

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

Центр перепідготовки та післядипломоної освіти
(повна назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проектування торгово-офісного центру з оглядовими майданчиками
в Києві із дослідженням напружено-деформівного стану каркасу

Виконав: студент 2 курсу, групи МБд-2

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Сверблюк М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Крамар Г.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Мещерякова О.М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній В.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Кошалко С.А.

(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 Сверблюку Михайлу Степановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування торгово-офісного центру з оглядовими майданчиками
в Києві із дослідженням напружено-деформівного стану каркасу

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

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

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)

Сверблюк М.С.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Крамар Г.М.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ	8
1.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, його просторової, планувальної та функціональної організації.....	8
1.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурно-мистецьких рішень, у тому числі щодо дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва.....	10
1.2.1 Обґрунтування прийнятих архітектурних рішень щодо забезпечення відповідності будівель, споруд та споруд встановленим вимогам енергетичної ефективності	11
1.2.2 Перелік заходів щодо забезпечення дотримання встановлених вимог енергетичної ефективності до архітектурних рішень, що впливають на енергетичну ефективність будівель, будівель та споруд	12
1.3 Опис та обґрунтування використаних композиційних прийомів при оформленні фасадів та інтер'єрів об'єкту капітального будівництва	13
1.4 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень із постійним перебуванням людей.....	14
1.5 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншої дії.....	14
1.6 Опис рішень по світлогородженню об'єкта, що забезпечують безпеку польоту повітряних суден	15
1.7 Опис рішень з декоративно-художнього та кольорового оздоблення інтер'єрів.....	15
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТИВНІ ТА ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ	16
2.1 Відомості про топографічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні,	

	4
метеорологічні та кліматичні умови земельної ділянки, наданої для розміщення об'єкта капітального будівництва.....	16
2.2 Відомості про особливі природні кліматичні умови території, на якій розташовується земельна ділянка, надана для розміщення об'єкта капітального будівництва.....	17
2.3 Відомості про міцнісні та деформаційні характеристики ґрунту на підставі об'єкта капітального будівництва	17
2.4 Рівень ґрунтових вод, їх хімічний склад, агресивність ґрунтових вод та ґрунту по відношенню до матеріалів, що використовуються при будівництві підземної частини об'єкта капітального будівництва	20
2.5 Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівель та споруд, включаючи їх просторові схеми, прийняті під час виконання розрахунків будівельних конструкцій	20
2.6 Опис конструктивних та технічних рішень підземної частини об'єкта капітального будівництва.....	41
2.6.1 Проектування забивних паль	41
2.6.2 Проектування буронабивних паль	45
2.6.3 Розрахунок плити ростверку на продавлювання колоною.....	48
2.6.4 Розрахунок плити ростверку на продавлювання кутовими палями.....	50
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ.....	51
3.1 Варіантне моделювання	51
3.2 Результати обчислень	53
3.3 Висновок	55
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	56
4.1 Охорона праці.....	56

	5
4.1.1 Законодавчі акти України	56
4.1.2 Розрахунок опалення для комфортних умов перебування в офісі	58
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	60
4.2.1 Законодавча база України	60
4.2.2 Стійкість багатоповерхової споруди від ударної хвилі	60
ВИСНОВКИ	65
БІБЛІОГРАФІЯ	66

ВСТУП

Проектована будівля є торгово-офісним центром з оглядовими майданчиками в Києві.

Торгово-офісний центр – об'єкт розвитку підприємницького середовища міста, дозволить сконцентрувати великі компанії регіону та ділову активність міста в одному місці. Таким чином, вдасться задовільнити попит споживачів в багатьох сферах надання послуг, а з іншої сторони в одній локації зосередиться значна кількість клієнтів.

Актуальність теми. Унікальна висотна будівля підвищить престиж, продемонструє технологічність та швидкі темпи розвитку регіону, виступить об'єктом для привернення уваги туристів. Будівля має безліч відкритих просторів та офісних приміщень та два оглядові майданчики.

Мета роботи: Розробка проекту торгово-офісного центру з оглядовими майданчиками із дослідженням напружено-деформівного стану каркасу.

Об'єкт досліджень –каркасні конструкції громадських будівель.

Предмет дослідження – залізобетонні каркасні конструкції громадських будівель в просторовій постановці з наявністю аутригерних поверхів.

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

Завдання роботи:

- розробити основні конструктивні та архітектурні рішення торгово-офісного центру із оглядовими майданчиками;
- виконати розрахунок окремих несучих конструкцій торгово-офісного центру;
- виконати статичний розрахунок залізобетонного каркасу громадської будівлі в просторовій постановці з врахуванням наявності аутригерних поверхів;

- визначити основні зусилля залізобетонного каркасу громадської будівлі в просторовій постановці з врахуванням наявності аутригерних поверхів;
- 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 будівель.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що отримала подальший розвиток методика моделювання залізобетонного каркасу громадських будівель в просторовій постановці із наявністю аутригерних поверхів.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для зведення нових та реконструкції громадських будівель із залізобетонного каркасу в просторовій постановці із наявністю аутригерних поверхів

Апробація результатів магістерської роботи виконана роботи виконана на міжнародній науково-технічній конференції присвяченій 70 - річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича «Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій» (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 10-11 листопада 2022 року.).

Публікація результатів магістерської роботи здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

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

Ключові слова: залізобетонний каркас, громадська будівля, скінченні елементи.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ

Архітектурні рішення розроблені на підставі та відповідно до вимог документів, у тому числі: ДБН «Громадські будівлі та споруди», ДБН «Доступність будівель і споруд для маломобільних груп населення»; «Системи протипожежний захисту. Евакуаційні шляхи та виходи», «Системи протипожежного захисту. Забезпечення вогнестійкості об'єктів захисту», «Системи протипожежного захисту. Обмеження розповсюдження пожежі на об'єктах захисту. Вимоги до об'ємно-планувальних та конструктивних рішень».

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

Будівля окремостояча, розмірами в плані 38x31,5 метрів.

Нульову відмітку 0,000 прийнято відмітку чистої підлоги першого поверху. Максимальна відносна позначка будівлі складає +120 000. Висота типових поверхів складає 4 метри, висота першого поверху складає 4 метри, висота технічних поверхів (12 поверх, 23 поверх) становить також 4 метри.

Ступінь вогнестійкості будівлі – I таблиця 21 [2].

Рівень відповідальності – підвищений, п. 10.1 [6]

Архітектурне оформлення будівлі відповідає вимогам для громадських будівель. Просторова, планувальна та функціональна організація обумовлена функціональним призначенням будівлі – офісна будівля.

Комплекс передбачений з підвищеними межами вогнестійкості основних конструкцій, не менш: несучі елементи - R 180, внутрішні стіни сходових клітин - REI 180, ліфтові шахти, що перетинають межі пожежних відсіків, ліфтові шахти ліфтів для пожежних - REI 180, перекриття між стійкості та геометричній незмінності будівлі при пожежі) - REI 120.

На першому поверсі знаходяться такі приміщення:

- тамбури;

- ліфтовий хол;
- санвузли;
- вестибюлі;
- буфет;
- рекреаційна зона;
- технічне приміщення.

Приміщення, передбачені для розміщення в унікальних будинках, у тому числі:

- для розміщення технологічного обладнання (СОС та СЕС);
- для стаціонарної станції моніторингу несучих конструкцій будівлі (СМНК)* та апаратної СМНК**.

Блок приміщень повинен включати серверну кімнату, кімнату АТС СУКС,

- загальний тамбур із засобами зв'язку СУКС;
- для будівлі ЦПУ СБ;
- для технічної апаратної (серверної) служби безпеки будівлі (суміжне із ЦПУ СБ приміщення);
- для будівлі ЦПУ ІВ;
- для ЦПУ СПЗ – пожежний пост.

Приміщення типового поверху, 2-11, 13-22, 24-30 поверхи:

- тамбури;
- ліфтовий хол;
- санвузли;
- кабінети;
- офісні приміщення;
- вестибюлі;
- буфет;
- переговорна;
- технічне приміщення.

1.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурно-мистецьких рішень, у тому числі щодо дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва

Прийняті в проекті об'ємно-просторові рішення забезпечують дотримання вимог безпеки, забезпечують створення комфортного середовища, привабливого вигляду будівлі, дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва в частині поверховості будівлі, її висоти, площі поверху, а також санітарних та протипожежних розривів.

У підвальному поверсі розташований технічний поверх (комунікації та обладнання до них) та 2 виходи назовні.

Передбачено 6 пасажирських ліфтів, розділених на 2 блоки по 3 ліфти. Вантажопідйомність 1800 кг, розміри кабіни 2500x1500x2900 (h) мм, розміри дверей 1300x2600 (h) мм, розміри шахти 3000x2400 мм. 1 блок із 3 ліфтів обслуговує 1-15 поверхи, машинне приміщення ліфтів розташоване на 20 поверсі. 2 блок із 3 ліфтів обслуговує 1-6, 15-30 поверхи, машинне приміщення ліфтів розташоване на 30 технічному поверсі. Також передбачено 2 ліфти для транспортування пожежних підрозділів, що з'єднують поверхи з 1 підземного по 40 поверх. Машинне приміщення ліфтів розташоване на 30-му технічному поверсі.

У будівлі передбачені пожежобезпечні зони у ліфтових холах, ліфтах для підйому пожежних підрозділів. Для евакуації людей з поверхів пожежного відсіку блоку технічних приміщень, що розміщуються з першого підземного по третій надземний поверх, передбачені не менше двох незадимлюваних сходових кліток типу Н2 з шириною маршів не менше 1 м. Ухил сходів на шляхах евакуації прийнятий 1:2; ширина сходинок - не менше 25 см, а висота сходинок - не більше 22 см. Висота огорож небезпечних перепадів на шляхах руху не менше 0,9 м. Висота огорож балконів, лоджій, зовнішніх галерей, зовнішніх сходів 3 типу, терас, експлуатованих покрівель повинна не менше 1,2 м; огорож неексплуатованих покрівель - не менше 0,6 м (у висоту огорож покрівель включений парапет).

