

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект висотної житлової будівлі

Виконав: студент IV курсу, групи МБ-42
спеціальності _____

192 “Будівництво та цивільна інженерія”

(шифр і назва спеціальності)

Студент

_____ Карась Ю. І.
(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

_____ Качка О. І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

Ясній В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)
студенту Карасю Юрію Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проєкт висотної житлової будівлі

Керівник роботи Крамар Галина Михайлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри БМ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» січня 2026 року № 4/9-53.

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

Об'єкт проєктування - висотна житлова будівля з вбудованими громадськими приміщеннями першого поверху, технічним підпіллям і технічним горищем; місце будівництва - м. Житомир.

Вихідні умови - монолітна залізобетонна конструктивна схема з колонами, ядром і діафрагмами жорсткості, монолітними перекриттями; кліматичні, інженерно-геологічні, навантажувальні та нормативні дані, наведені у пояснювальній записці.

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

Виконати варіантне проєктування конструктивного рішення перекриття з порівнянням монолітної балкової та безбалочної плити.

Розробити архітектурно-будівельні, об'ємно-планувальні та функціональні рішення висотної житлової будівлі з урахуванням громадської і технічної зон.

Обґрунтувати конструктивну схему будівлі, забезпечення просторової жорсткості та стійкості монолітного залізобетонного каркаса.

Виконати збір постійних, тимчасових, снігових, вітрових і сейсмічних навантажень та статичний розрахунок будівлі в ПК SCAD Office.

Проаналізувати результати розрахунку, переміщення і зусилля; виконати розрахунок та конструювання колон, плит перекриття і діафрагм жорсткості.

Запроєктувати пальовий фундамент із порівнянням варіантів; розробити розділ «Безпека життєдіяльності, Основи охорони праці» та оформити пояснювальну записку.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Креслення графічної частини - не менше 6 аркушів формату А1 (594 x 841 мм).

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 22.01.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Карась Ю.И.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Крамар Г.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ВАРІАНТНЕ ПРОЕКТУВАННЯ.....	9
1.1 Опис і оцінка варіантів конструктивного рішення перекриття.....	9
1.2 Варіант 1: Монолітна балкова плита	9
1.3 Варіант 2: Монолітна безбалочна плита	10
1.4 Порівняння варіантів	11
РОЗДІЛ 2 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	12
2.1. Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, його просторової, планувальної та функціональної організації.....	12
2.2. Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурно-художніх рішень, у тому числі в частині дотримання граничних параметрів дозволеного об'єкта капітального будівництва	13
2.3. Опис та обґрунтування використаних композиційних прийомів під час оформлення фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва	13
2.4. Опис рішень з оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення.....	14
2.5. Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей.....	14
2.6. Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншого впливу.....	15
2.7. Опис рішень з декоративно-художнього та кольорового оздоблення інтер'єрів (для об'єктів не виробничого призначення)	16
2.8. Заходи щодо забезпечення доступу маломобільних груп населення	16
РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТИВНІ ТА ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ.....	17
3.1. Відомості про топографічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні, метеорологічні та кліматичні умови земельної ділянки	17
3.2. Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівлі, включно з її	

просторовою схемою, прийнятою під час виконання розрахунків будівельних конструкцій	18
3.2.1. Загальні положення.....	18
3.2.2. Розрахункова схема будівлі. Збір навантажень.....	19
3.3.3 Результати розрахунку.....	26
3.3.4 Розрахунок і конструювання елементів будівлі.....	28
3.3.5 Армування колон.....	29
3.3.6 Армування плит перекриття.....	30
3.3.7 Армування діафрагм жорсткості.....	31
РОЗДІЛ 4 ПРОЕКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ.....	32
4.1. Вихідні дані для проектування, оцінка інженерно-геологічних умов майданчика будівництва.....	32
4.2 Збір навантажень на фундамент	33
4.2.1 Загальні дані.....	33
4.3 Проектування фундаментної плити на забивних палях	33
4.3.1 Вихідні дані.....	33
4.3.2 Визначення несучої здатності забивної палі	34
4.3.3 Визначення числа паль і проектування ростверку	35
4.3.4 Розрахунок пальового фундаменту за несучою здатністю ґрунту основи.....	36
4.3.5 Розрахунок плиткового фундаменту на продавлювання в місці обпирання на палю	36
4.3.6 Перевірка плити ростверку на вигин і визначення арматури.....	38
4.4 Проектування фундаментної плити на буронабивних палях	39
4.4.1 Вихідні дані.....	39
4.4.2 Визначення несучої здатності палі по ґрунту	40
4.4.3 Визначення числа паль і проектування ростверку	41
4.4.4 Розрахунок пальового фундаменту за несучою здатністю ґрунту основи.....	42
4.4.5 Розрахунок плиткового фундаменту на продавлювання в місці обпирання на палю	43
4.4.6 Перевірка плити ростверку на вигин і визначення арматури:.....	44

РОЗДІЛ 5 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	47
5.1 Загальні положення безпеки умов праці в будівництві	47
5.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельного майданчика, учасників робіт і робочих місць	47
5.3 Забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику.....	49
5.4 Забезпечення безпеки праці під час експлуатації електрообладнання, електрозварювальних, газозварювальних і газополум'яних роботах	50
5.5 Техніка безпеки під час експлуатація будівельних машин і механізмів.....	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	52
БІБЛІОГРАФІЯ.....	55

ВСТУП

Висотне житлове будівництво потребує комплексного опрацювання архітектурно-планувальних, конструктивних, фундаментних і експлуатаційних рішень. Для будівель значної поверховості визначальними є забезпечення просторової жорсткості, обмеження переміщень від вітрових і сейсмічних впливів, надійна робота монолітних перекриттів, колон, діафрагм жорсткості та фундаментної системи. Одночасно проєктні рішення мають забезпечувати комфортне проживання, доступність, пожежну безпеку, природне освітлення та раціональне використання міської території.

Актуальність кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю проєктування висотної житлової будівлі з комплексним урахуванням функціональних вимог до житла, навантажень на несучі конструкції, вітрових і сейсмічних впливів, умов ґрунтової основи та вимог безпечної експлуатації. Для таких будівель особливого значення набуває вибір конструктивної системи, здатної забезпечити просторову стійкість споруди на всій висоті, а також обґрунтування раціонального рішення міжповерхових перекриттів і фундаментів.

Об'єктом проєктування є висотна житлова будівля з підземним, житловими, громадськими та технічними рівнями. Будівля передбачає розміщення квартир, вбудованих приміщень громадського призначення на нижньому рівні, технічних приміщень, інженерного обладнання та комунікацій. Вертикальний зв'язок між поверхами забезпечується незадимлюваними сходовими клітками та ліфтами, зокрема вантажними.

Функціональна структура будівлі сформована з урахуванням розділення житлової, громадської та технічної зон. Житлова частина включає квартири різного планування. На першому поверсі передбачаються приміщення громадського призначення, що забезпечують необхідний рівень обслуговування мешканців. У технічних рівнях розміщуються інженерні комунікації, обладнання систем безпеки та приміщення, необхідні для експлуатації висотної будівлі.

У роботі розглянуто монолітне балкове та монолітне безбалкове перекриття.

Порівняння варіантів виконано за несучою здатністю, витратою матеріалів, трудомісткістю та вартістю виконання робіт.

Конструктивна система будівлі прийнята монолітною залізобетонною. Основними несучими елементами є монолітні колони, ядро жорсткості, діафрагми жорсткості та монолітні плити перекриттів.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурно-будівельних, конструктивних і фундаментних рішень висотної житлової будівлі з урахуванням вимог комфортного проживання, просторової стійкості, пожежної безпеки, доступності для маломобільних груп населення, надійності монолітних конструкцій та безпечного виконання будівельних робіт.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання:

1. Виконано варіантне проєктування перекриття типового поверху з порівнянням монолітного балкового та безбалкового варіантів.
2. Розроблено архітектурно-планувальні рішення висотної житлової будівлі, визначено функціональне призначення житлової, громадської та технічної зон.
3. Обґрунтовано об'ємно-просторові та архітектурно-художні рішення будівлі, а також принципи формування фасадів і внутрішнього середовища.
4. Розглянуто рішення щодо внутрішнього оздоблення, природного освітлення, захисту приміщень від шуму та вібрації, а також забезпечення доступності для маломобільних груп населення.
5. Проаналізовано природно-кліматичні, метеорологічні та інженерно-геологічні умови майданчика будівництва, які враховано під час прийняття розрахункових навантажень.
6. Сформовано просторову розрахункову модель будівлі.
7. Виконано збір навантажень від власної ваги конструкцій, покриття, підлог, перегородок, корисних навантажень, снігу, вітру та сейсмічних впливів.
8. Проаналізовано переміщення, внутрішні зусилля та напружено-деформований стан основних несучих елементів будівлі.
9. Виконано підбір і конструювання армування монолітних колон, плит

перекриттів, ядра та діафрагм жорсткості.

10. Розглянуто два варіанти фундаментної системи: фундаментну плиту на забивних палях і фундаментну плиту на буронабивних палях.

11. Виконано розрахунок пальових фундаментів за несучою здатністю ґрунтової основи, продавлюванням плитної частини ростверку та міцністю на згин.

12. Розроблено заходи з безпеки життєдіяльності та охорони праці під час підготовчих, будівельно-монтажних, зварювальних і вантажно-розвантажувальних робіт.

Вихідними даними для проєктування є призначення об'єкта як висотної житлової будівлі, наявність житлових, громадських і технічних приміщень, монолітна залізобетонна конструктивна система, застосування колон, ядра жорсткості, діафрагм жорсткості та плит перекриттів, необхідність урахування вітрових і сейсмічних впливів, а також проєктування фундаментної плити на палях.

Методи виконання роботи включають аналіз архітектурно-планувальних та конструктивних рішень, техніко-економічне порівняння варіантів перекриття, моделювання просторової роботи будівлі, підбір армування залізобетонних конструкцій, розрахунок пальових фундаментів і розроблення заходів із безпеки праці.

Практичне значення роботи полягає у розробленні проєктного рішення висотної житлової будівлі, яке поєднує функціональну організацію житлового середовища, обґрунтовану монолітну конструктивну систему, раціональне рішення перекриттів, надійну фундаментну систему та вимоги безпечної експлуатації.

Ключові слова: ВИСОТНА ЖИТЛОВА БУДІВЛЯ, МОНОЛІТНИЙ ЗАЛІЗОБЕТОННИЙ КАРКАС, БЕЗБАЛОЧНЕ ПЕРЕКРИТТЯ, ЯДРО ЖОРСТКОСТІ, ПАЛЬОВИЙ ФУНДАМЕНТ.

РОЗДІЛ 1

ВАРІАНТНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Опис і оцінка варіантів конструктивного рішення перекриття

Варіантне проектування є найважливішою частиною дипломного проектування. На цьому етапі необхідно виконати порівняння декількох варіантів однієї з основних опорних конструкцій будівлі, зробити спрощений розрахунок, і за результатами розрахунку, економічного обґрунтування та низки непрямих ознак зробити вибір найвигіднішого варіанта.

У роботі було розглянуто варіанти конструктивних рішень перекриття типового поверху в 2-х варіантах: монолітна балкова плита, монолітна безбалкова плита перекриття. Конструктивна схема перекриття має бути скомпонована таким чином, щоб отримати найкраще економічне рішення. Розглянуто як плюси так і мінуси кожного варіанта.

1.2 Варіант 1: Монолітна балкова плита

Першим варіантом перекриття будівлі є монолітне балкове перекриття, що складається з плити і монолітно сполученої з нею системою перехресних головних і другорядних балок. Перетин головних балок - 600х250 мм, перетин другорядних балок - 400х200 мм.

Перевагами таких перекриттів можна назвати більшу жорсткість порівняно з іншими варіантами перекриттів за рахунок монолітного зв'язку елементів, а також можливість прокладання горизонтальних комунікацій у міжбалковому просторі.

З недоліків можна назвати вартість, а також складність виконання опалубних і арматурних робіт, зменшення корисного об'єму кімнат, збільшений час виконання робіт і збільшення витрат на внутрішнє оздоблення (влаштування підвісних стель).

