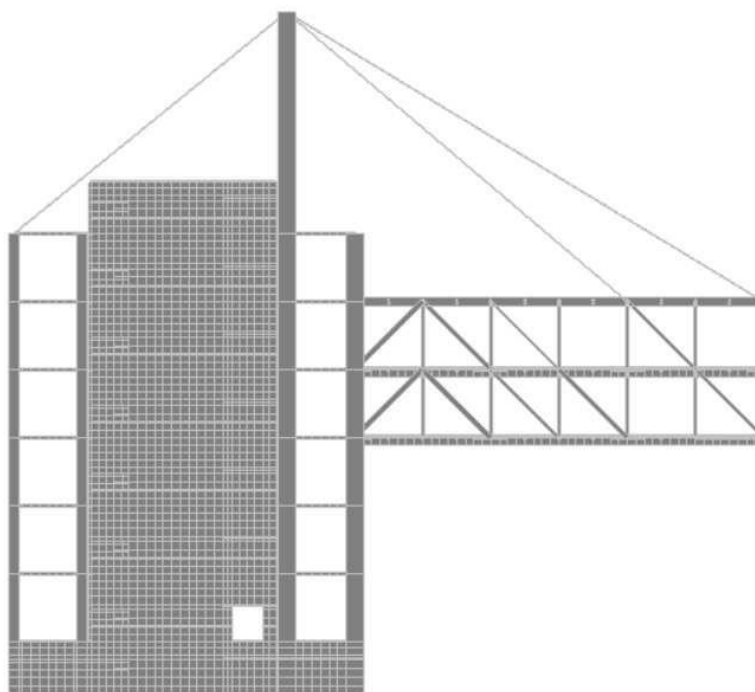


Рисунок 3.9 – Розрахункова система

Группы армирования

Группа	Количество	Объем
1 - Колонны 1	144	
2 - Колонны 4-5	46	
3 - Колонны 6	23	
4 - Пилоны в 1	36	
5 - Пилоны в 4-5	10	
6 - Пилоны в 6	10	
7 - Пилоны 1	60	
8 - Пилоны 4-5	10	
9 - Пилоны 6	5	
10 - Плиты 1	8572	
11 - Плиты 4-5	9448	
12 - Плита 6	2143	
13 - Покрытие 1	2143	
14 - Покрытие 2	638	
15 - Стены подвала	3411	
16 - Стены первого этажа	2495	
17 - Стены 2 этажа	2543	
18 - Стена 3 этажа	2543	
19 - Стена 4 этажа	2543	
20 - Стена 4 этажа	2543	
21 - Стена 6 этажа	2543	
22 - Стена 7	2045	

Шкала фрагмента

Закреть

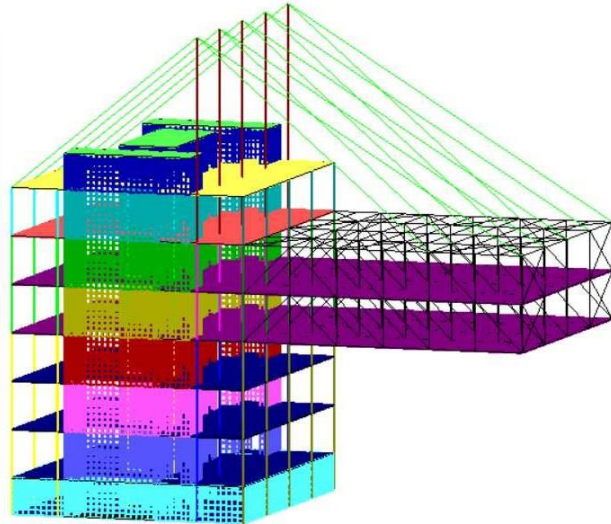


Рисунок 3.10 – Конструктивні групи армування

Группы конструктивных элементов

Группа	Количество	Объем
Стойки 1	10	
Стойки 2	10	
Стойки 3	10	
Стойки 4	10	
Стойки 5	10	
Стойки 6	10	
Прогоны перекрытия	1152	
Прогоны покрытия	64	
Горизонтальные связи перекр	520	
Горизонтальные связи покр	32	
Вертикальные связи	16	
Раскосы 1	10	
Раскосы 2	5	
Раскосы 3	5	
Раскосы 4	5	
Раскосы 5	5	
Раскосы 6	5	
Раскосы 7	5	
Пояса 1	488	
Пояса 2	60	
Раскосы 8	5	