Виходи на покрівлю вежі передбачені з незадимлюваних сходових клітин через аварійні виходи з дверима розмірами не менше 0,75x1,5 м. Покрівля будівлі плоска, рулонна з пристроєм захисного шару з гравію, з внутрішнім водостоком.

Техніко-економічні показники

1. Кількість поверхів – 30;
2. Площа забудови-1150 м²
3. Будівельний об'єм-138000 м³
4. Загальна кількість приміщень – 527 прим;
5. Загальна площа будівлі – 33 350 м²;
6. Розрахункова площа будівлі – 25 299,6 м².
7. Архітектурно-технічна висота - 121,93 м.

1.2.1 Обґрунтування прийнятих архітектурних рішень щодо забезпечення відповідності будівель, споруд та споруд встановленим вимогам енергетичної ефективності

Архітектурні рішення будівлі виконані з урахуванням та відповідно до вимог енергетичної ефективності, що пред'являються до громадських будівель. Застосування високотехнологічних та енергоефективних огорожувальних конструкцій дозволяє максимально заощаджувати на енергоспоживанні та знизити тепловтрати будівлі.

Архітектурні рішення виконані у зв'язку з розділами: електропостачання та опалення та вентиляція, в яких закладено найсучасніші рішення щодо інженерного обладнання та технологічного обладнання в частині енергоефективності.

Вимоги енергетичної ефективності до архітектурних рішень досягається за рахунок застосування сучасних та високоякісних матеріалів та виробів у конструкціях, що захищають. Обґрунтування архітектурних рішень, що впливають на енергетичну ефективність будівлі в частині конструкцій, що огорожують, підтверджено теплотехнічними розрахунками .

1.2.2 Перелік заходів щодо забезпечення дотримання встановлених вимог енергетичної ефективності до архітектурних рішень, що впливають на енергетичну ефективність будівель, будівель та споруд

З метою забезпечення дотримання вимог енергетичної ефективності в архітектурних рішеннях передбачаються такі заходи:

- мінімізація площі зовнішніх конструкцій, що захищають, шляхом зменшення периметра зовнішніх стін за рахунок раціонального планування будівлі;
- будову тамбурів при входах у будівлю;
- застосування ефективного утеплювача у зовнішніх огорожувальних стінах та покриттях;
- використання подвійного склопакета у вікнах та вітражах;
- використання енергоефективної профільної системи у вікнах та дверях будівлі.

Будівля, що вводиться в експлуатацію при будівництві, повинна бути обладнана:

- пристроями автоматичного регулювання подачі теплоти на опалення, встановленими на введенні в будівлю, будову, споруду;
- теплообмінниками для нагрівання води на гаряче водопостачання із пристроєм автоматичного регулювання її температури, встановленими на введенні до будівлі;
- приладами обліку енергетичних та водних ресурсів, встановленими на введенні до будівлі;
- пристроями, що оптимізують роботу вентсистем (утилізатори теплоти витяжного повітря для нагрівання припливного, використання рециркуляції);
- регуляторами тиску води в системах холодного та гарячого водопостачання;
- пристроями автоматичного зниження температури повітря у приміщеннях громадських будівель у неробочий час у зимовий період;

- енергозберігаючими освітлювальними приладами у місцях загального користування.

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

Об'ємно-планувальні та архітектурні рішення прийняті згідно:

ДБН «Конструкції фасадні світлопрозорі будівель та споруд. Правила проектування»; ДБН «Будівлі та комплекси висотні. Правила проектування»; «Будівельна кліматологія»; ДБН «Громадські будівлі та споруди».

ДБН «Пожежна безпека будівель та споруд»; ДБН «Доступність будівель та споруд для маломобільних груп населення»; ДБН «Природне та штучне освітлення».

ДБН «Захист від шуму», ДБН «Тепловий захист будівель», ДБН «Підлога»; ДБН «Покрівлі», загальні технічні умови.

Використані композиційні прийоми при оформленні фасадів будівлі дозволяють сформувати виразний архітектурний образ завдяки гармонійному поєднанню динаміки, візуальної легкості та естетичності. Сучасне та стильне архітектурне рішення для проекту офісно-ділового центру реалізовано завдяки використанню світлопрозорого навісного фасаду. Взаємодія будівлі з навколишнім середовищем розкривається в пластичному моделюванні композиційних елементів, що ґрунтується на виразній грі скляних площин.

Фасадна система: Елементна фасадна система із алюмінієвих профілів типу SCHUECO USC 65.

Заповнення: однокамерними склопакетами із застосуванням внутрішнього захисту від сонця Solar/FTF 5480 (або аналог) та загартованого скла типу «Триплекс». Товщини застосовуваного скла у склопакетах: зовнішнє 8+8 мм (у складі триплексу), внутрішнє - загартоване скло 8 мм. Формула склопакета: СПО 8.8-16Ар-8.

Цоколь фасадів з вітражним склінням вирішено в єдиній пластиці фасаду та завершує вітражну структуру металевою планкою, яка є частиною вітража. Цоколь на фасадах, що вентилуються, прихований під системою навісного

фасаду. Виконаний приклеюванням утеплювача товщиною 100 мм до огорожувальних монолітних залізобетонних конструкцій, оброблених гідроізоляцією, з наступним оштукатурюванням по базовому армуючому шару.

Нижній вузол примикання фасаду до покриття у землі передбачає влаштування фартуха гідроізоляції та дренажного жолоба в районі вхідних зон.

Зовнішні двері у складі вітража з алюмінієвого профілю з вітражним заповненням з блоками з однокамерних склопакетів із заповненням аргоном, зовнішнє - загартоване скло, внутрішнє - триплекс.

Револьверні (карусельні) двері мають габарити чистого проходу 2350x2800 (ширина x висота). Заповнення: однокамерний склопакет у профілях із алюмінієвих сплавів (із вбудованою повітряно-тепловою завісою).

Специфікація заповнення дверних прорізів представлена в графічній частині.

1.4 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень із постійним перебуванням людей

Природне освітлення передбачено у всіх приміщеннях із постійним перебуванням людей. Усі приміщення з постійним перебуванням людей мають природне освітлення через віконні отвори. Співвідношення площі світлових прорізів цих приміщень до площі підлоги не менше 1:8.

1.5 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншої дії

Для захисту приміщень від шуму і вібрації проектом передбачаються такі заходи:

- застосування у вікнах двокамерних склопакетів;
- звукоізоляція стін та перегородок;
- застосування підлог зі звукоізоляційним покриттям;
- застосування вікон та дверей з ущільненням у притворах;
- встановлення інженерного обладнання на віброоснові, встановлення шумоглушників на вентиляційному устаткуванні.

1.6 Опис рішень по світлогородженню об'єкта, що забезпечують безпеку польоту повітряних суден

Висотна будівля підлягає світлогородженню з вогнями високої інтенсивності типу А, якщо такі вогні необхідні для розпізнавання об'єкта в денний час. Вогні, що розташовані на об'єкті, повинні давати одночасні проблиски.

1.7 Опис рішень з декоративно-художнього та кольорового оздоблення інтер'єрів

Внутрішнє оздоблення приміщень виконувати згідно з функціональним призначенням приміщень див. таблицю 1, вимогам нормативних документів. Матеріали, які застосовуються при обробці інтер'єрів, повинні відповідати екологічним, санітарно-гігієнічним та протипожежним нормам.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНІ ТА ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

2.1 Відомості про топографічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні, метеорологічні та кліматичні умови земельної ділянки, наданої для розміщення об'єкта капітального будівництва

Даний район будівництва за "Будівельна кліматологія" характеризується такими природно-кліматичними даними:

- середньорічна температура повітря 4,6 °С;
- абсолютна максимальна температура повітря 38°С;
- середня максимальна температура повітря найбільш 24,9 °С теплого місяця;
- абсолютна мінімальна температура повітря мінус 21 °С;
- температура повітря найбільш холодної доби з мінус 28°С забезпеченістю 0,98;
- температура повітря найхолоднішої п'ятиденки з мінус 18°С забезпеченістю 0,98;
- температура повітря найбільш холодної доби з мінус 32°С забезпеченістю 0,92;
- температура повітря найбільш холодної п'ятиденки з мінус 20°С забезпеченістю 0,92.

Середня температура повітря:

- найбільш холодного місяця мінус 10,1 °С;
- найбільш теплового місяця 19,2 °С;
- тривалість періоду зі середньодобової 147 діб температурою нижче 0°С;
- тривалість періоду зі середньодобової 209 діб температурою нижче плюс 8°С;
- середньорічна температура зі середньодобової мінус 6,8°С температурою нижче 0°С;
- середньорічна температура зі середньодобової мінус 3,6°С

температурою нижче 8°C;

- середня місячна відносна вологість повітря 83% найбільш холодного місяця;
- середня місячна відносна вологість повітря 72% найбільш теплого місяця;
- кількість опадів за рік 649 мм;
- добовий максимум опадів 72 мм.

Переважає напрямок вітрів грудень-лютий Пд. Максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за 4,4 м/с січень.

За сукупністю всіх метеорологічних даних клімат району будівництва характеризується як помірно-континентальний, з теплим влітком та холодною зимою.