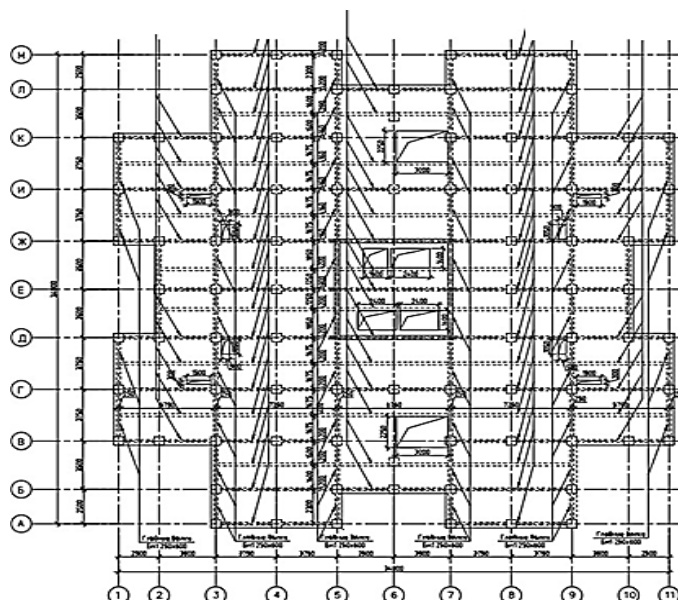


Рисунок 1.1 - Монолітна балкова плита перекриття

1.3 Варіант 2: Монолітна безбалочна плита перекриття

Розглянемо другий варіант монолітного перекриття - безбалочну плиту. Використання такого варіанту перекриття знижує кількість витрат на матеріали, водночас не погіршується його здатність витримувати навантаження і зберігається загальна стійкість будівлі, а також зменшується час виконання робіт і трудомісткість виконання робіт. Також до переваг можна віднести естетичну красу внутрішнього інтер'єру (гладкі стелі), спрощена технологія зведення, порівняно з першим варіантом.

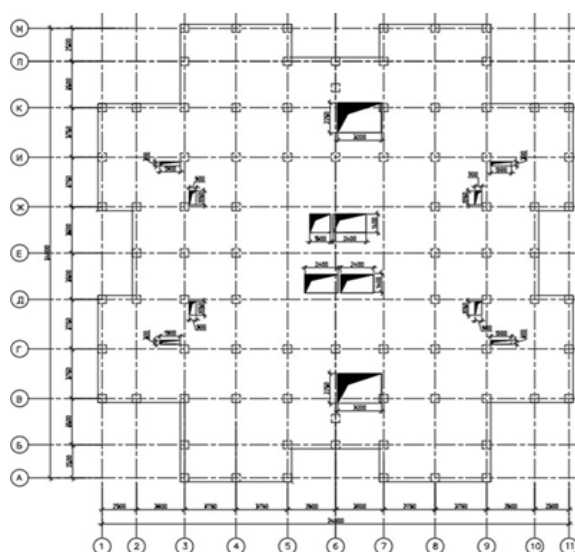


Рисунок 1.2 - Монолітна безбалочна плита перекриття

1.4 Порівняння варіантів

Результати порівняльного аналізу наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Техніко-економічне порівняння варіантів

Найменування показника	Варіант	
	Балкова плита перекриття	Безбалочна плита перекриття
Забезпечення несучої здатності	+	+
Витрата матеріалів	+	+
Вартість		+
Трудовісткість зведення		+

Витрата матеріалів:

1 варіант: Монолітне ребристе перекриття - Бетон: 342,07 м³; Арматура: 55313, 35 кг.

2 варіант: Монолітне перекриття з влаштуванням балки по контуру - Бетон: 310,97 м³ Арматура: 56664,6 кг.

Висновок: Виходячи з проведеного порівняння, ми виявили, що за витратою основних матеріалів варіанти близькі один до одного. Але якщо розглядати витрати з урахуванням вартості будівельно-монтажних робіт, більш економічно вигідним і доцільним буде варіант безбалочної плити перекриття.

Для подальшого проєктування приймаємо варіант №1 - монолітну безбалочну плиту перекриття.

РОЗДІЛ 2

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

2.1. Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, його просторової, планувальної та функціональної організації

Житловий будинок розташований у м. Житомир на території міської зони. Будівля являє собою 37-поверховий житловий будинок з висотою житлової частини 104 м, і загальною висотою 111,1 м. Будівля має складну форму в плані з розмірами 34,0 х 34,0 м, в осях 1-11/А-М. Висота першого поверху - 3,6 м, типового поверху - 2,8 м. Висота підземного поверху - 2,55 м.

Будівля функціонально ділиться на три основні зони:

- житлова зона;
- громадська зона (приміщення офісів і продовольчих магазинів);
- технічна зона.

Громадська зона займає перший поверх. Технічна зона займає технічне підпілля і технічне горище. У технічній зоні розміщено комунікації та інженерне обладнання, а також приміщення для висотних будівель (приміщення для розміщення технологічного обладнання МВС, для стаціонарної станції моніторингу несучих конструкцій будівлі і апаратної, для будівлі ЦПУ СБ, для технічної апаратної служби безпеки будівлі, для будівлі ЦПУ ІС, для ЦПУ СПЗ, для ЦУЗ).

Вертикальний зв'язок у будівлі здійснюється за допомогою незадимлюваних сходів і чотирьох ліфтів, два з яких вантажні. Усі приміщення з постійним перебуванням людей запроектовані з природним освітленням.

Проектована будівля належить до І ступеня вогнестійкості відповідно.

Рівень відповідальності будівлі нормальний.

Основні техніко-економічні показники об'єкта будівництва:

1. Площа забудови - 1209,47 м²;
2. Поверховість - 38 надземних поверхів;

3. Висота поверху - 2,8 м;
4. Кількість квартир - 222 квартири;
5. Загальна площа квартир на типовому поверсі - 630,25 м².

2.2. Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурно-художніх рішень, у тому числі в частині дотримання граничних параметрів дозволеного об'єкта капітального будівництва

Архітектурні рішення фасадів відповідають вимогам сучасної забудови та передбачають довготривалу експлуатацію без капремонту. Наведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій (стін, перекриттів) та елементів заповнення прорізів відповідає нормативним значенням.

Архітектурно-художнє рішення щодо формування зовнішнього вигляду будівлі ухвалено на основі єдиного композиційного задуму, шляхом створення в даному місці архітектурно-значущого акценту.

2.3. Опис та обґрунтування використаних композиційних прийомів під час оформлення фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва

В основу композиційних рішень покладено функціональне призначення об'єкта будівництва, положення його в загальній композиційній структурі місцевості.

У роботі архітектурні рішення прийнято відповідно до умов застосування індустріальних будівельних технологій, архітектурний вигляд будівлі сформовано виходячи з функціонального характеру будівлі. Враховано вимоги пожежної безпеки. Фасад будівлі виконано в пастельних відтінках. Фасад розділений кількома колірними рішеннями. Такі відтінки завжди актуальні і сучасні, вони добре поєднуються з навколишньою архітектурою і ландшафтом, приємні для сприйняття. Елементи оздоблення будівлі, деталі фасаду виконані із сучасних матеріалів, які відповідають стилю будівлі.

2.4. Опис рішень з оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення

Внутрішнє оздоблення приміщень проводять залежно від функціонального призначення і вимог, що висуваються нормативними документами.

На всіх поверхах, шляхах евакуації застосовують матеріали, що задовольняють протипожежним вимогам щодо горючості, займистості, димоутворювальної здатності та токсичності .

Передбачено напівчистове оздоблення квартир і вбудованих нежитлових приміщень.

Стелі:

1. Затирка - житлові кімнати, передпокої, кухні, санвузли;
2. Затирка , - фарбування фарбою ВД-ВА-221 (сходова клітка, ліфтові холи);
3. Підвісна стеля типу "ARMSTRONG" - приміщення першого поверху.
4. Приміщення технічних поверхів - без оздоблення.

Стіни:

1. Шпалери, на кухнях передбачено фартух із керамічної плитки - у житлових кімнатах, кухнях, передпокоях, приміщеннях першого поверху;
2. Технічні приміщення - без оздоблення;
3. Облицювання керамічною плиткою стін ліфтових холів і тамбурів першого поверху.

2.5. Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей

Приміщення з постійним перебуванням людей мають природне освітлення згідно з нормами. У зовнішніх стінах передбачаються вікна з ПВХ-профілю з двокамерним склопакетом, що забезпечують нормований рівень КЕО в

розрахунковій точці приміщень. Вікна мають стулки, що відчиняються.

Згідно з технічним завданням у будівлі житлового корпусу повинно інсолюватись щонайменше 60% житлових кімнат, що відповідає вимогам до інсоляції та сонцезахисту приміщень житлових і громадських будівель та територій".

2.6. Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншого впливу

Проектом не передбачено розміщення технологічного або іншого обладнання, за винятком ліфтів, що є джерелом підвищеного шуму та вібраційного впливу. Для зниження вібрацій від руху ліфтів застосовується їхні механізми з віброізоляторами.

Основний склад приміщень та їхнє цільове призначення не потребують додаткової звукоізоляції.

У житловій частині будівлі для необхідного рівня звукоізоляції зовнішньої огорожі обрано віконні блоки з подвійним склопакетом.

Зовнішні огорожувальні конструкції, внутрішні перегородки і конструкція покрівлі забезпечують достатній рівень звукоізоляції від зовнішнього шумового впливу.

Розрахунок вертикальних огорожувальних конструкцій і перекриттів відповідає методиці проектування звукоізоляції огорожувальних конструкцій житлових і громадських будівель".

Процесів, що призводять до підвищеного рівня вібрацій, радіації, електромагнітного та інших видів випромінювання в будівлі не передбачено. Інших процесів, що призводять до порушення експлуатації будівлі, впливають на конструктивну та іншу безпеку, у будівлі не відбувається.

2.7. Опис рішень з декоративно-художнього та кольорового оздоблення інтер'єрів (для об'єктів невинного призначення)

Інтер'єри приміщень житлових кімнат виконати відповідно до дизайн-проекту.

Кольорові рішення інтер'єрів інших приміщень рекомендується здійснювати в нейтральних світлих тонах.

2.8. Заходи щодо забезпечення доступу маломобільних груп населення

Усі прийняті рішення забезпечують МГН умови для комфортного перебування та безперешкодного пересування в будівлі.

На шляху проходження МГН встановлюються двері без порогів. Ширина коридорів дає можливість без перешкод переміщатися МГН по них.

Для слабозорих людей передбачено влаштування елементів із контрастними кольорами, а також тактильні смуги перед пішохідними переходами.

Тактильно-контрастні знаки встановлені перед різними перешкодами.

Габарити ліфтів запроектовані таким чином, щоб відвідувач в інвалідному кріслі міг безперешкодно і вільно перебувати всередині ліфта. У кабінах ліфтів для інвалідів враховано світлову та звукову інформувальну сигналізацію.

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТИВНІ ТА ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

3.1. Відомості про топографічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні, метеорологічні та кліматичні умови земельної ділянки

Район будівництва характеризується такими природно-кліматичними даними:

Місце будівництва - м. Житомир. Будівельно-кліматичний район - П. Ґрунт - II категорія.

Розрахункова сейсмічна інтенсивність у балах шкали MSK-64 - 5 балів за картою ОСР-97 (А).

Розрахункове значення ваги снігового покриву - 1,5 кПа / III район.

Нормативне значення вітрового тиску 0,23 кПа / I район /.

Кліматичні параметри холодного періоду року:

- Температура повітря найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,98 - мінус 26°C;
- Температура повітря найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92 - мінус 23°C;
- Температура повітря забезпеченістю 0,94 - мінус 12°C;
- Абсолютна мінімальна температура повітря - мінус 4°C;
- Середня добова амплітуда температури повітря найхолоднішого місяця - 6,4 °C;
- Середня місячна відносна вологість повітря найбільш холодного місяця - 86%;
- Кількість опадів за листопад-березень - 242 мм;
- Переважаючий напрямок вітру на грудень-лютий - З;
- Кліматичні параметри теплого періоду року:
- Температура повітря забезпеченістю 0,95 - 22°C;
- Температура повітря забезпеченістю 0,98 - 25°C;
- Середня максимальна температура повітря найбільш теплого місяця -

23,3°C;

- Абсолютна максимальна температура повітря - 37°C;
- Середня добова амплітуда температури повітря найтеплішого місяця -

10,4°C;

- Середня місячна відносна вологість повітря найбільш теплого місяця - 77%;

- Кількість опадів за квітень-жовтень - 478 мм;
- Добовий максимум опадів - 88 мм;
- Переважаючий напрямок вітру на червень-серпень - З.