Шкала фрагмента

Закреть

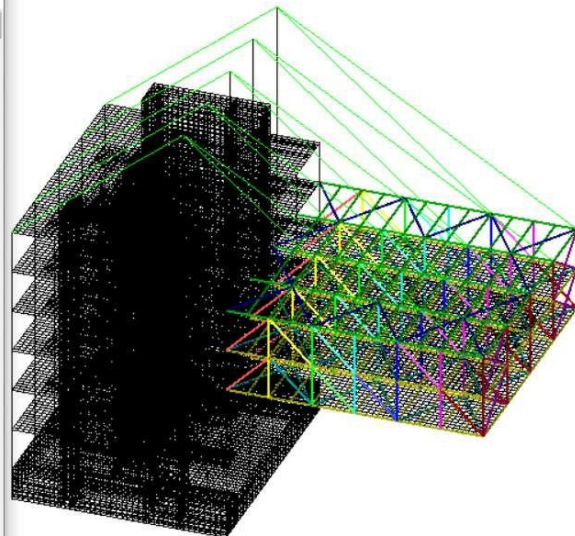


Рисунок 3.11– Группы стальных конструктивных элементов

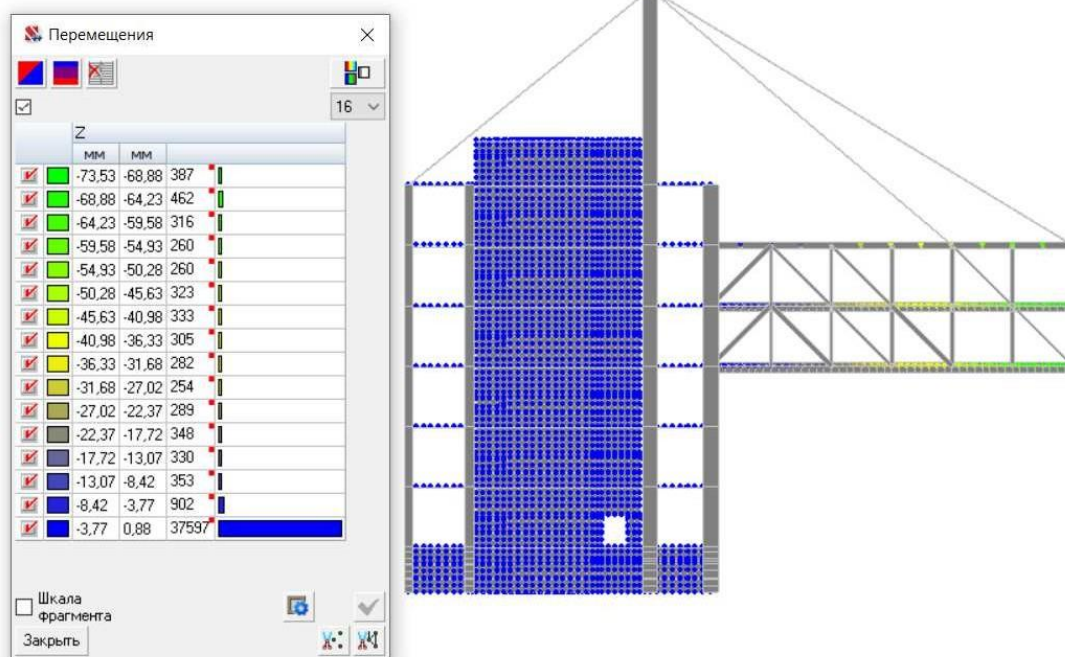


Рисунок 3.12 – Перемещения по оси Z, мм

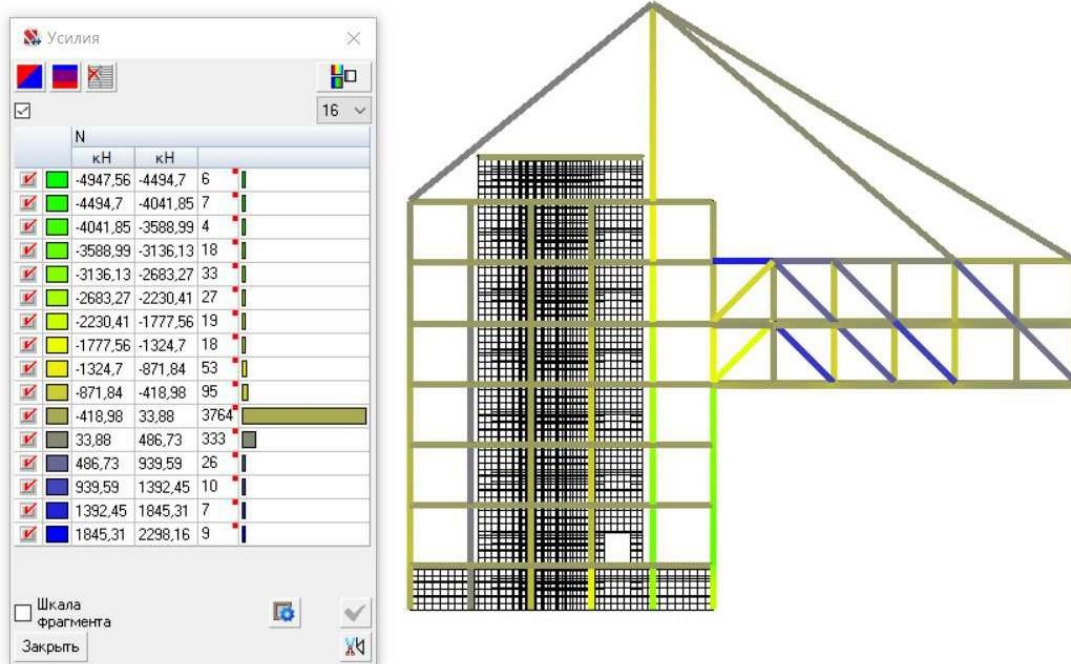


Рисунок 3.13 – Зусилля N, кН

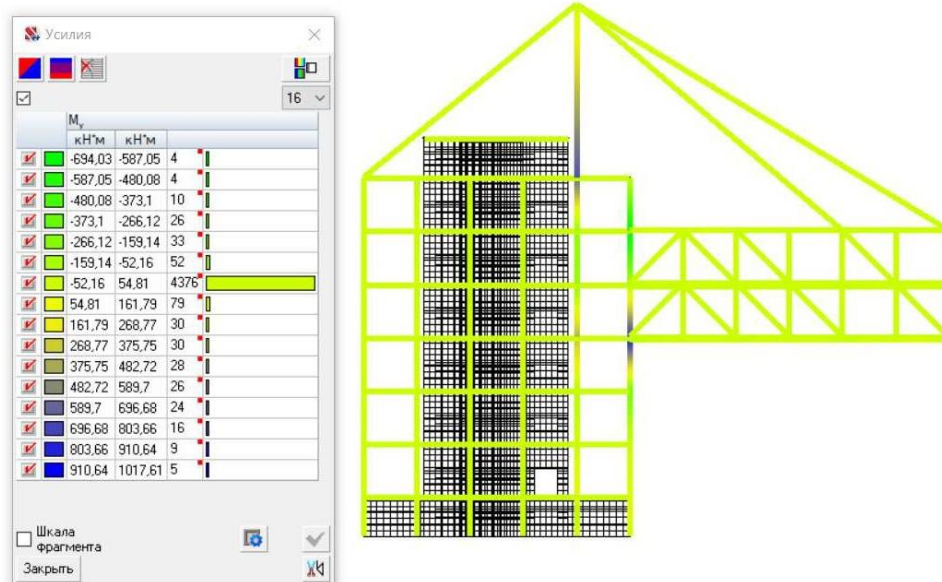


Рисунок 3.14– Згинальні моменти M_y , кН · м

3.2 Висновки

Провівши порівняльний аналіз показників помітно, що вертикальні переміщення, подовжні стискаючі і розтягучі зусилля в стержнях максимальний стискаючий момент і розхід сталі в першому варіанті більший, ніж в другому. Подовжні стискаючі зусилля в колонах і розхід бетону на основну частину будівлі в першому варіанті менший, ніж у другому. Розхід сталі в першому варіанті більше на 10%, а об'єм бетону на основну частину у другому варіанті більше на 5%.

Проаналізувавши варіанти, бачимо, що вплив вант виявляє позитивний ефект на велику частину показників, приймаємо другий варіант будівлі з вантами і влаштуванням несучих конструкцій консольної частини у вигляді ферми з розкосною решіткою зі стійками.

РОЗДІЛ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1 Охорона праці

4.1.1 Законодавчі акти України

Адміністрація (роботодавець) для створення безпечних і нешкідливих умов праці працівників і для власної безпеки зобов'язана керуватися **переліком таких основних нормативно-законодавчих актів і документів з охорони праці:**