2.2 Відомості про особливі природні кліматичні умови території, на якій розташовується земельна ділянка, надана для розміщення об'єкта капітального будівництва

Район по впливу клімату на технічні вироби та матеріали відноситься до групи П5 (помірний). Кліматичний район для будівництва ПВ. Нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття $S_0=1,4$ кПа (140 кгс/м²) – III сніговий район. Нормативний вітровий тиск – 0,23 кПа (23 кгс/м²), I вітровий район. Сейсмічність району – 6 балів для сейсмічної небезпеки типу "С" при 1% ймовірності протягом 50 років у відповідність. Клімат району різкоконтинентальний. Зона вологості: нормальна.

2.3 Відомості про міцнісні та деформаційні характеристики ґрунту на підставі об'єкта капітального будівництва

Четвертична система (Q) Сучасний відділ (QIV). Ґрунтово-рослинний шар розкритий з поверхні локально свердловинами № 1-3 потужністю шару 0,2 м. Техногенні утворення (tIV).

ІГЕ 1. Насипний ґрунт: суглинок темно-коричневий, з включенням щебню, битої цегли. будівельного та побутового сміття. Шар розкритий із

поверхні свердловинами № 4-6. Потужність шару 1,3-2,5 м. Розрахунковий опір $R_0 = 64$ кПа.

Верхній відділ (QIII) Алювіальні відкладення (aIII)

ІГЕ 2. Суглинок напівтвердий, з прошарками твердого, світло-коричневий, темно-коричневий, піщаний, із включенням прошарків і гнізд глини, з тонкими частими прошарками та лінзами піску. Потужність шару суглинків 0,2-1,1 м, глибина становить: 1,3-1,9 м. Відкладення зустрінуті в свердловинах № 1-3, 6. Відкладення характеризуються такими показниками: щільність ґрунту - $1,87$ г/см³, показник плинності $li=0.05$; зчеплення $c=24$ кПа, кут внутрішнього тертя $\varphi=23$ град, модуль деформації $E=12$ МПа.

ІГЕ 3. Пісок пилюватий, щільний, малого ступеня водонасичення, коричневий, світло-коричневий, жовтувато-коричневий, глинистий, з тонкими прошарками суглинку та піску дрібного потужністю шару до 5 см. Потужність відкладень 0,4-0,6 м. Глибина підошви шару становить- 1,7-2,3 м. Зустрічається у всіх свердловинах, крім свердловини № 5. Відкладення характеризуються такими показниками: щільність ґрунту середнього ступеня водонасичення - $1,73$ г/см³; щільність ґрунту, насиченого водою - $1,98$ г/см³; зчеплення $z = 2,8$ кПа, кут внутрішнього тертя $\varphi = 27$ град, модуль деформації $E = 14$ МПа.

ІГЕ 4 Пісок пилюватий, середньої щільності, насичений водою, коричневий, світло-коричневий, жовтувато-коричневий, глинистий, з тонкими прошарками суглинку та піску дрібного потужністю шару до 5 см. Потужність шару становить 0,4 м. Глибина шару становить 1,7-2,3 м, глибина підошви - 2,1-2,7 м. Відкладення зустрінуті у свердловинах № 1-3, 6. Відкладення характеризуються такими показниками: щільність ґрунту середнього ступеня водонасичення - $1,79$ г/см³; щільність ґрунту, насиченого водою - $2,05$ г/см³; зчеплення $z = 5,2$ кПа, кут внутрішнього тертя $\varphi = 32$ град, модуль деформації $E = 24$ МПа.

ІГЕ 5 Пісок дрібний, середньої щільності, насичений водою, світло-коричневий, коричневий, сірувато-коричневий, жовтувато-сірий, світло-сірий, сірий з прошарками піску середньої крупності, місцями з одиничними тонкими прошарками суглинку потужністю шару до 5 см. свердловинами №1,5,6.

Глибина шару становить 6,3-12,7 м, глибина підосви – 9,3-13,1 м. Потужність шару складає 0,2-3,0 м. Відкладення характеризуються такими показниками: щільність ґрунту – $2,01 \text{ г/см}^3$; зчеплення $c = 2,2 \text{ кПа}$, кут внутрішнього тертя $\varphi = 32$ град, модуль деформації $E = 29 \text{ МПа}$.

ІГЕ 6 Пісок дрібний, щільний, малого та середнього ступеня водонасичення та насичений водою, світло-жовтий, світло-коричневий, коричневий, сірувато-коричневий, жовтувато-сірий, світло-сірий, сірий з прошарками піску середньої крупності, місцями з одиничними тонкими прошарками суглинку потужністю шару до 5 см. Шар залягає на глибинах 1,9-24,3 м, глибина підосви - 6,3-25,0 м. Потужність шару складає 0,6-10,6 м. Відкладення характеризуються такими показниками: щільність ґрунту середнього ступеня водонасичення - $1,82 \text{ г/см}^3$, щільність ґрунту, насиченого водою - $2,04 \text{ г/см}^3$; зчеплення $c = 3,2 \text{ кПа}$, кут внутрішнього тертя $\varphi = 34$ град, модуль деформації $E = 34 \text{ МПа}$.

ІГЕ 7. Пісок середньої крупності, середньої щільності, насичений водою, сірувато-коричневий жовтувато-коричневий, світло-сірий, сірий, із включенням прошарків великого піску. гальки, гравію, з одиничними прошарками суглинку. Ґрунти зустрінуті у всіх свердловинах. Глибина шару 13,7-24,1 м, глибина підосви - 14,5-25,0 м. Потужність шару становить 0,4-4,2 м. Відкладення характеризуються такими показниками: щільність ґрунту - $2,03 \text{ г /см}^3$, зчеплення $c=1,5 \text{ кПа}$, кут внутрішнього тертя $=37$ град, модуль деформації $E=35 \text{ МПа}$.

ІГЕ 8. Пісок середньої крупності, щільний, насичений водою, сірувато-коричневий. жовтувато-коричневий, світло-сірий, сірий, із включенням прошарків піску великого, гальки, гравію, з одиничними прошарками суглинку. Ґрунти зустрінуті у всіх свердловинах. Глибина шару 11,9-23,3 м, глибина підосви - 13.7-25.0 м. Потужність шару становить 0,4-6,9 м. Відкладення характеризуються такими показниками: щільність ґрунту - $2,07 \text{ г/см}^3$, зчеплення $c=2,1 \text{ кПа}$, кут внутрішнього тертя $\varphi =38$ град, модуль деформації $E=41 \text{ МПа}$.

2.4 Рівень ґрунтових вод, їх хімічний склад, агресивність ґрунтових вод та ґрунту по відношенню до матеріалів, що використовуються при будівництві підземної частини об'єкта капітального будівництва

Гідрогеологічні умови ділянки характеризуються наявністю одного водоносного горизонту, з алювіальним відкладенням.

У період досліджень (листопад) ґрунтові води зустрінуті повсюдно на глибинах 4,0-4,2 м (на абс. відмітках 74,4-74,7 м).

Живлення водоносного горизонту – інфільтраційно-атмосферне, у паводковий період – за рахунок поверхневих вод рік. Розвантаження здійснюється у місцеву гідрографічну мережу.

Корозійна агресивність.

Ґрунти є неагресивними по відношенню до бетону W4 і до арматури в залізобетонних конструкціях. Ґрунти мають середню корозійну агресивність по відношенню до сталі. Ґрунтові води слабо агресивні по відношенню до бетону нормальної проникності марки W4. Ґрунтові води мають середній ступінь корозійної активності по відношенню до алюмінієвих та низький - до свинцевих оболонок кабелів.

2.5 Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівель та споруд, включаючи їх просторові схеми, прийняті під час виконання розрахунків будівельних конструкцій

Схема будівлі є каркасно-ствольною системою.

Конструктивна система складається з потужних залізобетонних ядер жорсткості навколо ліфтів та сходів, залізобетонного каркасу з безбалочних перекриттів, фасадних балок, фасадних та внутрішніх колон. Над внутрішніми колонами для скорочення прогинів у плитах та забезпечення міцності на продавлювання передбачені капітелі.

Проектом передбачено влаштування жорстких дисків перекриттів, що поєднують вертикальні несучі конструкції та виконують функцію горизонтальних діафрагм жорсткості при впливі вітрових навантажень.

Сходи запроектовані як монолітні залізобетонні об'єкти всередині, які працюють спільно з вертикальними конструкціями будівлі. Несуча конструкція у площині фасадів - з/б колони круглого перерізу. Фасад кріпиться до плит перекриття. Перегородки запроектовані як легкі, великопанельні або каркасні конструкції з використанням сучасних технічних рішень. При цьому конструкції кріплення перегородок до несучих елементів будівлі і вузлів їх сполучень виключають можливість передачі на них вертикальних навантажень від перекриття, що перебуває вище.

Будинок спирається на пально-плитний фундамент. Характеристики основних конструкцій будівлі:

Фундамент – плитно-пальові, товщина плити 2000 мм, діаметр палів 700 мм.

Огороджувальні конструкції - елементна фасадна система з алюмінієвих профілів типу SCHUECO USC 65.

Ядро жорсткості – монолітне залізобетонне 350 мм; перекриття – монолітне залізобетонне 300 мм; покриття – монолітне залізобетонне 350 мм; покрівля – плоска неексплуатована з організованим внутрішнім водостоком.