3.2. Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівлі, включно з її просторовою схемою, прийнятою під час виконання розрахунків будівельних конструкцій

3.2.1. Загальні положення

У роботі, згідно з індивідуальним завданням, необхідно виконати розрахунок армування несучих конструкцій будівлі.

Конструктивні рішення розроблено, спираючись на об'ємно-планувальне компонування будівлі, а також враховуються рішення, прийняті в Архітектурному розділі цієї пояснювальної записки.

Статичний розрахунок будівлі зроблено в програмному комплексі SCAD Office версія 21.1. Модель прийнято зі стрижневих і плитних елементів різних перерізів.

На підставі попереднього конструювання геометрія розрахункової моделі точно відповідає конструкціям проектованої будівлі. У розрахунковій моделі враховано фізичні характеристики застосовуваних матеріалів, особливості їхньої роботи під навантаженням і спільність роботи всього комплексу елементів як статично невизначеної системи.

Просторова жорсткість і стійкість будівлі забезпечується спільною роботою:

- монолітних колон (600х600 мм, Бетон важкий В45);
- ядра жорсткості ($\delta=300\text{мм}$, Бетон важкий В45);
- діафрагм жорсткості ($\delta=300\text{мм}$, Бетон важкий В45);
- монолітними перекриттями ($\delta=250\text{мм}$, Бетон важкий В30).

Несучими елементами є монолітні колони, ядро жорсткості та діафрагми жорсткості, а також монолітні перекриття.

Розрахунок проводиться від таких типів навантажень:

- власна вага конструкцій;
- власна вага покриття;
- власна вага підлог, перегородок
- корисне навантаження;
- снігове навантаження;
- вітрове навантаження;
- сейсмічне навантаження.

Статичний розрахунок будівлі виконано в ПК SCAD office. Модель прийнято зі стрижневих і плитних елементів різних перерізів. У розрахунку враховуються фізичні характеристики матеріалів, особливості їхньої роботи під навантаженням і спільна робота всіх елементів як статично невизначеної системи.

3.2.2. Розрахункова схема будівлі. Збір навантажень

Конструктивну схему створювали в препроцесорі Форум ПК SCAD, згідно з вихідними даними.

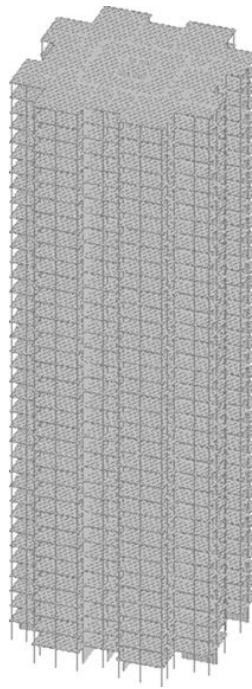


Рисунок 3.1 - Розрахункова схема

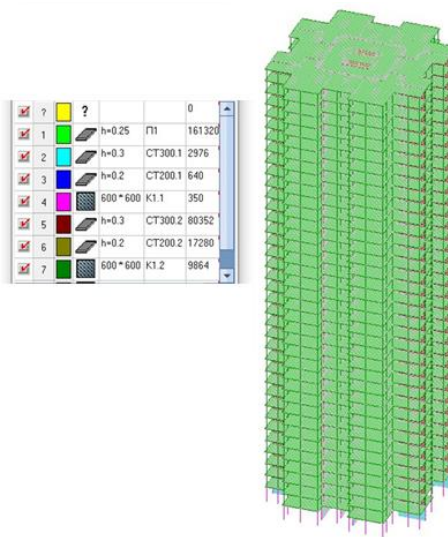


Рисунок 3.2 - Згенерована схема в ПК SCAD

Власна вага

Збирається автоматично, згідно із заданими жорсткостями (рис. 3.4)

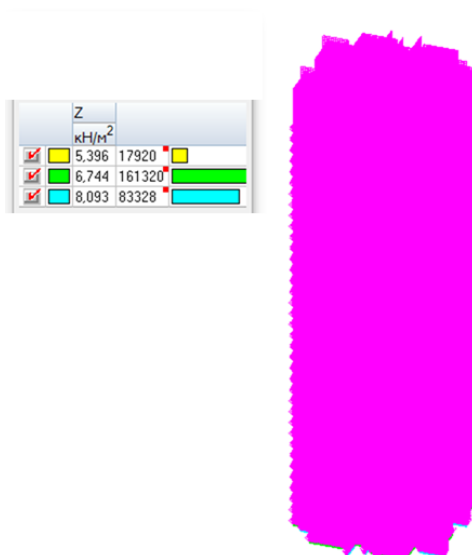


Рисунок 3.3 - Власна вага пластинчастих елементів

Навантаження від перегородок

1) Нормативне навантаження на плити від ваги перегородок, приймемо нормативне значення навантаження, що дорівнює $0,431 \text{ кН/м}^2$.



Рисунок 3.4 - Навантаження від перегородок

Вага покрівлі

Постійне нормативне навантаження на покрівлю представлено в таблиці 3.2.

Приймаємо значення навантаження = $2,055 \text{ кН/м}^2$.

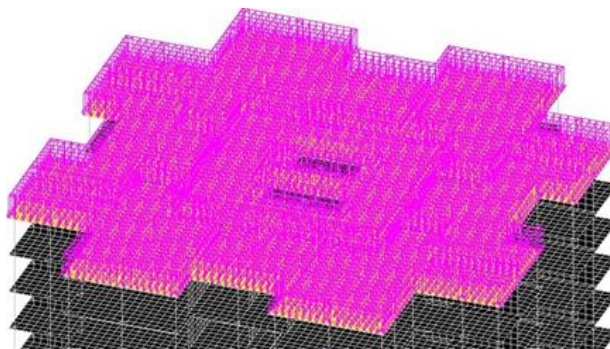


Рисунок 3.5 - Навантаження від покрівлі

Експлуатаційне навантаження

Рівномірно розподілені навантаження на плити перекриття і підлоги на ґрунтах (у підземному поверсі):

- для житлових будівель - $1,5 \text{ кПа} = 1,5 \text{ кН/м}^2$;

Коефіцієнт надійності по навантаженню для житлових приміщень - 1,3.

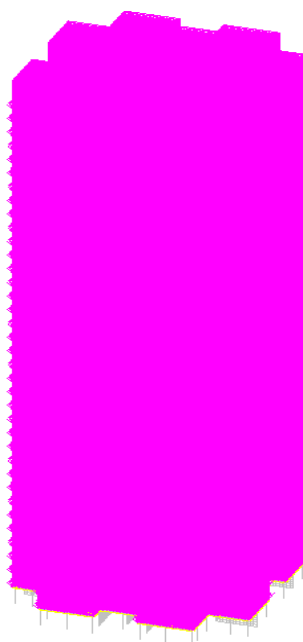


Рисунок 3.6 - Навантаження експлуатаційне

Снігове навантаження

Короточасні навантаження від ваги снігового покриву розраховуються за формулою:

$$S_0^H = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g \quad (3.1)$$

c_e - коефіцієнт, що враховує знесення снігу з покриттів будівель під дією вітру або інших чинників, який визначається за формулою:

$$c_e = (1,2 - 0,4k) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot l_c)$$

k - коефіцієнт, що визначається за формулою: $k(z_e) = k_{10} \cdot \left(\frac{z_e}{10}\right)^{2\alpha}$,

тут z_e - еквівалентна висота, м;

k_{10} - коефіцієнт для місцевості типу В (дорівнює 0,65);

α - коефіцієнт для місцевості типу В (дорівнює 0,2).

Приймаючи $z_e = 121,5$ м, отримуємо:

$$k(z_e) = k_{10} \cdot (z_e/10)^{2\alpha} = 0,65 \cdot (104,4/10)^{0,4} = 1,66$$

l_c - характерний розмір покриття, що розраховується за формулою:

$$l_c = 2b - \frac{b^2}{l} = 2 \cdot 34,1 - \frac{34,1^2}{34,1} = 34,1$$

де b - найменший розмір покриття в плані ($b = 34,1$ м);

l - найбільший розмір покриття в плані ($l = 34,1$ м).

Отримуємо:

$$c_e = (1,4 - 0,4 \cdot 1,66) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 34,1) = 0,76$$

c_t - термічний коефіцієнт (дорівнює 1);

μ - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття (дорівнює 1);

S_g — нормативне значення ваги снігового покриву на 1 м^2 горизонтальній поверхні:

Таблиця 3.1 - Снігове навантаження

Снігові райони	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$S_{g, \text{кН/м}^2}$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0

Оскільки Рязань належить до III снігового району, то $S_g = 1,5 \text{ кН/м}^2$

$$S_0^H = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g = 0,768 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,15 \text{ кН/м}^2.$$

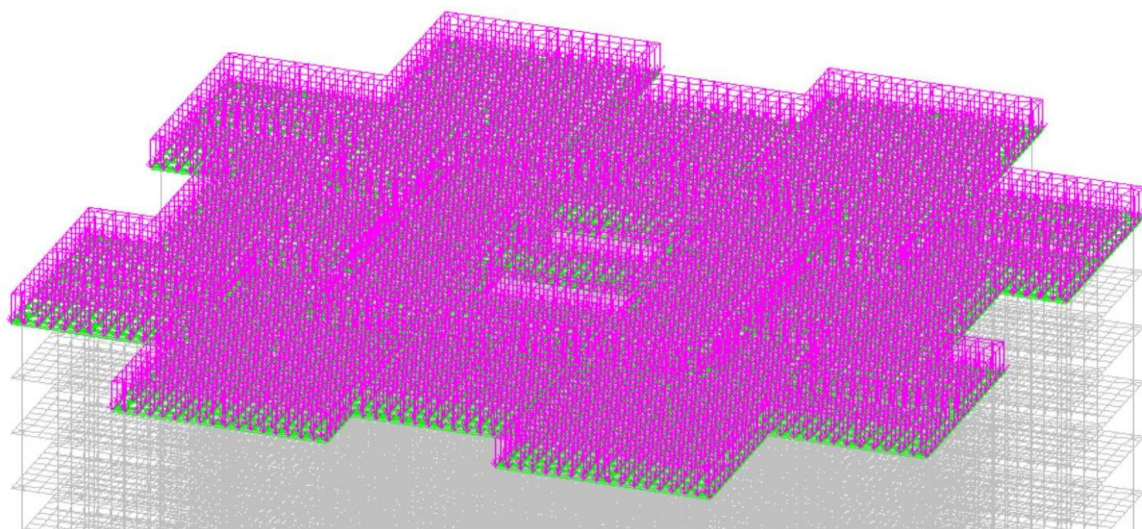


Рисунок 3.7 - Снігове навантаження

Вітрове навантаження

Розрахунок на вітрове навантаження ведемо відповідно до норм, згідно з якими короточасне навантаження знаходиться за формулою:

$$W = W_m + W_p \quad (3.2)$$

тут W_m - нормативне значення середньої складової вітрового навантаження, визначається за формулою:

$$W_m = W_0 \cdot k(z_e) \cdot c \quad (3.3)$$

де W_0 - нормативне значення вітрового тиску, приймається залежно від вітрового району за таблицею:

$k(z_e)$ - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску за висотою залежно від типу місцевості, визначається за формулою :

$$k(z_e) = k_{10} \cdot \left(\frac{z_e}{10}\right)^{2\alpha} \quad (3.4)$$

c - аеродинамічний коефіцієнт;

W_p - пульсаційна складова вітрового навантаження, кПа.

Нормативне значення вітрового тиску для І вітрового району.