- Закон України «Про охорону праці»;
- Типове положення про службу охорони праці;
- Положення про порядок розслідування нещасних випадків, що сталися під час навчально-виховного процесу в навчальних закладах (Наказ МОН України № 616 від 31.08.2001 року):

- Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві (Постанова КМУ № 1112 від 25 серпня 2004 року);

- Типове положення про навчання з питань охорони праці;
- Положення про розробку інструкцій з охорони праці;
- Перелік робіт з підвищеною небезпекою;
- Перелік робіт, де необхідний професійний відбір;
- Граничні норми підняття і переміщення важких речей жінками;
- Граничні норми підняття і переміщення важких речей неповнолітніми;

- Положення про медичний огляд працівників окремих категорій;
- Перелік посад посадових осіб, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці;

- Порядок розробки і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, чинних на підприємстві;

- Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (Наказ Держгірпромнагляду від 24.03.2008 року № 53);

- Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці (Постанова Кабінету Міністрів України N 442 від 01.09.1992 року);
- Типове положення про комісію з питань охорони праці;
- Типове положення «Про кабінет охорони праці».

Адміністрації також необхідно користуватися відповідними галузевими та міжгалузевими нормативно-правовими актами з охорони праці згідно з Державним реєстром міжгалузевих і галузевих нормативних актів з охорони праці.

До початку роботи в будівельній організації кожен працівник повинен пройти інструктаж з техніки безпеки. Інструктаж буває вступний, первинний і повторний. Територію будівельного майданчика обгороджують парканом з ворітьми для в'їзду і виїзду транспорту. Висота його повинна бути не менше 2 м, а відстань до будинку, що споруджується, не менше 10 м. Якщо будинок розміщено вздовж вулиці і паркан поставлено ближче, на ньому має бути захисний піддашок завширшки не менше 1 м, закріплений з нахилом у бік будівельного майданчика під кутом 20 до горизонту.

По периметру будинку визначають небезпечну для людей зону, на межі якої встановлюють попереджувальні знаки або написи. При висоті будинку до 20 м ширина цієї зони має бути не менше 7 м, а при висоті 20—70 м — не менше 10 м. На території будівельного майданчика обладнують проїзди для транспорту і проходи для людей. У місцях в'їзду і виїзду автотранспорту вивішують попереджувальні написи ("Бережись автомобіля!" тощо). Вночі такі написи слід добре освітлювати. Для переходу робітників через котловани і траншеї споруджують перехідні містки з поруччям заввишки не менше 1,1 м. Проходи на укосах з нахилом більше 20° обладнують драбинами або сходами з однобічним поруччям.