Розрахункова схема виконана у програмі SCAD

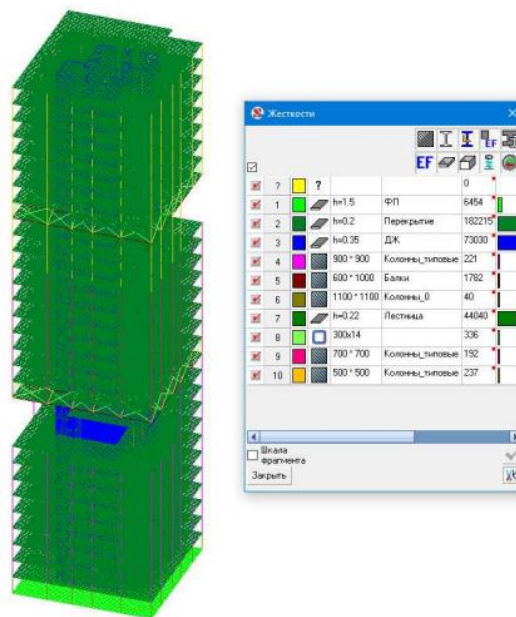


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема

Навантаження та впливи

При проектуванні несучих конструкцій будівель комплексу враховано навантаження, впливу та їх розрахункові поєднання з коефіцієнтами надійності за навантаженнями та коефіцієнтами поєднань навантажень, прийнятих відповідно до вимог нормативних документів [6], [24] та [25].

Постійні навантаження

Власна вага

Збирається автоматично в ПК SCAD, згідно заданим «жорсткостям»

Вага підлог та перегородок

Збір навантажень на перекриття подано у таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Збір навантажень на перекриття

Вид навантаження	Нормативне значення, кН/м ²	γ_f	Розрахункове значення, кН/м ²
Постійне навантаження на перекриття типового поверху			
1. Покриття підлоги - плитка керамічна підлогова t=30 мм	0,294	1,2	0,353
2. Стійки фальшпідлоги	0,06	1,1	0,066
3. П/е плівка	0,000015	1,2	0,000018
4. Шумоізоляція, t=50 мм, $\rho=35$ кг/м ³	0,0175	1,2	0,021
5. П/е плівка	0,000015	1,2	0,000018
6. Плита перекриття	Враховано в SCAD окремо як власну вагу конструкцій		
7. Перегородки	1	1,1	1,1
Разом	1,37		1,54
Постійне навантаження на перекриття першого поверху			
1. Покриття підлоги - плитка керамічна підлогова t=30 мм	0,294	1,2	0,353
2. Стяжка ц/п, $\rho=1800$ кг/м ³ , $\delta=30$ мм	0,54	1,2	0,648

Продовження таблиці 2.1

3. П/е плівка	0,000015	1,2	0,000018
4. Шумоізоляція, t=50 мм, ρ=35 кг/м ³	0,0175	1,2	0,021
5. П/е плівка	0,000015	1,2	0,000018
6. Плита покриття	Враховано в SCAD окремо як власну вагу конструкцій		
7. Перегородки	1,5	1,1	1,65
Разом	2,352		2,67

Вага покрівлі

Збір навантажень на покриття наведено в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Збір навантаження на покриття

Вид навантаження	Нормативне значення, кН/м ²	γ _f	Розрахункове значення, кН/м ²
1.Геотекстиль голкопробивний термооброблений ТЕХНОНІКОЛЬ	0,003	1,2	0,0036
2. Техноеласт ЕКП	0,053	1,2	0,064
3.Техноеласт ЕПП	0,04	1,2	0,048
4. Армована стяжка ц/п, ρ=1900кг/м ³ , δ=50мм	0,95	1,1	1,045
5. БІПОЛЬ ЕПП	0,04	1,2	0,048
6. Мінераловатна плита ТЕХНОНІКОЛЬ Роклайт ρ=40кг/м ³ , δ=150 мм	0,06	1,2	0,072
7. Керамзит ρ=350кг/м ³ , δ=50мм	0,175	1,2	0,21
8. Монолітна плита покриття	Навантаження враховано в SCAD окремо як власну вагу конструкцій		
Разом:	1,32		1,49

Тимчасові навантаження

Тимчасові навантаження на перекриття наведено у таблиці 2.3 згідно з таблицею 7.1 [5]

Таблиця 2.3 – Тимчасові навантаження на перекриття

Вид навантаження	Нормативне значення, кН/м ²	γ_f	Розрахункове значення, кН/м ²
Тимчасове навантаження			
1. Від людей та обладнання	2	1,2	2,4
2. Сходи	3	1,2	3,6
3. Технічні поверхи	10	1,2	12
4. Вестибюлі, фойє та коридори першого поверху	4	1,2	4,8

Снігове навантаження

Нормативне значення снігового навантаження на покриття підраховується за такою формулою:

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,1 = 0,81 \text{ кН/м}^2,$$

де c_e - Коефіцієнт, що враховує знесення снігу з покриттів будівель під дією вітру, визначається за формулою

$$c_e = (1,2 - 0,4 \cdot \sqrt{k}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot l_c) = (1,2 - 0,4 \cdot \sqrt{1,84}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 36,9) = 0,6$$

де k - коефіцієнт, що розраховується за формулою

$$k(z_e) = k_{10} \cdot (z_e/10)^{2\alpha} = 0,65 \cdot (120/10)^{2 \cdot 0,2} = 1,84,$$

де $z_e = 120$ - еквівалентна висота (повна висота будівлі), м;

$k_{10} = 0,65$ - коефіцієнт для місцевості типу В;

$\alpha = 0,2$ - коефіцієнт для місцевості типу В;

l_c - характерний розмір покриття, що розраховується за формулою

$$l_c = 2 \cdot b = 2 \cdot 31,5 = 63 \text{ м}$$

$$l_c = 2 \cdot b - l = 2 \cdot 31,5 - 38 = 36,9 \text{ м},$$

де b – найменший розмір покриття у плані;

l – найбільший розмір покриття у плані.

$z_t = 1$ – термічний коефіцієнт;

$\mu = 1$ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття;

$S_g = 1,35$ - вага снігового покриву на 1 м^2 горизонтальної поверхні землі для III снігового району, кН/м^2 ;

Вітрове навантаження

Нормативне значення середнього вітрового навантаження розраховується за такою формулою:

$$W = W_m + W_p,$$

де W_m – середня складова основного вітрового навантаження, кПа ;

W_p - пульсаційна складова вітрового навантаження, кПа .

Нормативне значення середнього складника основного вітрового навантаження визначається за формулою

$W_m = w_0 \cdot k(z_{e}) \cdot c$, де $w_0 = 0,38$ – нормативне значення вітрового тиску для III вітрового району;

$k(z_e)$ - Коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску для висоти z_e для типу території В;

c – аеродинамічний коефіцієнт.

У таблиці 2.4 подано значення середньої складової вітрового навантаження W_m , а також значення рівномірно розподіленого навантаження q_{ww} зібраної на колони каркасу.

Таблиця 2.4 – Вітрове навантаження

Поверх	z_e	$k(z_e)$	$q_w, \text{кН/м}$, на середні колони				$q_w, \text{кН/м}$, на крайні колони			
			(D) $z=0,8$	(E) $c=-0,5$	(B) $z=-0,8$	(A) $c=-1$	(D) $z=0,8$	(E) $c=-0,5$	(B) $z=-0,8$	(A) $c = -1$
1	4,5	0,268	0,564	-0,352	0,564	-0,704	0,564	-0,352	0,564	-0,704
2	7,8	0,353	0,564	-0,352	0,564	-0,704	0,564	-0,352	0,564	-0,704
3	11,1	0,421	0,564	-0,352	0,564	-0,704	0,564	-0,352	0,564	-0,704
4	14,4	0,480	0,564	-0,352	0,564	-0,704	0,564	-0,352	0,564	-0,704
5	17,7	0,532	0,564	-0,352	0,564	-0,704	0,564	-0,352	0,564	-0,704

Продовження таблиці 2.4

6	21	0,580	0,564	-0,352	0,564	-0,704	0,564	-0,352	0,564	-0,704
7	24,3	0,624	0,564	-0,352	0,564	-0,704	0,564	-0,352	0,564	-0,704
8	27,6	0,665	0,564	-0,352	0,564	-0,704	0,564	-0,352	0,564	-0,704
9	30,9	0,703	0,564	-0,352	0,564	-0,704	0,564	-0,352	0,564	-0,704
10	34,2	0,740	0,564	-0,352	0,564	-0,704	0,564	-0,352	0,564	-0,704
11	37,5	0,775	0,576	-0,36	0,576	-0,724	0,576	-0,36	0,576	-0,724
12	40,8	0,808	0,604	-0,38	0,604	-0,756	0,604	-0,38	0,604	-0,756
13	44,1	0,840	0,632	-0,396	0,632	-0,792	0,632	-0,396	0,632	-0,792
14	47,4	0,871	0,66	-0,412	0,66	-0,824	0,66	-0,412	0,66	-0,824
15	50,7	0,901	0,684	-0,428	0,684	-0,856	0,684	-0,428	0,684	-0,856
16	54	0,930	0,708	-0,444	0,708	-0,884	0,708	-0,444	0,708	-0,884
17	57,3	0,957	0,732	-0,456	0,732	-0,912	0,732	-0,456	0,732	-0,912
18	60,6	0,985	0,752	-0,472	0,752	-0,94	0,752	-0,472	0,752	-0,94
19	63,9	1,011	0,776	-0,484	0,776	-0,968	0,776	-0,484	0,776	-0,968
20	68,1	1,044	0,796	-0,496	0,796	-0,996	0,796	-0,496	0,796	-0,996
21	71,4	1,069	0,816	-0,512	0,816	-1,02	0,816	-0,512	0,816	-1,02
22	74,7	1,093	1	-0,624	1	-1,252	1	-0,624	1	-1,252
23	78	1,117	1	-0,624	1	-1,252	1	-0,624	1	-1,252
24	81,3	1,141	1	-0,624	1	-1,252	1	-0,624	1	-1,252
25	84,6	1,163	1	-0,624	1	-1,252	1	-0,624	1	-1,252
26	87,9	1,186	1	-0,624	1	-1,252	1	-0,624	1	-1,252
27	91,2	1,208	1	-0,624	1	-1,252	1	-0,624	1	-1,252
28	94,5	1,230	1	-0,624	1	-1,252	1	-0,624	1	-1,252
29	97,8	1,251	1	-0,624	1	-1,252	1	-0,624	1	-1,252
30	101,1	1,272	1	-0,624	1	-1,252	1	-0,624	1	-1,252

Ожеледні навантаження

Нормативне значення поверхневого ожеледь навантаження i' , Па, для інших елементів конструкцій слід визначати за формулою:

$$i' = b \cdot k \cdot \mu^2 \cdot \rho \cdot g$$

b - нормативне значення товщини стінки ожеледиці, мм;

k -коефіцієнт, що враховує зміну товщини стінки ожеледиці по висоті;

μ_2 - коефіцієнт, що враховує відношення площі поверхні елемента, схильної до обледеніння, до повної площі поверхні елемента і прийнятий для об'єктів з малими розмірами поперечного перерізу рівним 0,6, для інших об'єктів - за даними спеціально проведених досліджень; ρ - щільність льоду, що приймається рівною 0,9 г/см³; g - м/с² - прискорення вільного падіння.