$W_0 = 0,23$ кПа. Результати розрахунку дії вітрового навантаження зведено в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 - Розрахунок вітрових навантажень

Поверх	Висота z_e , м	$k(z_e)$	W_m , кПа			q_w , кН / м		
			$c = 1$	$c = 0,8$	$c = -0,5$	$c = 1$	$c = 0,8$	$c = -0,5$
1	3,6	0,432	0,099	0,079	-0,050	0,358	0,286	-0,179
2	6,4	0,542	0,125	0,100	-0,062	0,349	0,279	-0,175
3	9,2	0,626	0,144	0,115	-0,072	0,403	0,323	-0,202
4	12	0,69	0,159	0,127	-0,079	0,444	0,355	-0,222
5	14,8	0,746	0,172	0,137	-0,086	0,480	0,384	-0,240
6	17,6	0,802	0,184	0,148	-0,092	0,516	0,413	-0,258
7	20,4	0,855	0,197	0,157	-0,098	0,551	0,440	-0,275
8	23,2	0,89	0,205	0,164	-0,102	0,573	0,459	-0,287
9	26	0,925	0,213	0,170	-0,106	0,596	0,477	-0,298
10	28,8	0,96	0,221	0,177	-0,110	0,618	0,495	-0,309
11	31,6	0,995	0,229	0,183	-0,114	0,641	0,513	-0,320
12	34,4	1,03	0,237	0,190	-0,118	0,663	0,531	-0,332
13	37,2	1,065	0,245	0,196	-0,122	0,686	0,549	-0,343
14	40	1,1	0,253	0,202	-0,127	0,708	0,567	-0,354
15	42,8	1,128	0,259	0,208	-0,130	0,726	0,581	-0,363
16	45,6	1,156	0,266	0,213	-0,133	0,744	0,596	-0,372
17	48,4	1,184	0,272	0,218	-0,136	0,762	0,610	-0,381
18	51,2	1,212	0,279	0,223	-0,139	0,781	0,624	-0,390
19	54	1,24	0,285	0,228	-0,143	0,799	0,639	-0,399
20	56,8	1,268	0,292	0,233	-0,146	0,817	0,653	-0,408
21	59,6	1,296	0,298	0,238	-0,149	0,835	0,668	-0,417
22	62,4	1,318	0,303	0,243	-0,152	0,849	0,679	-0,424
23	65,2	1,339	0,308	0,246	-0,154	0,862	0,690	-0,431
24	68	1,36	0,313	0,250	-0,156	0,876	0,701	-0,438
25	70,8	1,381	0,318	0,254	-0,159	0,889	0,711	-0,445
26	73,6	1,402	0,322	0,258	-0,161	0,903	0,722	-0,451
27	76,4	1,423	0,327	0,262	-0,164	0,916	0,733	-0,458
28	79,2	1,444	0,332	0,266	-0,166	0,930	0,744	-0,465
29	82	1,465	0,337	0,270	-0,168	0,943	0,755	-0,472
30	84,8	1,486	0,342	0,273	-0,171	0,957	0,766	-0,478
31	87,6	1,507	0,347	0,277	-0,173	0,971	0,776	-0,485
32	90,4	1,528	0,351	0,281	-0,176	0,984	0,787	-0,492
33	93,2	1,549	0,356	0,285	-0,178	0,998	0,798	-0,499
34	96	1,57	0,361	0,289	-0,181	1,011	0,809	-0,506
35	98,8	1,591	0,366	0,293	-0,183	1,025	0,820	-0,512
36	101,6	1,61	0,370	0,296	-0,185	1,037	0,829	-0,518
37	104,4	1,626	0,374	0,299	-0,187	1,047	0,838	-0,524

Пульсаційну складову вітрового тиску враховано програмним комплексом SCAD Office як динамічний вплив. Параметри завдання пульсаційної складової вітрового навантаження показано на рисунках 3.8-3.9.

Подібну операцію повторюємо для напрямків дії вітру за напрямком і проти напрямку осі X, аналогічно за віссю Y.

3.3.3 Результати розрахунку

Розрахунок будівлі необхідно проводити з урахуванням найбільш несприятливих поєднань навантажень і внутрішніх зусиль.

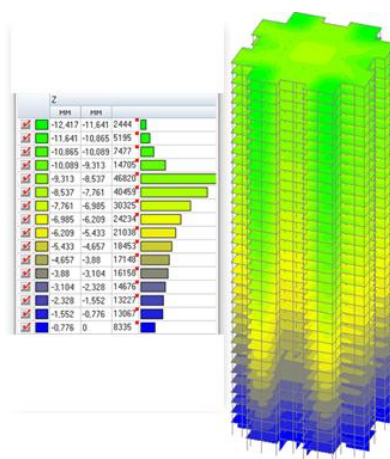


Рисунок 3.8 - Переміщення по осі Z (мм)

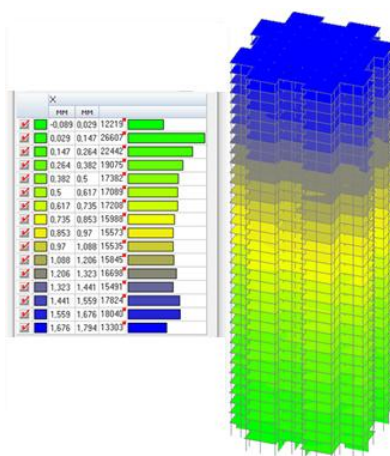


Рисунок 3.9 - Переміщення по осі X (мм)

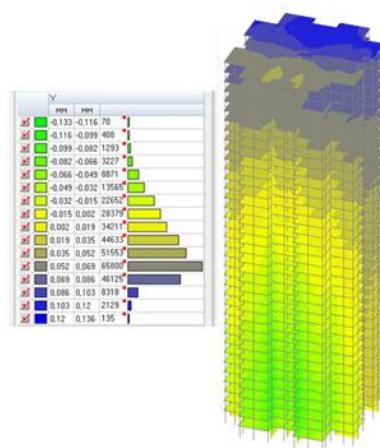


Рисунок 3.10 - Переміщення по осі Y (кН*м)

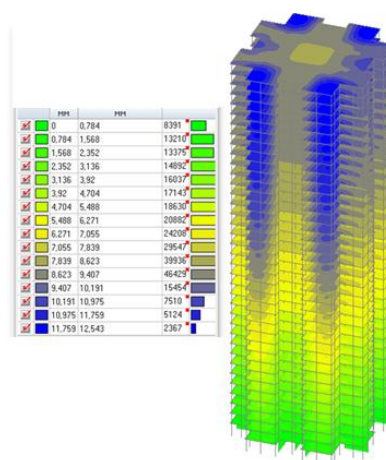


Рисунок 3.11 - Сумарні переміщення (кН)

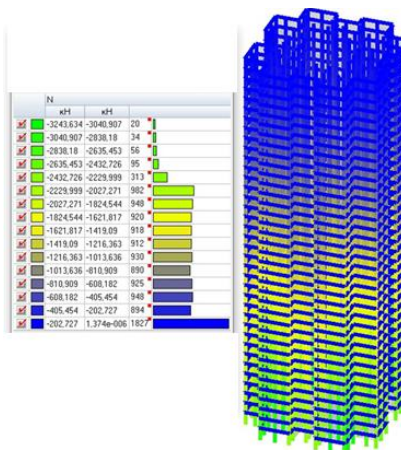


Рисунок 3.12 - Розподіл зусиль N(x) (кН/м²)

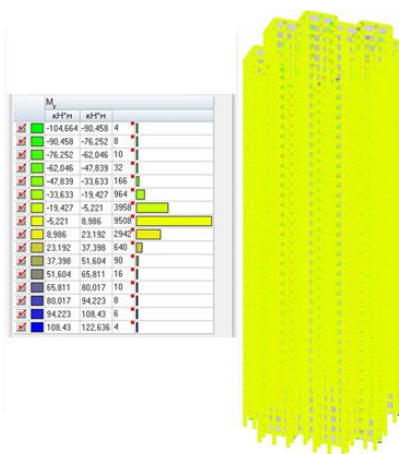


Рисунок 3.13 - Розподіл зусиль M у (кН*м)

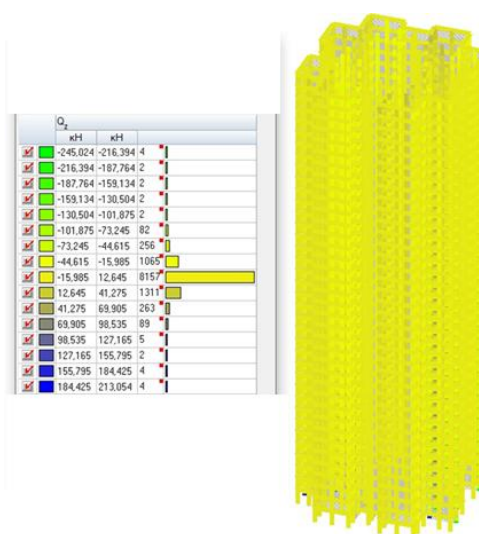


Рисунок 3.14 - Розподіл зусиль Qz (кН)

3.3.4 Розрахунок і конструювання елементів будівлі

Згідно з [2] прискорення при вітровому навантаженні не повинні перевищувати $0,08 \text{ м/с}^2$. У всіх випадках (рис. 3.24) прискорення не перевищує нормованого значення.

Згідно з [2] сумарні горизонтальні переміщення не повинні перевищувати $1/500$ від висоти будівлі:

$$f_{ult} = \frac{h}{500} = \frac{107,4 \cdot 10^3}{500} = 214,8 \text{ мм.}$$

Максимальні горизонтальні переміщення, згідно з РСН, не перевищують нормованої величини і становлять $12,54 \text{ мм}$ (рис. 3.17).

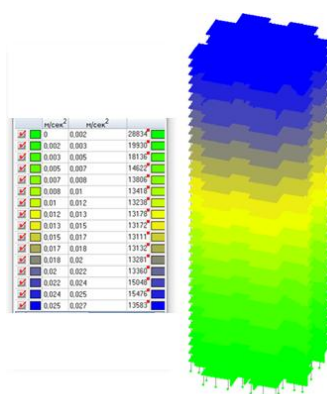


Рисунок 3.15 - Сумарне прискорення при пульсаційному навантаженні в напрямку осі X

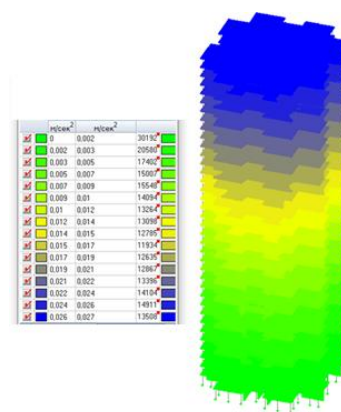


Рисунок 3.16 - Сумарне прискорення при пульсаційному навантаженні в напрямку осі Y

3.3.5 Армування колон

На основі отриманих даних зробимо підбір армування колон у програмному комплексі SCAD за допомогою функції "Залізобетон". За результатами розрахунку уніфікуємо 8 типів колон залежно від місця розташування і висотної позначки, а також зусиль, що діють у них:

Колони K7 проектується на висотних відмітках від +101,600 до +101,600 до +108,500. Колони K8 проектується на висотних відмітках від +0,000 до +0,000 до +3,600.

За підсумками розрахунку було отримано і запроектовано армування колон. Відсоток використання колони приймаємо рівним 94%. Міцність і жорсткість

колони забезпечено. Детальний опис армування колон, зі схемами розташування робочої та конструктивної арматури дивись у графічній частині цього розділу.