Електрокабелі в місцях проходів і проїздів транспорту прокладають під землею або перекидають містками.

Колії для внутрішнього транспорту (кранів, вагонеток тощо) повинні бути справні і укладені на міцну основу.

В усіх небезпечних місцях вивішують попереджувальні знаки і написи, наприклад: «Не стій під вантажем», «Не перевантажуй риштувань» тощо.

Будівельні роботи на висоті до 4 м виконують з помостів або столиків, на висоті більше 4 м — з риштувань, пересувних вишок і колисок.

Робочі місця, розміщені над землею вище 1 м, мають бути обгороджені поруччям заввишки не менше 1 м з проміжними горизонтальними елементами і бортовою дошкою заввишки не менше 15 см або поруччям з металевою сіткою.

До роботи з машинами і механізмами допускають лише осіб, що пройшли спеціальну підготовку і одержали посвідчення на право керування (або обслуговування) цією машиною. Працюючи біля машини чи механізму, слід суворо дотримуватися правил техніки безпеки, а також знати інструкцію щодо експлуатації машини, яка обов'язково має бути на робочому місці, і виконувати її вимоги. Працювати на стаціонарних машинах можна лише після міцного закріплення їх на фундаментах. Пересувні машини (розчинонасоси, компресорні установки, розчинозмішувачі тощо) варто встановлювати на рівних майданчиках (або площадках), після чого закріплювати розтяжками або класти під їхні колеса колодки.

Усі рухомі частини машин і механізмів повинні бути закриті кожухами або капотами, а робочий майданчик навколо машини — обгороджений.

Перед пуском машини після монтажу або ремонту слід уважно оглянути її і перевірити, щоб на ній не залишилось запасних частин або монтажного інструменту, які під час роботи можуть потрапити в рухомі частини і спричинити аварію. Категорично забороняється залишати працюючу машину без нагляду, а також регулювати або змащувати її під час роботи.

4.1.2 Розрахунок опалення для комфортних умов проживання

Розрахунок опалення проведемо для офісного приміщення з площею опалюваних приміщень $S_0=53,73 \text{ м}^2$. Розрахунок проведемо за наявності жителів в кількості 4 чол. та для пустої офісу. Тепловиділення від людей складає 100Вт/люд. Обране опалення для розрахунку – водяне з можливим підключення до центральної мережі водяного опалення або за індивідуальним

проектом.

У цьому випадку необхідно застосовувати спеціальні обрахунки для теплоакумулюючих і неакумулюючих частин офісу: $Q = Q_F + Q_W + Q_L$,

де Q_F – тепловтрати, Вт, через нетеплоакумулюючі частини;

Q_W – тепловтрати, Вт, через теплоакумулюючі частини під час роботи системи опалення;

Q_L – витрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря, Вт.

Витрати через підлогу та стіни складуть: $Q_W = F_W / R_Z (t_1 - t_0) = (107,73 / 4,06) (16 - 5) = 2,56 \text{ кВт}$

Витрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря: $Q_L = 0,337 A_n h (t_6 - t_3) \cdot 10^{-3} = 0,337 \cdot 57,73 \cdot 3,0 (20 - 22) \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 3,5 \text{ кВт}$

A_n – площа підлоги приміщення, м²;

h – висота приміщення від підлоги до стелі, м;

t_6 – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

Витрати теплоти через нетеплоакумулюючі частини будівлі:

$Q = F_f k_f (t_i - t_a) = 5 \cdot 0,32 (20 - 22) = 3,2 \text{ кВт}$

де F_f – площа вікон, м²; k_f – коефіцієнт теплопередачі застелених поверхонь, Вт/(м²С);

Сумарне навантаження на систему опалення при повній відсутності жителів складе $Q_0 = 2,56 + 3,5 + 3,2 = 9,3 \text{ кВт}$.