У таблиці 2.5 представлені значення ожеледь навантаження, а також значення рівномірно розподіленого навантаження q_{qw} зібрані на балки каркаса з висоти поверху.

Таблиця 2.5 – Ожеледне навантаження

Поверх	Висота	b, мм	k	μ_2	ρ , г/см ³	g, м/с ²	i, кН/м ²	i,кН/м
26	104	5	2,029	0,6	0,9	10	0,055	0,06
27	10		2,125				0,057	0,44
28	112		2,175				0,059	0,65
29	116		2,278				0,062	1,08
30	120		2,331				0,063	1,32

Пульсаційне вітрове навантаження ставилося в ПК SCAD. Параметри пульсаційного вітрового навантаження у напрямку +X; за напрямом + Y .

Таблиця 2.6 Застосовані металеві конструкції

	Аутригери
Конструктивний елемент	-
Група конструктивних елементів	+
Додаткова група	-
Тип конструктивної групи	Елемент решітки ферми
Непружна робота перерізу не допускається	-
Сталь	C345
Коефіцієнту мов роботи u_c	1
Коефіцієнт надійності	1
Граничні гнучкості:	
- Стислі елементи	200
- Розтягнуті елементи	300
Коефіцієнти розрахункової довжини	
- у площині X1OZ1	1
- у площині X1OY1	1
Коефіцієнти розрахункової довжини відрізняються від рекомендацій норм	-
Розрахункова довжина, м	
- у площині X1OZ1	-
- у площині X1OY1	-
Відстань між точками розкріплення з площини вигину, м	7,9

При нульовому значенні відстані розкріплення з площині використовується довжина елемента

Коефіцієнти використання перерізів

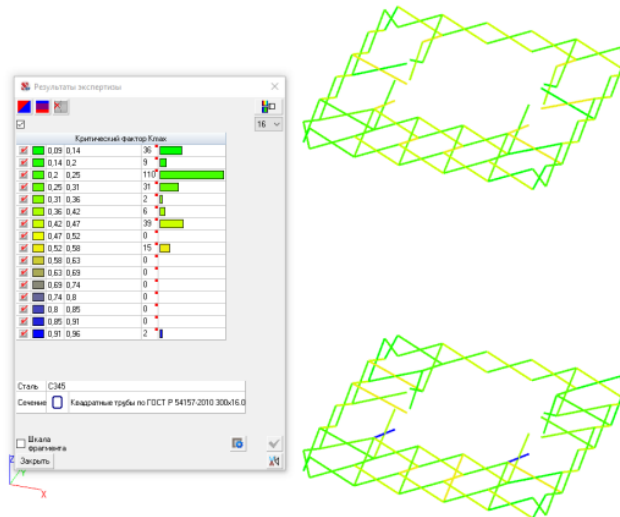


Рисунок 2.2 – Коефіцієнти використання аутригерів

Таблица 2.7 Застосовані залізобетонні конструкції

	Колони квадратні	Колони круглі	Ядро жорсткості	Капітель	Перекрытия
Максимально допустимый диаметр арматуры, мм					
- Поздовжній	40	40	40	40	40
- Поперечній	40	40	40	40	40
Враховувати задане армування	-	-	-	-	-
Враховувати мінімальне армування, d/s, мм/мм					
S_1	-	-	6/200	6/200	6/200
S_2	-	-	6/200	6/200	6/200
S_3	-	-	6/200	6/200	6/200
S_4	-	-	6/200	6/200	6/200
W_x	-	-	40/300	40/300	40/300
W_y	-	-	40/300	40/300	40/300
Клас бетону	B60	B60	B45	B40	B40
Вид бетону	Важкий	Важкий	Важкий	Важкий	Важкий
Щільність кН/м ³	24,52	24,52	24,52	24,52	24,52
Марка за середньою густиною	-	-	-	-	-
Заповнювач легкого бетону	-	-	-	-	-
Умови твердіння	Природне	Природне	Природне	Природне	Природне

Продовження таблиці 2.7

Коефіцієнт умов твердіння	1	1	1	1	1
Коефіцієнти умов роботи бетону					
- облік навантажень тривалої дії σ_{bt}	1	0,9	0,9	0,9	0,9
- облік характеру руйнування	1	1	1	1	1
- облік вертикального положення під час бетонування	1	1	1	1	1
- облік заморожування/відтавання та негативних температур	1	1	1	1	1
Тріщиностійкість	Обмежена ширина розкриття тріщин	Обмежена ширина розкриття тріщин	Обмежена ширина розкриття тріщин	Обмежена ширина розкриття тріщин	Обмежена ширина розкриття тріщин
Умови експлуатації конструкції	У приміщенні	У приміщенні	У приміщенні	У приміщенні	У приміщенні
Режим вологості бетону	Природна вологість	Природна вологість	Природна вологість	Природна вологість	Природна вологість
Допустима ширина розкриття тріщин, мм					
- нетривале розкриття	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- тривале розкриття	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Враховувати сейсмічні впливи при розрахунку по другій групі граничних станів	-	-	-	-	-

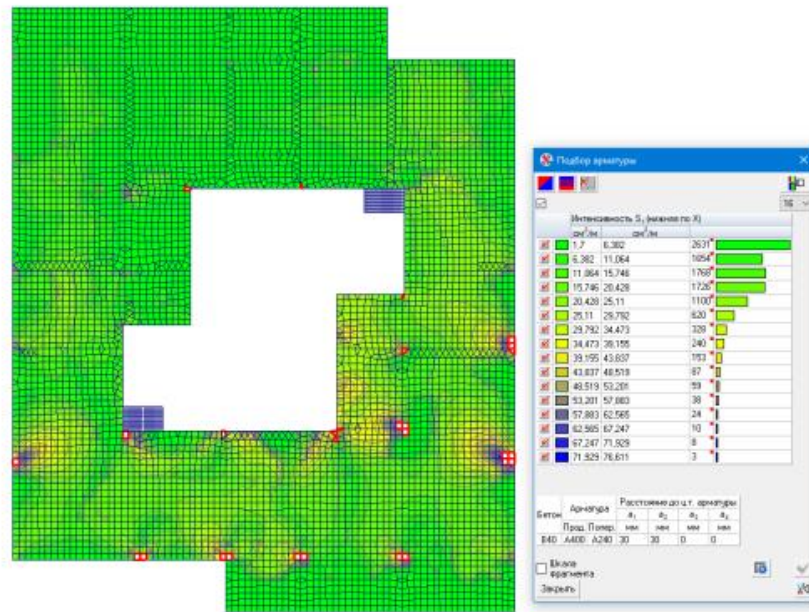


Рисунок 2.3 – Інтенсивність нижнього армування плити перекриття тех. поверху по X

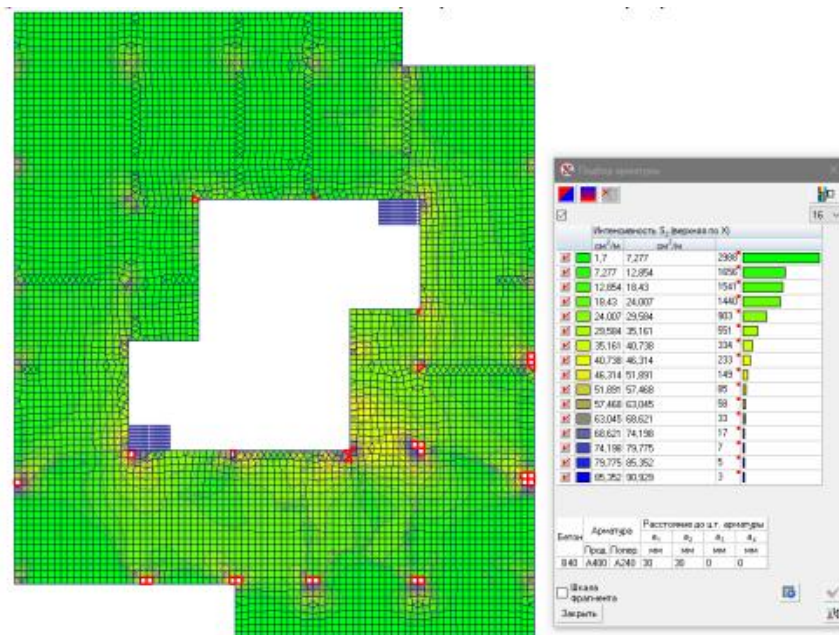


Рисунок 2.4 – Інтенсивність верхнього армування плити перекриття тех. поверху по X