3.3.6 Армування плит перекриття

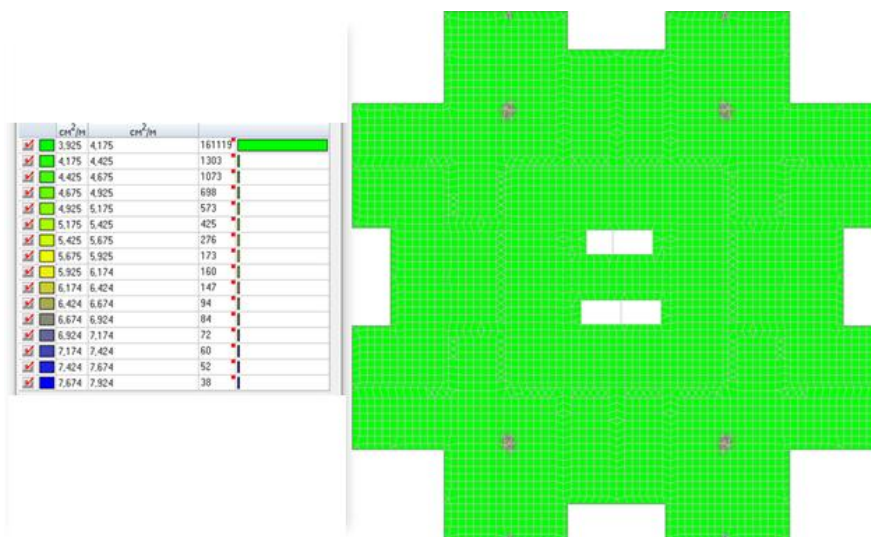


Рисунок 3.17 - Ізополя армування плити інтенсивність S(1) (нижня по X)

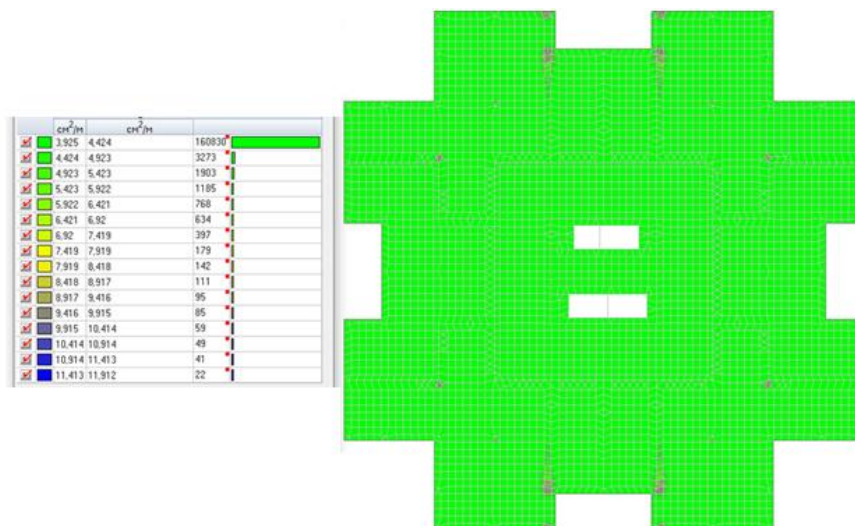


Рисунок 3.18 - Ізополя армування плити інтенсивність S(2) (верхня по X)

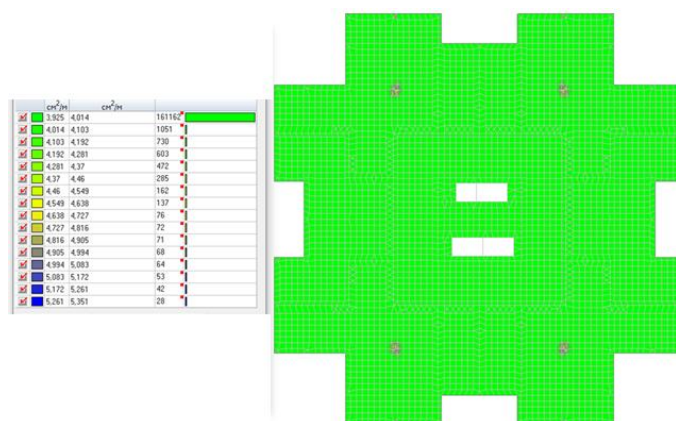


Рисунок 3.19 - Ізополя армування плити інтенсивність $S_{(3)}$ (нижня по Y)

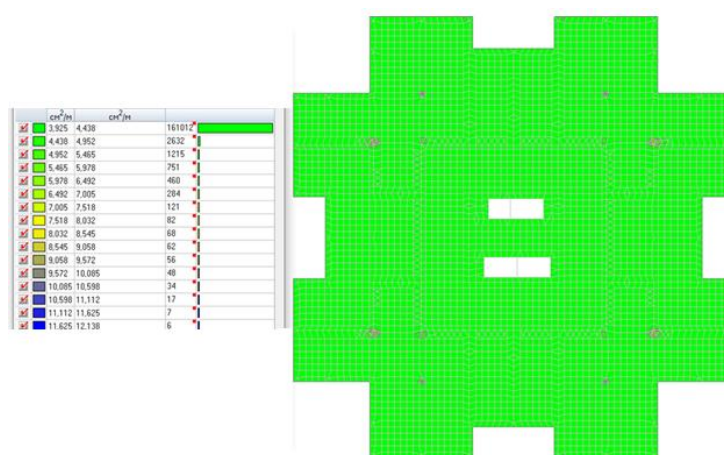


Рисунок 3.20 - Ізополя армування плити інтенсивність $S_{(4)}$ (верхня по Y)

3.3.7 Армування діафрагм жорсткості

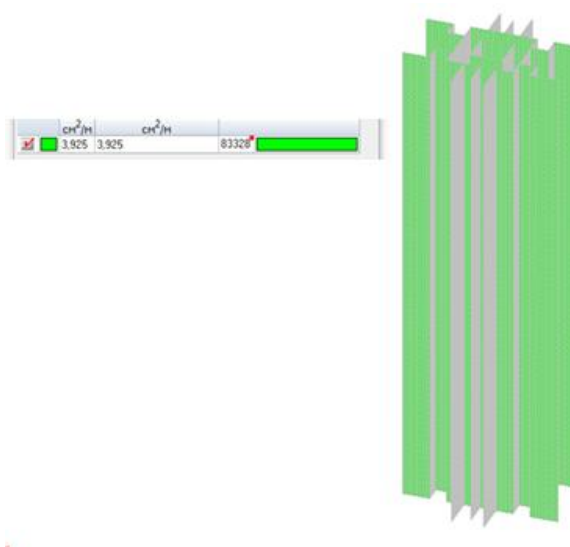


Рисунок 3.21 - Ізополя армування стін завтовшки 300 мм

РОЗДІЛ 4

ПРОЕКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ

4.1. Вихідні дані для проектування, оцінка інженерно-геологічних умов майданчика будівництва

За позначку 0,000 умовно прийнято позначку чистої підлоги першого поверху будівлі. Будівля з підвалом, відмітка підлоги підвалу -2,800.

Інженерно-геологічну колонку наведено на рисунку 4.1

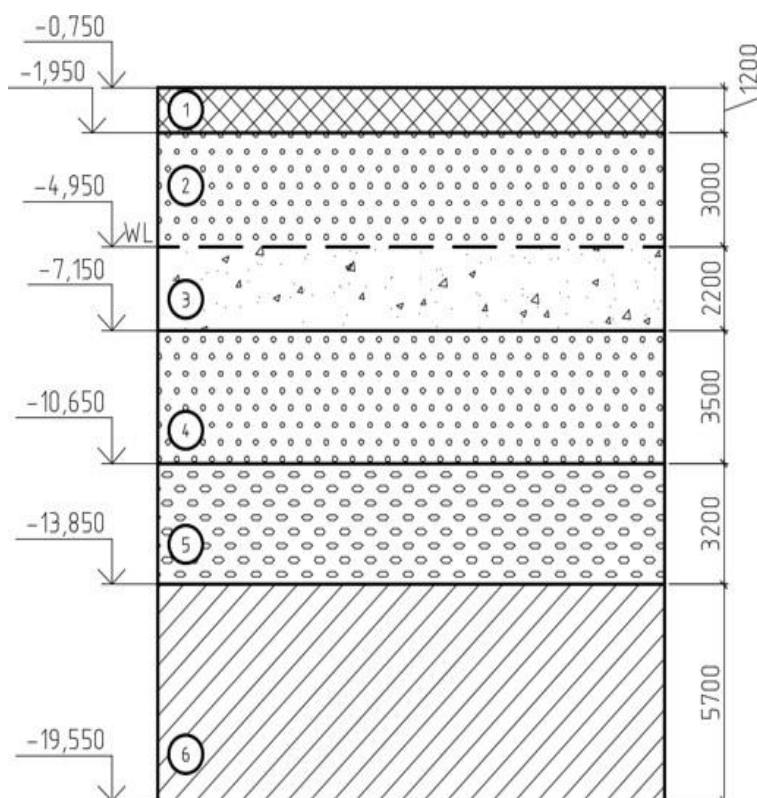


Рисунок 4.1 - Інженерно-геологічна колонка

ІГЕ-1 - Насипні ґрунти, потужністю 1,2 м. ІГЕ-2 - Гравій, потужністю 3,0 м.
 ІГЕ-3 - Пісок середньої крупності, водонасичений, потужністю 2,2 м. ІГЕ-4 -
 Гравійний ґрунт, водонасичений, потужністю 3,5 м.
 ІГЕ-5 - Галечниковий ґрунт, водонасичений, потужністю 3,2 м. ІГЕ-6 -
 Суглинок твердий, потужністю 5,7 м.

Корозійна активність ґрунтів щодо вуглецевої сталі - середня. За ступенем агресивного впливу на бетон і залізобетон усіх марок (W4, W6, W8) ґрунти не

мають агресивної активності. Грунтові води виявлено на відм. -4,950.

4.2 Збір навантажень на фундамент

4.2.1 Загальні дані

Як розрахункову ділянку приймаємо фрагмент плитного фундаменту під колону в осях В/8.

На фрагмент фундаменту під колону в осях В/8 передається навантаження:

- навантаження з покриття, що включає власну вагу конструкції покрівлі та снігове навантаження;
- навантаження з перекриття всіх поверхів, що лежать вище, що включають в себе навантаження власної ваги конструкції підлоги, перегородок і плит перекриття, а також короткочасне корисне навантаження;
- навантаження від власної ваги залізобетонної колони.

Тимчасові навантаження включають у себе короткочасні навантаження (корисне навантаження на перекриття від власної ваги людей і обладнання) і тривалі (власна вага перегородок). До постійних навантажень належить власна вага перекриття, а також власна вага конструкції підлоги.

Під час збирання навантаження на покриття і перекриття враховується основне поєднання навантажень, що включає в розрахунок постійні навантаження з коефіцієнтом 1, короткочасні - 0,9 і тривалі - 0,95. Збір навантажень на 1 м² наведено в пункті 2.2.

Сумарне максимальне навантаження розрахункове: $N_p = 3318,898$ кН .

4.3 Проектування фундаментної плити на забивних палях

4.3.1 Вихідні дані

Виконаємо розрахунок фундаментної плити на забивних палях для фрагмента плити під колону в осях Б/3.

Рекомендується ухвалювати товщину фундаментної плити не менше ніж 50 см і не більше ніж 200 см, клас бетону - не менше ніж В20, армування - не менше

ніж 0,3%, а марку за водонепроникністю - не менше ніж W6.

Приймаємо товщину фундаментної плити товщиною 1,2 м з бетону класу B25, з подвійним армуванням арматурою класу A500C із кроком 200 мм в обох напрямках.

Відмітка голови палі -3,700, після зрубування відмітка голови палі становить - 3,950, що на 50 мм вище за підшову ростверку. Підшва ростверку на позначці - 4,000.

4.3.2 Визначення несучої здатності забивної палі

Приймаємо палі довжиною 6 м - С60.30. Спирання забивних паль передбачаємо на суглинки тверді ІГЕ-4, що залягає на позначці -7,150, заглиблюючи в цей шар на 2,55 метра. Відмітка кінця палі становитиме -9,700 м.

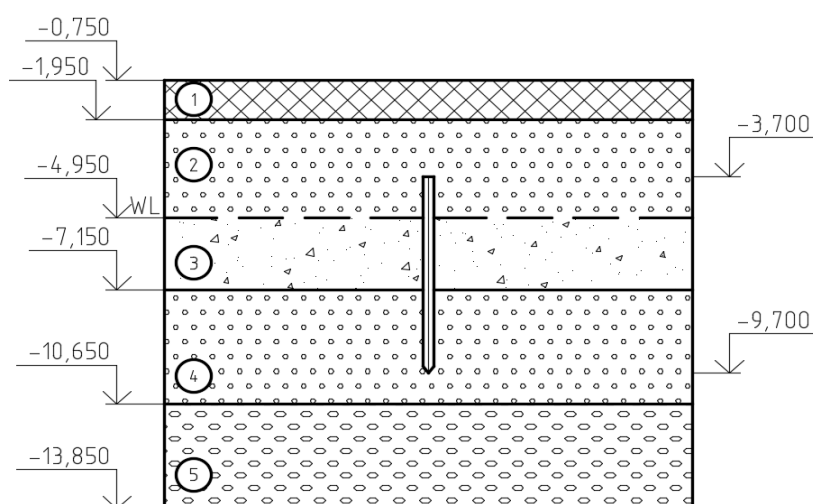


Рисунок 4.2- Забивна паля

За характером роботи в ґрунті паля з цими умовами обпирання є висячою.

Несуча здатність висячих паль визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + U \sum \gamma_{cf,i} \cdot f_i \cdot h_i) = 1 \cdot 1 \cdot (10420 \cdot 0,09 + 1,21 \cdot 344,03) = 1350,6$$

кПа

де F_d - несуча здатність висячої палі, кПа;

γ_c - коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, що приймається рівним 1 ;

R - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа; A - площа поперечного перерізу палі, м²; $\gamma_{CR} = 1$ - коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі; U - периметр поперечного перерізу палі, м; $\gamma_{cf} = 1$ - коефіцієнт умов роботи ґрунту по бічній поверхні палі; f_i - розрахунковий опір ґрунту на бічній поверхні палі в межах i -го шару ґрунту, кПа; h_i - товщина i -го шару ґрунту, м.