Розрахунок теплового навантаження на систему опалення при заповненні:

$Q_1 = 4 \cdot 100 = 0,4 \text{ кВт}$ - загальне тепловиділення від наявних відвідувачів;

Сумарне навантаження на систему опалення при мінімальній присутності $Q = 9,3 - 0,4 = 8,9 \text{ кВт}$.

Для забезпечення необхідного теплового режиму всередині офісу розрахуємо необхідну кількість радіаторів водяного опалення :

$N = 9,3 / 1,056 = 8,8 \text{ шт.}$, приймаємо 9 штук.

де, $Q_0 = 9,3 \text{ кВт}$,

$-1,056 \text{ кВт}$ - теплова потужність радіатора опалення типу KORADO

RADIK KLASIK Тип 10 .

Отже, відповідно до розрахунків тепловий режим офісу забезпечуватиметься радіаторним паленням з необхідною кількістю нагрівальних установок. В міру наповнення офісу жителями , для економії енергоресурсів необхідно виключати нагрівальні прилади. Водночас потрібно врахувати те, що необхідна кількість теплоти розраховувалась за температури зовнішнього повітря -22°C .

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Законодавча база України

Основу нормативно-правової бази в сфері цивільної оборони, захисту населення і території від наслідків надзвичайних ситуацій складають: Кодекс цивільного захисту України, закони «Про війська цивільної оборони», «Про аварійно-рятувальні служби»; укази Президента України «Про Концепції захисту населення і територій у випадку загрози і виникнення НС» і Положення «Про міністерство України з питань НС і в справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи», постанови Кабінету Міністрів України про затвердження «Положення про цивільну оборону України», «Про єдину державну систему попередження і реагування на НС техногенного і природного характерів», «Положення про керування з питань НС і цивільного захисту населення обласних і міських державних адміністрацій» та інші нормативні акти.

4.2.2 Стійкість споруди від ударної хвилі

Нові об'єкти народного господарства повинні будуватися з урахування вимог, виконання яких сприяє підвищенню сталості об'єкта. Основні з них такі:

Будівлі і споруди на об'єкті необхідно розташовувати розосереджено. Відстані між будівлями повинні забезпечувати протипожежні розриви. При наявності таких розривів виключається можливість перенесення вогню з однієї будівлі на іншу, навіть якщо пожежу не гасять.

Ширина протипожежного розриву L_p м визначається за формулою:

$$L_p = H_1 + H_2 + (1.5 \dots 2.0), \text{ де } H_1 \text{ і } H_2 \text{ — висоти сусідніх будівель, м.}$$

Будівлі адміністративно господарського та обслуговуючого призначення повинні розташовуватися окремо від основних цехів.

2. Найважливіші виробничі будівлі слід будувати заглибленими або пониженої висотності, прямокутної форми у плані. Це зменшує парусність будівель і збільшує опірність їх ударній хвилі ядерного вибуху. Належну стійкість до впливу ударної хвилі мають залізобетонні будівлі з металевими каркасами в бетонній опалубці .

Для підвищення стійкості до світлового випромінення у будівлях та спорудах, що будуються, повинні застосовуватися вогнетривкі конструкції, а також вогнетривка обробка елементів будівлі, які горять. У кам'яних будівлях перекриття повинні бути виготовлені з армованого бетону або виконані з бетонних плит. Великі будівлі повинні розділятися на секції вогнетривкими стінами (брандмауерами). У ряді випадків при проектуванні та будівництві промислових будівель і споруд має бути передбачена можливість герметизації приміщень від проникнення радіоактивного пилу. Це особливо важливо для підприємств харчової промисловості і продовольчих складів.

3. У складських приміщеннях повинна бути мінімальна кількість вікон і дверей. Складські приміщення для зберігання легкозаймистих речовин (бензин, гас, нафта, мазут) повинні розташовуватися в окремих блоках заглибленого або напівзаглибленого типу біля меж території об'єкта чи поза нею.