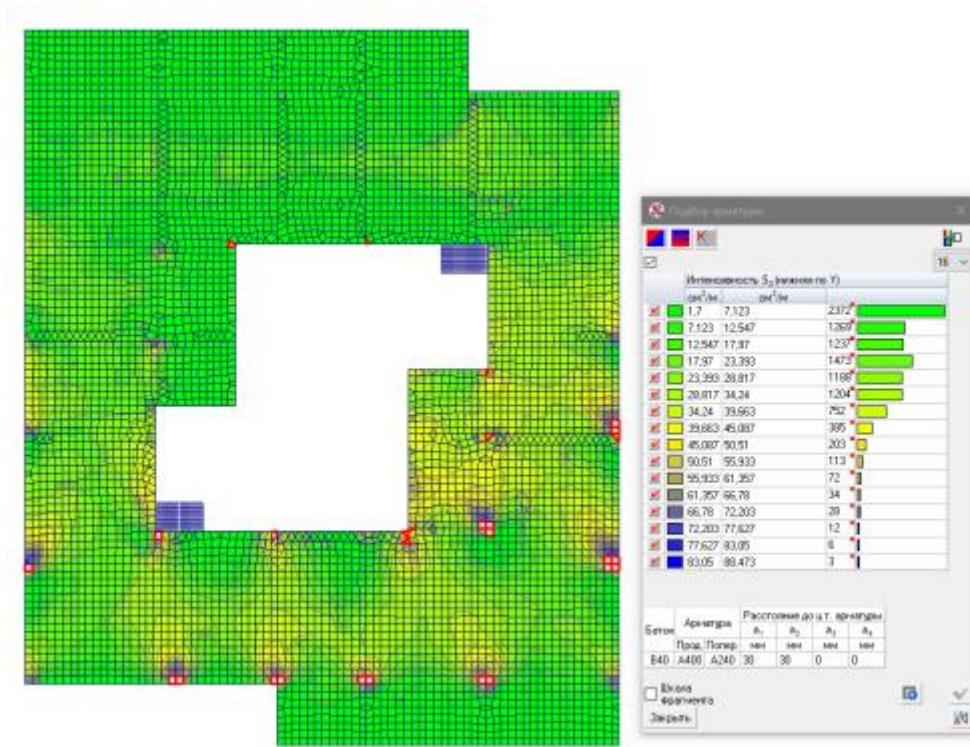


Рисунок 2.5 – Інтенсивність верхнього армування плити перекриття тех. поверху по Y