Допустиме навантаження на палю визначається за формулою:

$$\frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{1350,6}{1,4} = 964,7 \text{ кН}$$

Тут $\gamma_k = 1,4$ - коефіцієнт надійності.

Це більше, ніж приймають у практиці проектування і будівництва і тому обмежуємо значення допустимого навантаження на палю, приймаючи його 600 кПа.

4.3.3 Визначення числа паль і проектування ростверку

За відомої несучої здатності палі 600кН , а також у разі врахування рівномірного передавання навантаження через ростверк на палі фундаменту, визначимо необхідну кількість паль у фрагменті плитного фундаменту. Розрахунок ведемо за I граничним станом, тобто від розрахункових навантажень.

Кількість паль, необхідна для влаштування фрагмента фундаменту під колону в осях В/8: $n = \frac{N_p}{F_d/\gamma_k - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma} = \frac{3318,898}{600 - 0,9 \cdot 4 \cdot 20} = 6,28 \approx 7$ паль

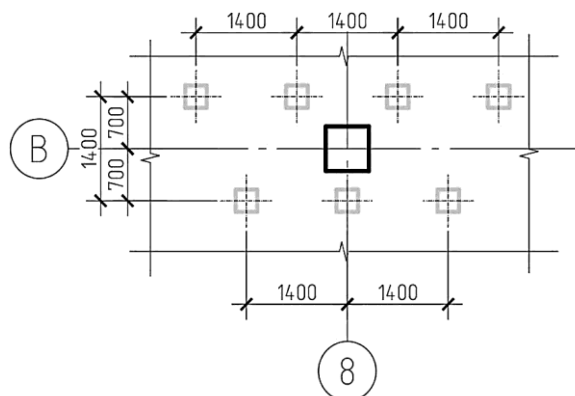


Рисунок 4.3 - Схема розташування паль під фрагмент плитного фундаменту

Відстань між палями приймаємо в межах від 3 до 6d. Висота плитного фундаменту 1,2 м. Приймаємо кількість паль 7 шт. Навантаження на плитний фундамент становить 3318,898 кН, клас бетону за міцністю приймаємо B25 ($R_{bt} = 1,05$ МПа).

4.3.4 Розрахунок пальового фундаменту за несучою здатністю ґрунту основи

Пальовий фундамент розраховується за першою групою граничних станів. Тут має виконуватися умова:

$$N_{cb} \leq \frac{F_d}{\gamma_k} \quad (3.5)$$

Де $N_{пл}$ - розрахункове навантаження на палю від будівлі, кН, яке визначається за формулою:

$$N_{пл} = \frac{5418,158}{10} = 474,13 \text{ кН}$$

Звідси перевірка: $N_{пл} = 474, \text{ кН} < 600 \text{ кН}$. Умова виконується.

4.3.5 Розрахунок плиткового фундаменту на продавлювання в місці обпирання на палю

Перевірка проводиться з умови

$$F \leq \alpha \cdot R_{bt} \cdot u_m \cdot h_{op} \quad (3.6)$$

де α - коефіцієнт, що приймається для важкого бетону рівним 1 ;

u_m - середньоарифметичне значення периметрів верхньої і нижньої підстав піраміди, що утворюється при продавлюванні в межах робочої висоти перерізу;

$R_{bt} = 1050$ кПа - розрахунковий опір бетону марки B25;

F - продавлювальна сила;

h_{op} - робоча висота плитного фундаменту.

$$h_{op} = h - 0,05 = 1,2 - 0,05 = 1,15 \text{ м}$$

Перетин колони $600 \times 600 \text{ мм}$. Відстань від межі бетону до осі робочої арматури 50 мм.

Розрахункова вантажна площа на одну палю: $1,4 \cdot 1,4 = 1,96$

Навантаження на палю від власної ваги ростверку з вантажною площі палі:
 $1,15 \cdot 25 \cdot 1,96 = 56,35 \text{ кН}$

Вертикальне навантаження на палю від колони (див.п.3.3.4): $N_{gk} = 541,81 \text{ кН}$.

Разом сумарне вертикальне навантаження на палю:

$$N_{gk} = 474,13 + 56,35 = 530,48 \text{ кН}.$$

Визначимо периметри основ піраміди:

$-4 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ м}$ - периметр меншої основи;

$(2,3 + 1,7) \cdot 2 = 8 \text{ м}$ - периметр більшої основи.

Знайдемо середньоарифметичне значення периметрів:

$$\frac{(1,2 + 8)}{2} = 4,6 \text{ м}$$

Перевірка умови:

$$530,48 \text{ кН} < 1 \cdot 1050 \cdot 4,6 \cdot 1,15 = 5554,5 \text{ кН},$$

Умова виконується, отже, фундаментна плита витримує продавлювальну силу без додаткового армування.

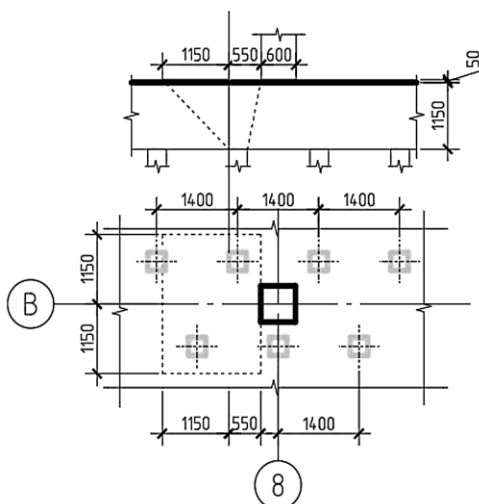


Рисунок 4.4 - Схема до розрахунку плитного фундаменту на продавлювання

4.3.6 Перевірка плити ростверку на вигин і визначення арматури

Розрахунок плити на вигин і визначення перерізу арматури проводять таким чином, що до плити прикладають зосереджене навантаження в місцях обпирання на палі.

Моменти в перерізах ростверку:

$$M_x = N_{gk} \cdot x; M_y = N_{gk} \cdot y \quad (3.7)$$

Де N_{gk} – розрахункове навантаження на одну палю, що дорівнює 474,13кН;
 x і y - відстані від центру кожної палі в межах консолі, що згинається, до перерізу, що розглядається.

Таблиця 4.3 - Зусилля в плиті ростверку

Перетин	M , кН · м	α_m	ξ	h_{oi}	A_s , см ²
1 – 1	758,61	0,008	0,995	1,15	15,24
2 – 2	1706,87	0,047	0,976	1,15	34,95

$$M_{1-1} = 5 \cdot 541,81 \cdot 0,7 = 758,61 \text{кНм};$$

Тут $M_{2-2} = 2 \cdot 541,81 \cdot 2,5 = 1706,87 \text{кНм}$

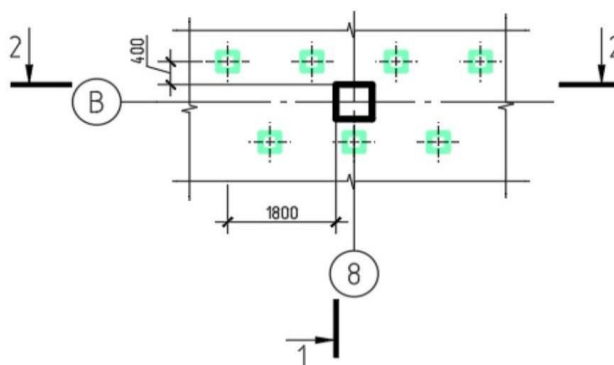


Рисунок 4.5 - Схема до розрахунку плити на вигин

Визначаємо необхідне армування в перерізі:

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{oi}^2 \cdot R_b} \quad (3.8)$$

де b - ширина стиснутої зони перерізу, м;

h_{oi} - робоча висота кожного перерізу, м;

R_b - розрахунковий опір бетону стисненню, кПа.

$$A_{si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{oi} \cdot R_s} \quad (3.9)$$

де ξ - коефіцієнт, що визначається за величиною;

$\alpha_m R_s$ - розрахунковий опір арматури, кПа (для арматури класу А500С періодичного профілю $d = 10 \div 40$ мм, $R_s = 435000$ кПа).

Армування плити виконуємо окремими стрижнями. Крок арматури в обох напрямках приймаємо 200 мм, тобто на вантажну площу маємо в напрямку l - 10 стрижнів, у напрямку b - 23 стрижні. Діаметр арматури в напрямку l приймаємо за сортаментом - 14 мм (для $10\emptyset 14$ А500С – $A_s = 15,39$ см², що більше за 15,24 см²); у напрямку b - 14 мм (для $23\emptyset 14$ А500С – $A_s = 35,39$ см², що більше за 34,95 см²).

У середній зоні плити встановлюємо додаткове конструктивне армування $\emptyset 12$ А500С з кроком 200 мм.

Для утримання верхньої арматури в проектному положенні влаштовуємо в плиті плоскі каркаси з кроком 1000 мм.

4.4 Проектування фундаментної плити на буронабивних палях

4.4.1 Вихідні дані

Буронабивні палі діаметром 320 мм із заглибленням у суглинки тверді ІГЕ-4. Відмітка кінця палі складе 9,950 м. Палі без розширення під нижнім кінцем.

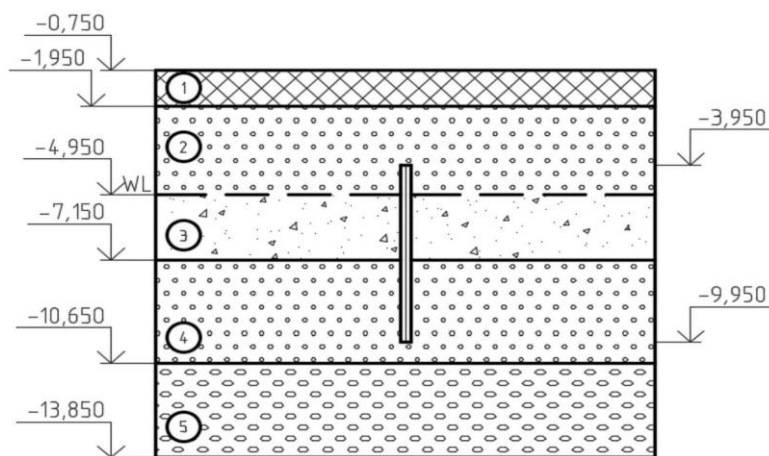


Рисунок 4.6 - Бурунабивні палі

4.4.2 Визначення несучої здатності палі по ґрунту

За характером роботи в ґрунті паля з цими умовами обпирання є висячою.

Несуча здатність бурунабивних висячих палей визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + U \sum \gamma_{cf,i} \cdot f_i \cdot h_i \right) \quad (3.10)$$

$$F_d = 1 [1 \cdot 2614,43 \cdot 0,08 + 1,01 \cdot 0,8 \cdot 347,85] = 490,21 \text{ кПа}$$

де F_d - несуча здатність висячої палі, кПа;

γ_c - коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, що приймається рівним 0,8 ;

R - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа;

A - площа поперечного перерізу палі, ;м²

$\gamma_{cR} = 1$ - коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі;

U - периметр поперечного перерізу палі, ;м²

$\gamma_{cf} = 0,8$ - коефіцієнт умов роботи ґрунту по бічній поверхні палі;

f_i - розрахунковий опір ґрунту на бічній поверхні палі в межах i - го шару ґрунту, кПа;

h_i - товщина i - го шару ґрунту, м.

Розрахунковий опір R ґрунту під нижнім кінцем палі слід ухвалювати для крупноуламкових ґрунтів із піщаним заповнювачем і пісків у основі бурових палей,

які занурюють із повним видаленням ґрунтового ядра за формулою:

$$R = 0,75 \cdot \alpha_4 (\alpha_1 \cdot d \cdot \gamma' + \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \gamma \cdot h) \quad (3.11)$$

$$R = 0,75 \cdot 0,24 (71,3 \cdot 15,6 \cdot 0,32 + 127 \cdot 0,75 \cdot 14,95 \cdot 9,95) = 2614,43 \text{ кПа}$$

де $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - безрозмірні коефіцієнти, які приймають залежно від розрахункового значення кута внутрішнього тертя ґрунту основи;

γ' - розрахункове значення питомої ваги ґрунту, кН/м^3 (тс/м^3), в основі палі (у разі водонасичених ґрунтів з урахуванням зважувальної дії води);

γ - усереднене (за шарами) розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, кН/м^3 , розташованих вище за нижній кінець палі (у разі водонасичених ґрунтів з урахуванням зважувальної дії води);

d - діаметр, м, набивної та бурової паль;

h - глибина закладення, м, нижнього кінця палі, що відрховується від природного рельєфу або рівня планування (у разі планування зрізанням).