4. Деякі унікальні види технологічного обладнання доцільно розміщувати у найміцніших спорудах (підвалах, підземних приміщеннях) або у будівлях з легких вогнетривких конструкцій павільйонного типу, під накриттям чи без нього. Це обумовлюється тим, що у багатьох випадках обладнання може витримати набагато більший тиск ударної хвилі, ніж будівлі, в яких воно знаходиться, а при зруйнуванні будівель в результаті падіння конструкцій встановлене в них обладнання виходитиме з ладу [1].

5. На підприємствах, що виробляють або використовують сильнодіючі отруйні та вибухонебезпечні речовини, при будівництві і реконструкції необхідно передбачати захист ємностей та комунікацій від зруйнування ударною хвилею чи конструкціями, що падають, а також заходи, що виключають розливання отруйних речовин і вибухонебезпечних рідин.

6. Душові приміщення необхідно проектувати з урахуванням використання їх для санітарної обробки людей, а місця для миття машин — з урахуванням використання їх для знезараження автотранспорту.

7. Шляхи на території об'єкта повинні бути з твердим покриттям і забезпечувати зручне і найкоротше сполучення між виробничими будівлями, спорудами і складами; в'їздів на територію об'єкта має бути не менше двох з

різних напрямків. Внутрізаводські залізничні шляхи повинні забезпечувати найпростішу схему руху, займати мінімальну площу території об'єкта та мати обгінні ділянки. Вводи залізничних ліній в цехи повинні бути, як правило, тупикові.

8. Системи побутової та виробничої каналізації повинні мати не менше двох випусків у міські каналізаційні мережі та пристрої для аварійних скидів у котловани, яри, траншеї тощо.

Дія ударної хвилі на об'єкт характеризується складним комплексом навантажень: надлишковим тиском, тиском відбиття, тиском швидкісного напору, тиском затікання, навантаження від сейсмовибухових хвиль і т.д. Значення їх залежить в основному від виду і потужності вибуху, відстані до об'єкта, конструкції і розмірів елементів об'єкта, орієнтації щодо епіцентру вибуху, місця розташування будинків і споруджень у загальній забудові об'єкта й окремих елементів виробництва в приміщеннях будинків, рельєфу місцевості і деяких інших факторів. Врахувати їх у сукупності для кожного елемента об'єкта, як правило, неможливо. Тому можливість елементів опиратися дії ударної хвилі характеризують тільки надлишковим тиском у її фронті, вважаючи, що масштаби руйнувань не залежать від потужності і висоти найбільш ймовірних ядерних вибухів.

Для визначення ступеня руйнувань чи ушкоджень:

- вивчають вихідні дані і розраховують параметри ударної хвилі на відповідних відстанях;
- для розрахованих значень надлишкових тисків оцінюють ступінь руйнування розглянутих елементів;
- оцінюють можливість виникнення вторинних вражаючих факторів;
- з огляду на ступінь руйнувань найслабших елементів об'єкта, визначають ступінь руйнування об'єкта в цілому.

Вихідними даними для оцінки фізичної стійкості є: конструктивні особливості елемента, його форма, вага, габарити, характеристики міцності [3]. Оцінка ступеня руйнувань будинків і споруд, сховищ і ПРУ, енергетичного устаткування і мереж, верстатного і технологічного устаткування,

вимірювальної апаратури, засобів зв'язку й оповіщення, транспортних та інших засобів може здійснюватися або методом порівняння наявних довідкових даних для розглянутого виду чи аналогічного йому елемента, або методом розрахунку впливу ударних навантажень і сил зсуву на елемент.

Для порівняльної оцінки необхідно мати відповідні таблиці можливих руйнувань елементів об'єкта в залежності від надлишкового тиску у фронті ударної хвилі: будинків, споруд, транспорту, устаткування, енергетичних споруд і мереж. Ці таблиці складаються на основі статистичних даних, отриманих при аналізі руйнувань у Хіросімі й Нагасакі та при проведенні випробувальних ядерних вибухів на полігонах, і можуть поповнюватися результатами розрахунків при конструюванні нових елементів. Метод розрахунку передбачає визначення динамічних навантажень, створюваних надлишковим тиском у фронті ударної хвилі, і реакції елемента на ці навантаження. Вихідними даними при використанні цього методу є: надлишковий тиск у фронті ударної хвилі і характер його зміни в часі (протягом фази стискання), тривалість фази стискання і швидкість руху фронту ударної хвилі. У більшості випадків дію ударної хвилі оцінюють питомим імпульсом — добутком надлишкового тиску на час його дії. Оскільки ΔP_ϕ залежить не тільки від часу, а й від відстані до епіцентру, і від потужності джерела ПУХ, розрахунок імпульсу з використанням інтегрального числення ускладнений. Тому звичайно використовують кусково-лінійну апроксимацію кривої ΔP_ϕ як функції часу.

Таким чином, дія ударної хвилі на об'єкт характеризується складним комплексом навантажень: надлишковим тиском, тиском відбиття, тиском швидкісного напору, тиском затікання, навантаження від сейсмовибухових хвиль і т.д. Значення їх залежить в основному від виду і потужності вибуху, відстані до об'єкта, конструкції і розмірів елементів об'єкта, орієнтації щодо епіцентру вибуху, місця розташування будинків і споруджень у загальній забудові об'єкта й окремих елементів виробництва в приміщеннях будинків, рельєфу місцевості і деяких інших факторів. Врахувати їх у сукупності для кожного елемента об'єкта, як правило, неможливо. Однак ряд таких заходів як розосередження нових будівель та споруд, забезпечення протипожежних

розривів, наявність в будівлі залізобетонного каркасу та шляхів із твердим покриттям, запроектовані брандмауери істотно підвищують шанси людей вижити під час катастрофи, а також зменшують ризик отримання травм чи пошкоджень, сприяють швидшому доступу рятувальних служб до місця трагедії.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи розроблено проект офісного центру в Черкасах з дослідженням роботи каркасу за наявності великопролітної консолі.

В **«Архітектурно-будівельному розділі»** були розроблені архітектурні і об'ємно-планувальні рішення, які задовольняють вимоги нормативної документації. Був проведений теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій. У графічній частині дипломного проекту відображені плани, розрізи, вузли і фасади офісної будівлі.

У **«Розрахунково-конструктивному розділі»** виконано розрахунки елементів каркасу будівлі в програмному комплексі SCAD Office: металеві колони, ригелі, балки, зв'язки, монолітні перекриття та стіни.

У **«Науково-дослідному розділі»** проведено аналіз поведінки каркасу будівлі за наявності підтримки консольної частини вантами і без неї. Встановлено, що вплив вант дає позитивний ефект на величину внутрішніх зусиль та деформацій.

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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

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.1.17-2002 Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003.
4. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
5. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006.
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. ДБН 360-92 Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1992.
10. 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)
11. 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.

12. 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)

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

14. 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.

15. 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).

16. 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>

17. 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

18. 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.

19. 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.
20. 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.
21. Основания, фундаменты и подземные сооружения.: Е. А. Сорочана, Ю. Г. Ирофименкова. – М. : Стройиздат, 1985. – 135с.
22. Флорин В. А. Основы механики грунтов. – М. – Л. : Т. 1, 1951; Т. 2, 1961.
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. 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.
27. 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.
28. Analysis of the effect of horizontal ties on the deformability of the bottom of the floating pool / Mykhailo Hud, Nataliya Chornomaz, Viktoriia Ihnatieva, Ihor Koval // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2022. — Vol 106. — No 2. — P. 133–137.
29. Hud, M., Chornomaz, N., Grytseliak, R., & Baran, D. (2022). Study of the joint work of the foundations and the spatial tower under the action of dynamic loads. *Procedia Structural Integrity*, 36, 87-91.