Несуча здатність буронабивної палі за матеріалом при армуванні 4Ø14 A400 і класі бетону B20 і діаметрі стовбура 320 мм:

$$F = \gamma_{B3} \cdot \gamma_{B5} \cdot \gamma_{пл} \cdot R_b \cdot A_B + \gamma_s \cdot R_s \cdot A_s \quad (3.12)$$

$$F = 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 9500 \cdot 0,08 + 1 \cdot 0,000616 \cdot 365000 = 870 \text{ кН.}$$

Допустиме навантаження на буронабивну палю приймаємо виходячи з меншого значення величини

$$N_{пл} \leq \frac{F_d}{\gamma_K} = \frac{490,21}{1,4} \approx 350,15 \text{ кПа}$$

4.4.3 Визначення числа паль і проектування ростверку

За відомої несучої здатності палі 502 кН, а також за врахування рівномірної передачі навантаження через ростверк на палі фундаменту, визначимо необхідну кількість палі у фрагменті плитної. Розрахунок ведемо за I граничним станом,

тобто від розрахункових навантажень.

Кількість паль, необхідна для влаштування фрагмента фундаменту під колону в осях 3/Б:

$$n = \frac{N_p}{F_{d/\gamma_k} - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma} = \frac{3318,898}{350,15 - 0,9 \cdot 4 \cdot 20} = 11,93 \text{ паль}$$

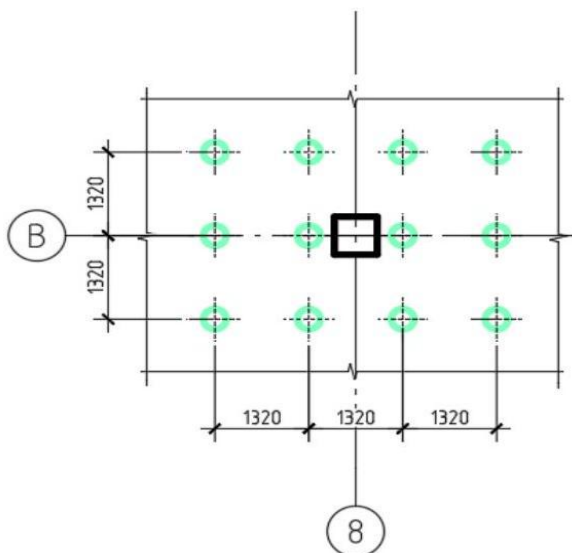


Рисунок 4.7 - Схема розташування паль під фрагмент плитного фундаменту

Відстань між буронабивними палями приймаємо з урахуванням, що мінімальна відстань між буронабивними палями у світлі має бути мінімум 1000 мм. Висота ростверку 1,2 м. Приймаємо кількість паль 12 шт. Навантаження на плитний фундамент становить 3318,898кН, клас бетону за міцністю приймаємо В25 ($R_{bt} = 1,05\text{МПа}$).

4.4.4 Розрахунок пальового фундаменту за несучою здатністю ґрунту основи

Пальовий фундамент розраховується за першою групою граничних станів. Тут має виконуватися умова:

$$N_{пл} \leq \frac{F_d}{\gamma_k} \quad (3.13)$$

Де $N_{пл}$ - розрахункове навантаження на палю від будівлі, кН, яке визначається за формулою:

$$N_{cb} = \frac{3318,898}{12} = 276,57 \text{ кН}$$

$$\text{Звідси перевірка: } N_{пл} = 276,57 \text{ кН} < 350,15 \text{ кН}$$

Умова виконується.

4.4.5 Розрахунок плиткового фундаменту на продавлювання в місці обпирання на палю

Перевірка проводиться з умови

$$F \leq \alpha \cdot R_{bt} \cdot u_m \cdot h_{op}, \quad (3.14)$$

де α – коефіцієнт, що приймається для важкого бетону рівним 1 ;

u_m - середньоарифметичне значення периметрів верхньої і нижньої підстав піраміди, що утворюється при продавлюванні в межах робочої висоти перерізу;

$R_{bt} = 1050$ кПа - розрахунковий опір бетону марки В25;

F - продавлювальна сила;

h_{op} - робоча висота плитного фундаменту.

$$h_{op} = h - 0,05 = 1,2 - 0,05 = 1,15 \text{ м}$$

Перетин колони 600×600 мм. Відстань від грані бетону до осі робочої арматури 50 мм.

Розрахункова вантажна площа на одну палю: $1,32 \cdot 1,32 = 1,74 \text{ м}^2$

Навантаження на палю від власної ваги ростверку з вантажної площі палі:
 $1,15 \cdot 25 \cdot 1,74 = 50,025 \text{ кН}$

Вертикальне навантаження на палю від колони: $N_{пл} = 276,57 \text{ кН}$.

Разом сумарне вертикальне навантаження на палю:

$$N_{пл} = 276,57 + 50,025 = 326,6 \text{ кН}.$$

Визначимо периметри основ піраміди:

$$-2 \cdot 3,14 \cdot 0,32 = 1,01 \text{ м} - \text{периметр меншої основи;}$$

$-(1,67 + 2,3) \cdot 2 = 7,94$ м - периметр більшої основи.

Знайдемо середньоарифметичне значення периметрів:

$$\frac{(1,01 + 7,94)}{2} = 4,48 \text{ м}$$

Перевірка умови:

$$326,6 \text{ кН} < 1 \cdot 1050 \cdot 4,48 \cdot 1,15 = 5409,6 \text{ кН},$$

Умова виконується, отже, фундаментна плита витримує продавлювальну силу без додаткового армування.

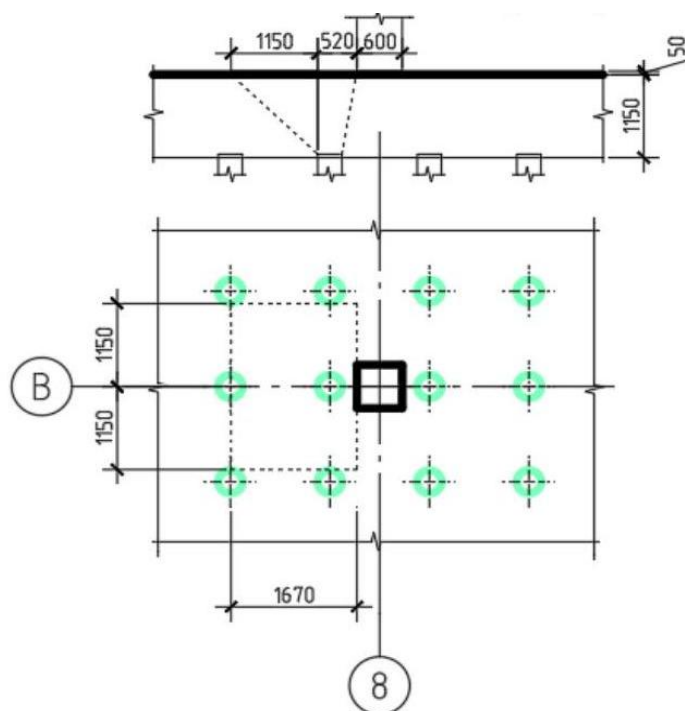


Рисунок 4.8 - Схема роботи ростверку на продавлювання колоною

4.4.6 Перевірка плити ростверку на вигин і визначення арматури:

Розрахунок плити на вигин і визначення перерізу арматури проводять таким чином, що до плити прикладають зосереджене навантаження в місцях обпирання на палі.

Моменти в перерізах ростверку:

$$M_x = N_{\text{пл}} \cdot x; M_y = N_{\text{пл}} \cdot y; \quad (3.15)$$

де $N_{пл}$ – розрахункове навантаження на одну палю;

x і y - відстані від центру кожної палі в межах консолі, що згинається, до перерізу, що розглядається.

Таблиця 4.4 - Розрахункові зусилля

Перетин	M , кН · м	α_m	ξ	h_{oi}	A_s , см ²
1 – 1	1128,41	0,013	0,993	1,15	22,72
2 – 2	1394,91	0,023	0,988	1,15	28,22

Тут

$$M_{1-1} = 4 \cdot 451,51 \cdot 1,02 = 1128,41 \text{ кН};$$

$$M_{2-2} = 3 \cdot 451,51 \cdot 1,68 = 1394,91 \text{ кН}$$

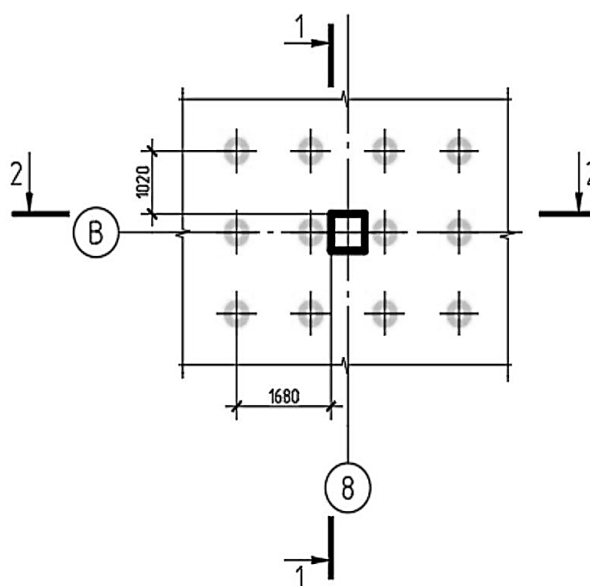


Рисунок 4.9 - Схема до розрахунку плити на вигин

Визначаємо необхідне армування в перерізі:

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{oi}^2 \cdot R_b} \quad (3.16)$$

де b - ширина стиснутої зони перерізу, м;

h_{oi} - робоча висота кожного перерізу, м;

R_b - розрахунковий опір бетону стисненню, кПа.

$$A_{si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{oi} \cdot R_s} \quad (3.17)$$

де ξ - коефіцієнт, що визначається за величиною α_m ;

R_s - розрахунковий опір арматури, кПа (для арматури класу А500С періодичного профілю $d = 10 \div 40$ мм, $R_s = 435000$ кПа).

Армування плити виконуємо окремими стрижнями. Крок арматури в обох напрямках приймаємо 200 мм, тобто на вантажну площу маємо в напрямку l – 16 стрижнів, у напрямку b – 23 стрижнів. Діаметр арматури в напрямку l приймаємо за сортаментом - 14 мм (для 23Ø14 А500С – $A_s = 24,62$ см², що більше за 22,72 см²); у напрямку b – 14 мм (для 16Ø14 А500С – $A_s = 35,39$ см², що більше за 28,22 см²).

У середній зоні плити встановлюємо додаткове конструктивне армування Ø12 А500С з кроком 200 мм.

Трудомісткість влаштування фундаментів на буронабивних палях значно більша, ніж фундаментів на забивних палях (на 44%). Вартість буронабивних паль виявилася на 57% вищою, ніж забивних. Отже, у проєкті приймаємо фундамент на забивних палях, як більш вигідний і менш трудомісткий.

РОЗДІЛ 5

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Загальні положення безпеки умов праці в будівництві

Організація і виконання робіт у будівельному виробництві, промисловості будівельних матеріалів і будівельної індустрії повинні здійснюватися при дотриманні законодавства про охорону праці.

Відповідальні за стан техніки безпеки - виконроби і майстри, у межах доручених їм ділянок роботи. Керівництво охороною праці, її забезпечення та відповідальність за її стан покладають на головних інженерів і начальників будівництв, а також на спеціально призначених працівників служби техніки безпеки. Інженерно-технічним працівникам доручено не тільки забезпечувати безпечну організацію виробництва, навчання і постачання робітників спецодягом і засобами індивідуального захисту, а й здійснювати контроль за застосуванням і правильним використанням спецодягу і захисних пристосувань, за дотриманням правил техніки безпеки. Громадський контроль за охороною праці на стійках здійснюють професійні спілки через комісії профспілкових організацій і громадських інспекторів.

5.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельного майданчика, учасників робіт і робочих місць

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

Територія будмайданчика огорожується інвентарною захисно-охоронною огорожею панельно-стійкового типу, місця виконання робіт - сигнальною огорожею. Висота захисно-охоронних огорожень території будмайданчика становить 2 м, висота захисних огорожень ділянок виконання робіт - 1.2 м.

Біля в'їзду на виробничу територію будмайданчика необхідно встановити схему внутрішньобудівельної дороги і проїздів із зазначенням місць складування

матеріалів і конструкцій, місць розвороту транспортних засобів, об'єктів пожежного водопостачання.

Ширина проїжджої частини тимчасової внутрішньобудівельної дороги при односторонньому русі приймається 3,5 м.

Швидкість руху автотранспорту на прямих ділянках дороги не повинна перевищувати 10 км/год, на поворотах - 5 км/год. Будівельний майданчик, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби повинні бути освітлені. Освітленість повинна бути рівномірною, без сліпучої дії освітлювальних пристроїв на працюючих. Виконання робіт у неосвітлених місцях не допускається.

Робочі місця, розташовані на висоті понад 1.3 м, мають бути огорожені запобіжними або страхувальними огороженнями.

Місця проходу людей у межах небезпечних зон повинні мати захисні огороження. Вхід у будівлю, що будується, має бути захищений зверху козирком завширшки не менше 2 м від стіни будівлі.

Будівельне сміття з будівлі, що будується, має опускатися в закритих ящиках або контейнерах. Проходи і робочі місця повинні регулярно очищатися від снігу, криги, бруду і сміття.

Для тих, хто працює на будівництві, мають бути передбачені санітарно-побутові приміщення і пристрої: гардеробні, вбиральні, приміщення для сушіння одягу, для приймання їжі, для обігрівання робітників у холодну пору року.

Будмайданчик має бути забезпечений медичною аптечкою і набором засобів для надання першої допомоги постраждалим.

Ті, хто працює на будмайданчику, мають бути забезпечені питною водою. Питні джерела води повинні розташовуватися на відстані не більше 75 м від робочих місць.

Ті, хто працює на будмайданчику, мають бути забезпечені захисними касками і спецодягом, проінструктовані та навчені безпечних методів ведення робіт.

5.3 Забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику

Протипожежне обладнання (вогнегасники в тимчасових будівлях і спорудах; відкритий щит (стенд) протипожежний з комплектом інвентарю: ломом, багром, лопатою, двома конусними відрами, ящик з піском) повинно міститися в справному, працездатному стані. Проходи до протипожежного обладнання мають бути завжди вільні та позначені відповідними написами.

Усі працівники, зайняті на будівельно-монтажних роботах, повинні пройти протипожежний інструктаж і здати залік з пожежно-технічного мінімуму, знати і виконувати інструкції з пожежної безпеки на робочому місці, вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння.

На будівельно-монтажній ділянці має бути інструкція "Про заходи пожежної безпеки", план ліквідації можливих аварій, розроблені з урахуванням конкретних умов проведення робіт.

На території побутового містечка наказом має бути встановлений протипожежний режим, у тому числі:

- визначено та обладнано місця для куріння;
- встановлено порядок прибирання горючих ВІДХОДІВ, зберігання промасляного спецодягу;
- визначено порядок ЗНЕСТРУМЛЕННЯ електрообладнання в разі пожежі та після закінчення робочого дня;
- порядок огляду і закриття приміщень після закінчення роботи;
- дії співробітників при виявленні пожежі.

У місцях, що містять горючі або легкозаймисті матеріали, паління повинно бути заборонене, а користування відкритим вогнем допускається тільки в радіусі понад 50м.

5.4 Забезпечення безпеки праці під час експлуатації електрообладнання, електрозварювальних, газозварювальних і газополум'яних роботах

Влаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), Правил техніки безпеки під час експлуатації електроустановок споживачів (ПТБ), Правил експлуатації електроустановок споживачів.

Монтажні роботи повинні виконуватися спеціалізованою організацією під час будівельної готовності, у суворій відповідності з діючими нормами і правилами на монтаж, випробування і здавання в експлуатацію електроустановок. Монтажно-налагоджувальні роботи розпочинати після виконання заходів з техніки та акта вхідного контролю.

Розводка тимчасових електромереж, що використовуються при електропостачанні будівництва, має бути виконана ізольованими проводами або кабелями на опорах на висоті над рівнем землі не менше 3.5 м над проходами; 6.0 м - над проїздами; 2.5 м - над робочими місцями.

Для проведення електрозварювальних і газополум'яних робіт допускаються особи (зварювальники, газорізальники), які пройшли спеціальну підготовку та мають кваліфікаційні посвідчення і талони з техніки пожежної безпеки. Електрозварювальні та газополум'яні роботи повинні виконуватися тільки за наряд-допуском.

На місці проведення електрозварювальних і газозварювальних робіт повинні бути такі первинні засоби пожежогасіння: кошма повстяна або азбестове полотно розміром 2х2 м; вогнегасники порошкові або вуглекислотні; - лопати, сокири, ломы, відра.

5.5 Техніка безпеки під час експлуатація будівельних машин і механізмів

Під час роботи монтажних кранів устанавлюються зони потенційно

небезпечних виробничих чинників, на межах яких мають бути встановлені сигнальні огороження і знаки безпеки. До цих зон належать: ділянки території поблизу будівлі, що будується; місця, над якими відбувається переміщення вантажів кранами.

Будівельні машини і механізми повинні бути встановлені і закріплені в стійкому положенні, що виключає їх перекидання або мимовільне зміщення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено проєкт висотної житлової будівлі з житловою, громадською та технічною функціональними зонами. Прийняті рішення спрямовані на формування багатоквартирного житла з належними умовами проживання, розміщенням громадських приміщень на нижньому рівні, раціональною організацією вертикальних комунікацій і забезпеченням просторової стійкості висотної споруди.

Мету роботи досягнуто шляхом варіантного проєктування перекриття, розроблення архітектурно-планувальних і конструктивних рішень, виконання просторового розрахунку будівлі, підбору армування основних залізобетонних елементів, порівняння пальових фундаментів та опрацювання заходів з охорони праці й пожежної безпеки.

На етапі варіантного проєктування розглянуто монолітне балкове та монолітне безбалкове перекриття. Обидва рішення забезпечують необхідну несучу здатність, однак безбалкова плита є доцільнішою з погляду технології зведення, трудомісткості робіт і формування рівної поверхні стелі. Вона також потребує меншого об'єму бетону: 310,97 м³ проти 342,07 м³ для балкового перекриття. З огляду на сукупність конструктивних та економічних чинників для подальшого проєктування прийнято монолітне безбалкове перекриття.

Архітектурно-планувальна структура будівлі сформована з урахуванням особливостей висотного житлового об'єкта. У будівлі передбачено житлові поверхи, приміщення громадського призначення на першому поверсі, технічні рівні для розміщення інженерного обладнання, а також сходово-ліфтові вузли. Вертикальний зв'язок між поверхами забезпечується незадимлюваними сходами та ліфтами, зокрема вантажними, що підвищує зручність експлуатації будівлі.

Рішення передбачають природне освітлення житлових приміщень, застосування віконних блоків із двокамерними склопакетами, використання сучасних фасадних матеріалів і світлу нейтральну кольорову гаму інтер'єрів. Для

зменшення шумового та вібраційного впливу від ліфтового обладнання передбачено використання віброізоляційних елементів. Також у проєкті враховано потреби маломобільних груп населення: запроєктовано безпорогові проходи, достатню ширину коридорів і дверей, контрастні та тактильні елементи орієнтування, а також ліфти, придатні для користування особами на кріслах колісних.

У конструктивному розділі прийнято монолітну залізобетонну каркасно-стінову систему. Просторову жорсткість і стійкість будівлі забезпечують монолітні колони перерізом 600×600 мм, ядро жорсткості, діафрагми жорсткості завтовшки 300 мм та монолітні плити перекриттів завтовшки 250 мм. Така система є доцільною для висотної житлової будівлі, оскільки забезпечує спільну роботу вертикальних і горизонтальних несучих елементів.

Окремо опрацьовано армування плит перекриття та діафрагм жорсткості. Прийняті рішення враховують напружено-деформований стан плитних елементів у різних зонах будівлі, потребу в додатковому армуванні над опорами та біля вертикальних несучих конструкцій. Це забезпечує надійну роботу перекриттів у складі просторової системи висотної будівлі.

У розділі фундаментів розглянуто два варіанти пальового фундаменту: на забивних та буронабивних палях. Для обох варіантів визначено несучу здатність паль, необхідну їх кількість, параметри плитного розтертку, а також виконано перевірки за несучою здатністю ґрунтової основи, продавлюванням і вигином плитної частини фундаменту. За результатами техніко-економічного порівняння прийнято фундамент на забивних палях, оскільки вартість фундаменту на буронабивних палях є вищою на 57 %.

У розділі безпеки життєдіяльності та охорони праці визначено вимоги до організації будівельного майданчика, утримання проїздів, проходів і робочих місць, безпечного складування матеріалів, експлуатації будівельних машин, електрообладнання та виконання зварювальних робіт. Передбачено застосування засобів індивідуального захисту, огороження небезпечних зон, пожежне оснащення майданчика та контроль за дотриманням вимог безпеки під час

виконання будівельно-монтажних процесів.

У кваліфікаційній роботі виконано основні завдання проєктування висотної житлової будівлі: проведено варіантне порівняння перекриттів, розроблено архітектурно-планувальні рішення, обґрунтовано конструктивну систему, виконано просторовий розрахунок і підбір армування, порівняно варіанти пальових фундаментів та опрацьовано заходи з охорони праці. Прийняті рішення є взаємопов'язаними, технічно обґрунтованими та відповідають офіційній темі бакалаврської кваліфікаційної роботи.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006 (зі змінами №1, чинними з 01.06.2020). – 68 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 (чинний з 01.11.2011)
4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
6. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталезалізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 83 с.
7. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 96 с
8. Биків, Н. З. (2020). Застосування сплавів з пам’яттю форми для підвищення стійкості конструкцій при динамічних навантаженнях. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 1, 26-26.
9. Бодрова Л.Г., Ковальчук Я.О., Крамар Г.М. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів /Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». /Категорія В/ Випуск №66, Луцьк, 2019. С.165-171.
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Гудь, М. І., Крамар, Г. М., & Гудь, І. (2018). Фактори впливу на міцність та ефективність бетону. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій “до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам’яті Івана Пулюя (100 річчя з дня*

смерті), 44-45.

12. Kovalchuk, Y., Kramar, H., Bodrova, L., Shynhera, N., & Shynhera, M. (2026). Deformation of a welded truss under loading of the upper chord. *Procedia Structural Integrity*, 81, 170-176.

13. Shved, Y., Kovalchuk, Y., Bodrova, L., Kramar, H., & Shynhera, N. (2024). Modeling the influence of complex factors on the plastic damage of a welded truss. *Procedia Structural Integrity*, 59, 664-671.

14. Закон України "Про пожежну безпеку". – Київ: Верховна Рада України, 1993.

15. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

16. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 96 с.

18. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіон, 2021.

19. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будинки і споруди. Будівлі підприємств. Параметри.

20. ДСТУ Б В.2.7-233:2010 Будівельні матеріали. Склопакети клеєні. Технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 38 с.

21. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021 (чинний з 01.09.2022). – 23 с.

22. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні характеристики вікон, дверей та віконниць. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальна методика. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 37 с.

23. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель з урахуванням якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT). – К.: Мінрегіон України, 2011. – 72 с.

24. ДБН В.2.6-31:2016. Покриття підлог. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016.
25. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд / Мінрегіонбуд України. — Київ: ДП «ДНДІБК», 2018. — Чинний з 01.01.2019.
26. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови.
27. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні забивні. Конструкція і розміри. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.
28. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. — 64 с.
29. V. Bobyk, H.Kramar Features of increasing the energy efficiency of buildings and transparent fencing structures / Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 115. — No 3. — P. 44–53.
30. Крамар, Г. М., Василик, Р. Я., & Клименко, К. В. (2024). Просторові великопролітні покриття. *Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 23-23.
31. Щепановський, В., Лебедєва-Скочеляс, Н., Янковий, С., & Ясній, В. П. (3.9). Моделювання поведінки залізобетонної балки підсиленої сплавом із пам'яттю форми. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 47-48.
32. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. — Київ: Мінрегіон України, 2009. — 38 с.
33. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. — 50 с.