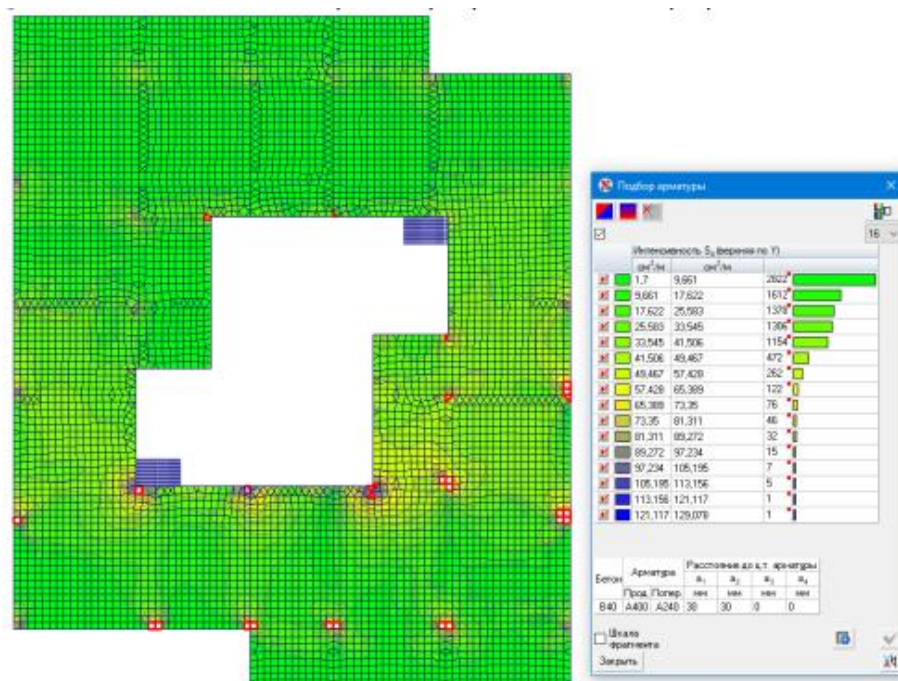


Рисунок 2.6 – Інтенсивність нижнього армування плити покриття тех. поверху по X

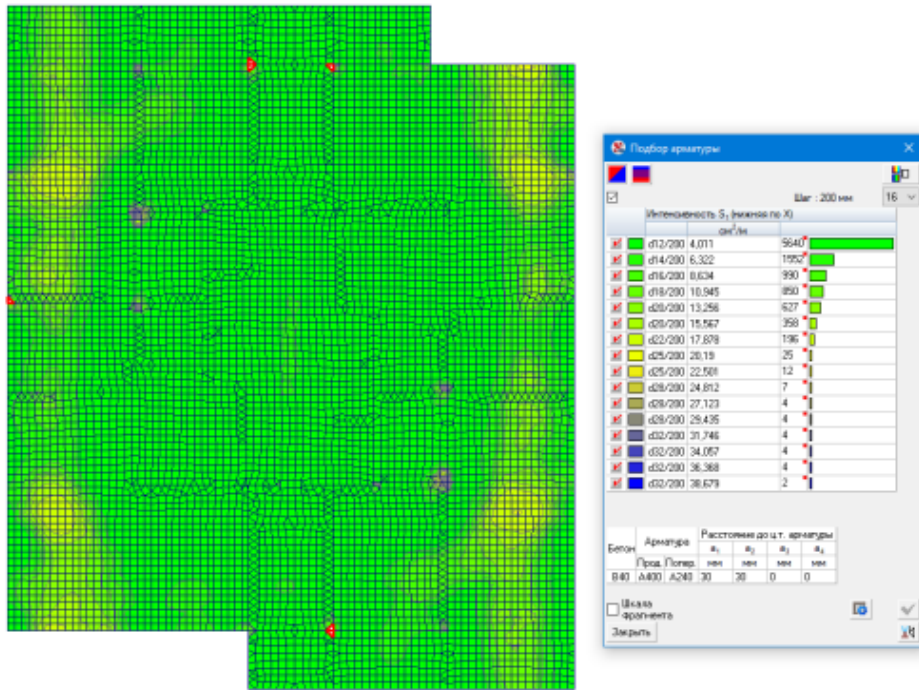


Рисунок 2.7 – Інтенсивність нижнього армування плити покриття X

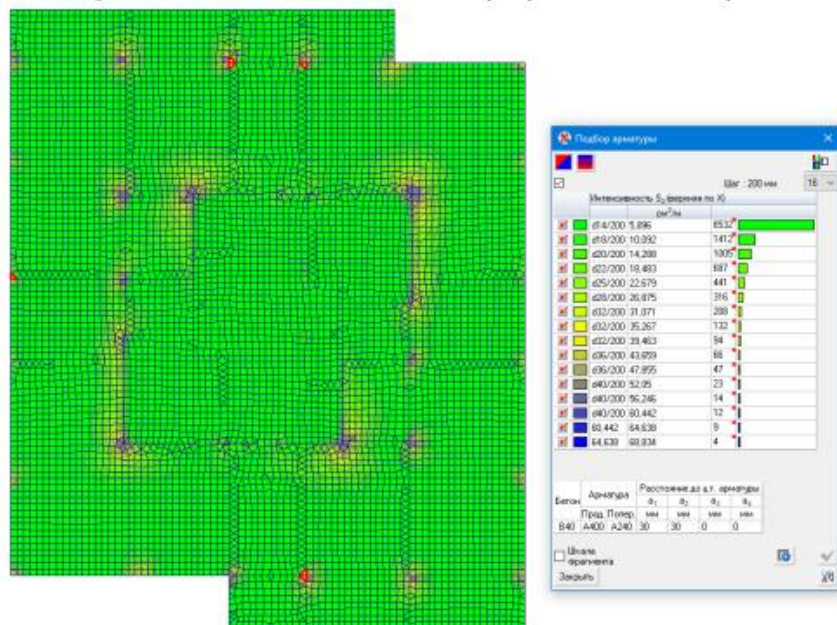


Рисунок 2.8 – Інтенсивність верхнього армування плити покриття X

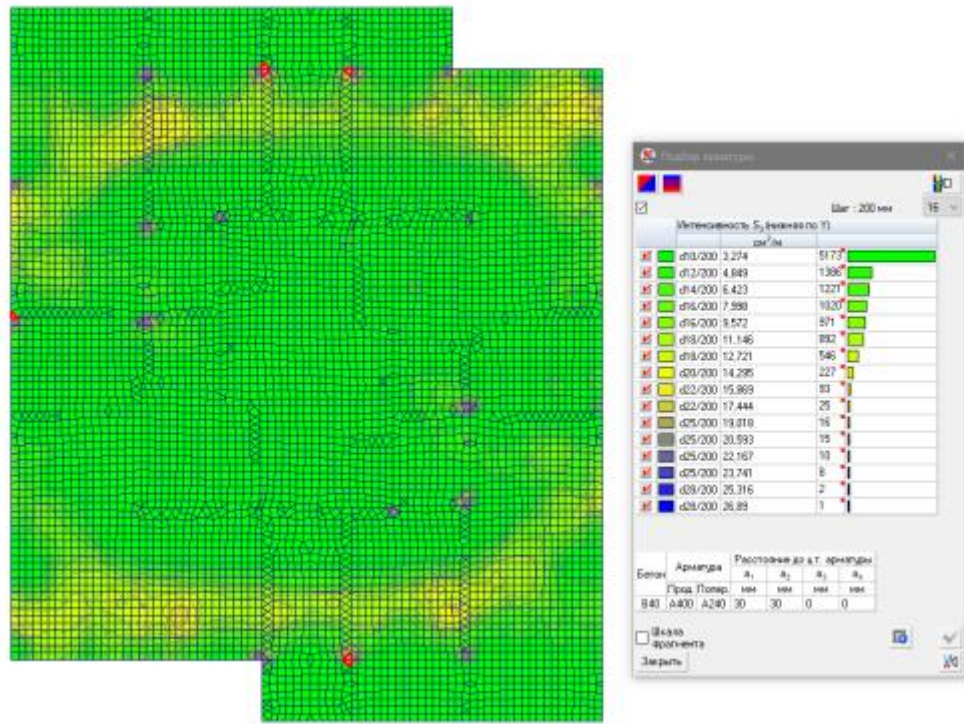


Рисунок 2.9 – Інтенсивність нижнього армування плити покриття Y

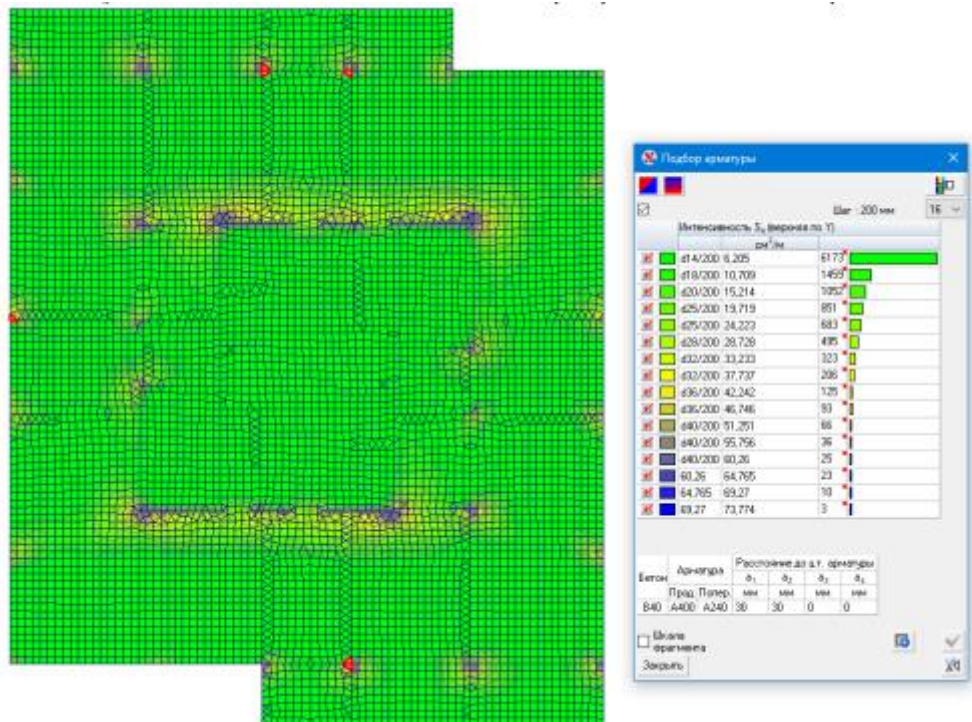


Рисунок 2.10 – Інтенсивність верхнього армування плити покриття Y

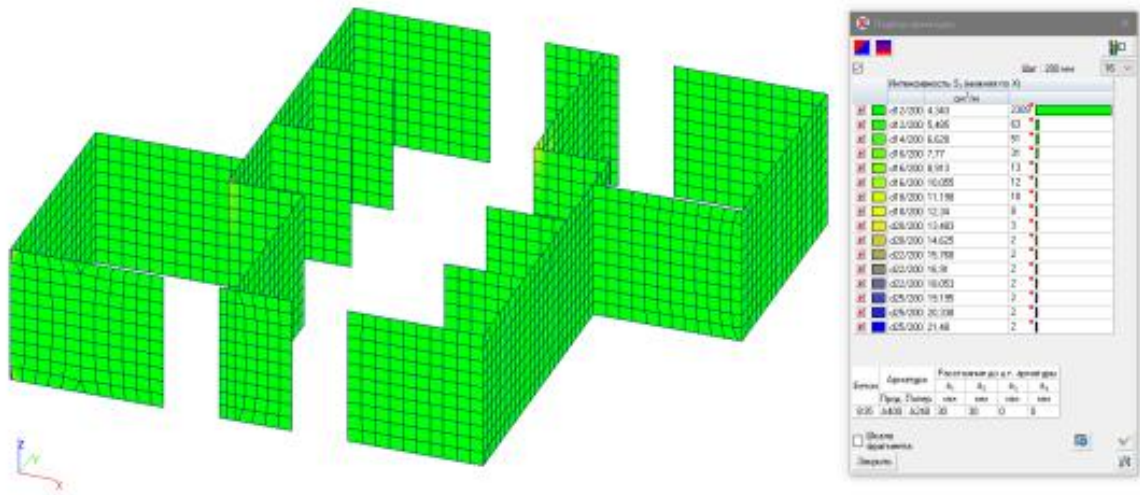


Рисунок 2.11 – Интенсивность нижнего армования ядра жесткости X

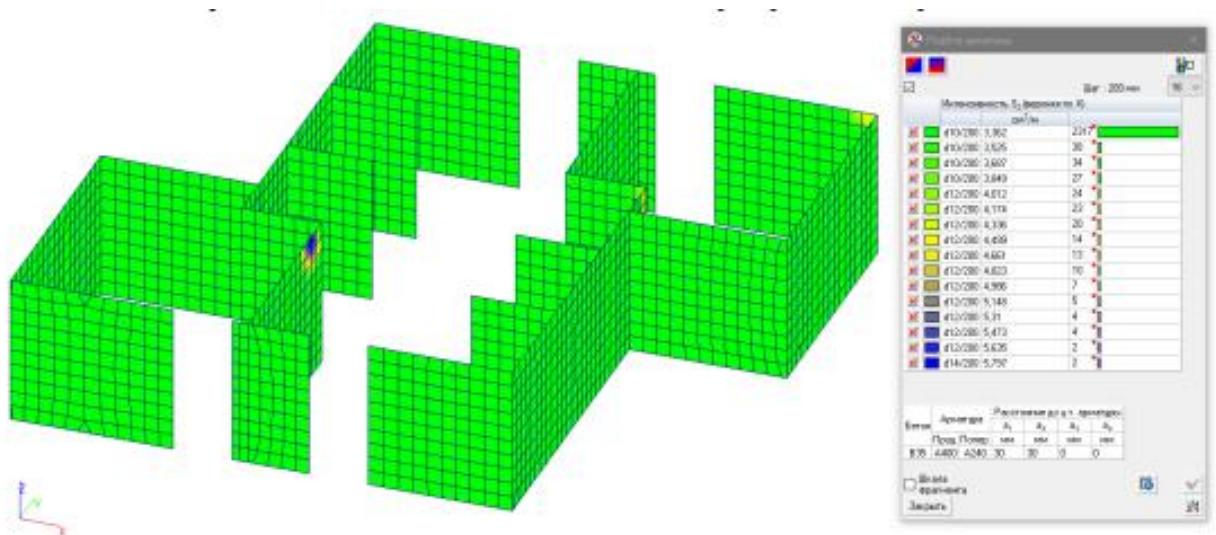


Рисунок 2.12 – Интенсивность верхнего армования ядра жесткости X

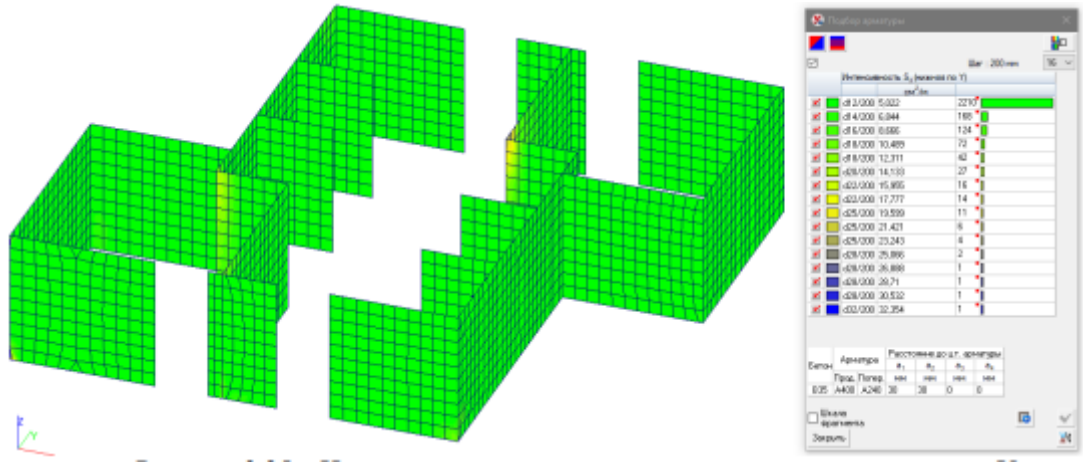


Рисунок 2.13 – Інтенсивність нижня армування ядра жорсткості Y

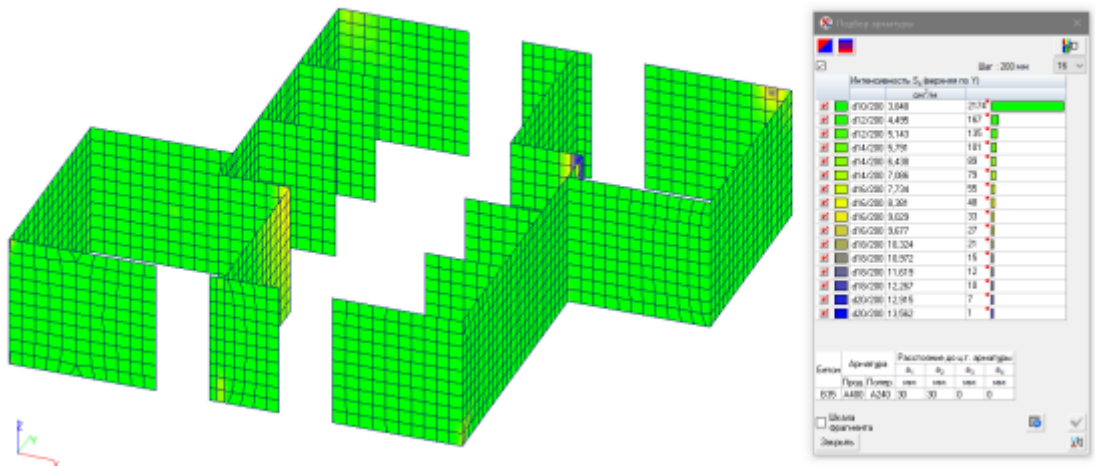


Рисунок 2.14 – Інтенсивність верхнього армування ядра жорсткості Y

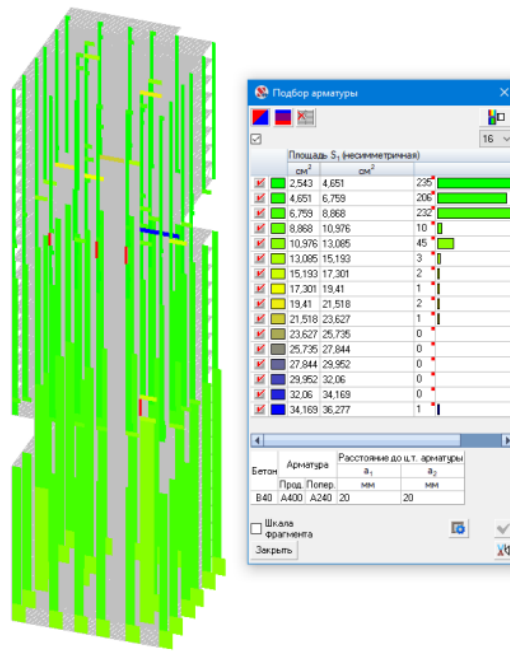


Рисунок 2.15 - Армование колон

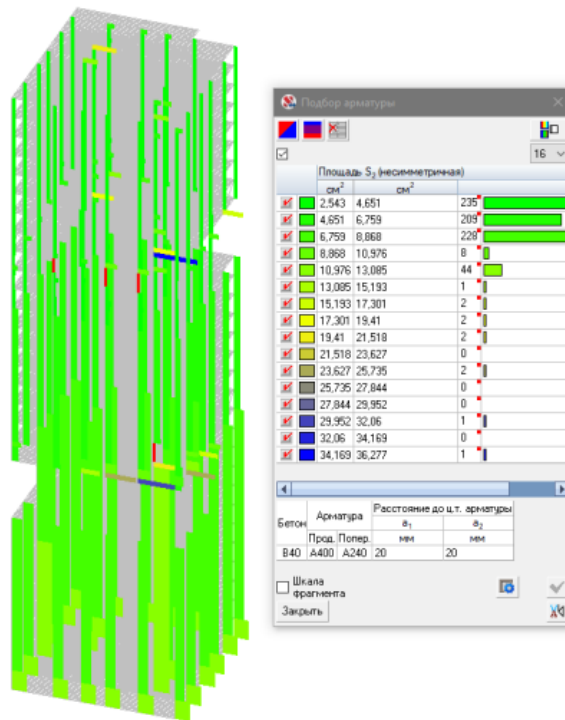


Рисунок 2.16 - Армование колон

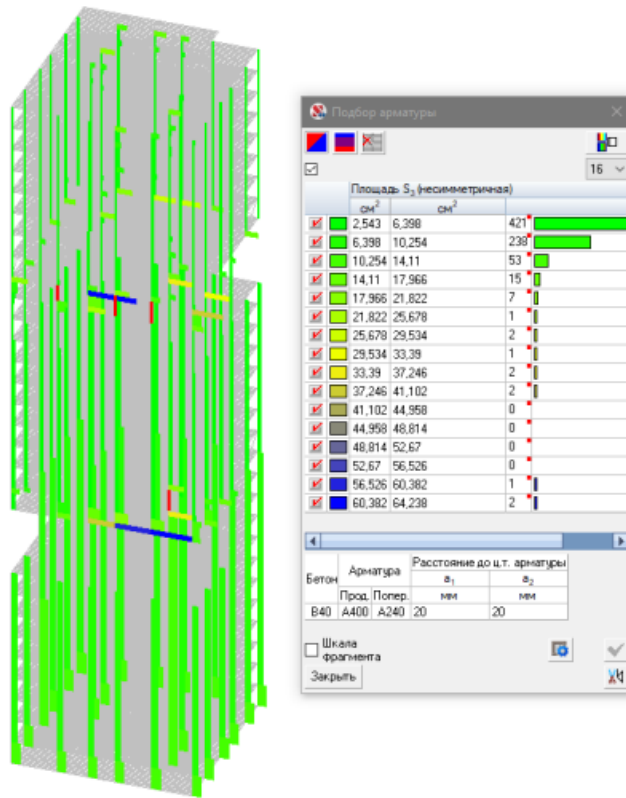


Рисунок 2.17 - Армования колон

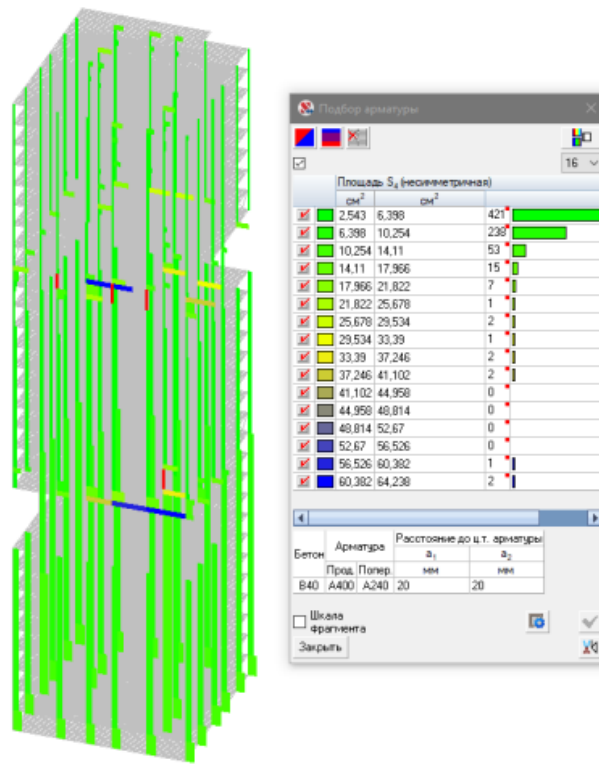


Рисунок 2.18 - Армования колон

Розрахунок вузлів. Вузол сполучення аутригерів

Спряження балок один з одним здійснюється в одному рівні.

Для кріплення балки настилу до ребр жорсткості ригеля перекриття приймаємо болти нормальної точності (клас точності) М30 (Ø30 мм), клас міцності 10.9 по [23; $R_{bs} = 416 \text{ Н/мм}^2$ $R_{bp} = 605 \text{ Н/мм}^2$ при $R_{un} = 460 \text{ Н/мм}^2$ для елементів із сталі С345 [23, таблиця В.2].

Розрахункове зусилля, що сприймається одним болтом, при роботі його на зріз:

$N_{bs} = R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 416 \cdot 10^{-1} \cdot 7,06 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 264,33 \text{ кН}$. де $\gamma_b = 0,9$ - коефіцієнт умов роботи болтового з'єднання [23, таблиця 41];

$A_b = 4,52 \text{ см}^2$ - розрахункова площа перерізу стрижня болта по [23];

$n_s = 1$ - кількість розрахункових зрізів одного болта.

Розрахункове зусилля в одноболтовому з'єднанні під час роботи його на зминання:

$$N_{bp} = R_{bp} \cdot d_b \cdot t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 605 \cdot 10^{-1} \cdot 2,4 \cdot 4 \cdot 0,9 \cdot 1 = 522,72 \text{ кН}$$

де $d = 2,4$ - зовнішній діаметр стрижня болта;

$\sum t = 4 \text{ см}$ - найменша сумарна товщина, що змінюються в одному напрямку.

Кількість болтів у з'єднанні:

$$n \geq \frac{R_{bn}}{\gamma_c \cdot N_{b,min}} = \frac{2025,48}{1 \cdot 264,33} = 8,18;$$

де $N_{b,min}$ - Найменше зі значень розрахункового зусилля для одного болта.

Приймаємо 10 болтів М30 та розміщуємо їх відповідно до [23, таблиця 40].

Перевіряє шви прикріплення пластини до куточків при $k_f = 8 \text{ мм}$ (щонайменше зазначеного в [23, таблиця 38]).

Розрахунок на зріз ведемо металу шва:

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 180}{1,15 \cdot 166,5} = 0,93 < 1;$$

$$l \geq \frac{A}{\beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{2025,48}{2 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 62,5 \text{ см}$$

де $l_{wf} = 85 \cdot \beta_f \cdot k_f$ - Конструктивна вимога до розрахункової довжини

флангового шва [23, п. 17.1.7 г];

Приймаємо довжину шва 65 см.

Розрахунок опорного ребра

Визначаємо розміри опорного ребра з умови міцності на зминання його торцевої поверхні.

$$A_r = R_A / R_p = 2025,48 / (459 \cdot 10^{-1}) = 44,2 \text{ см}^2.$$

Прийmemo перетин ребра 400×14 із площею 56 см^2 .

Перевірка опорного ребра на розтягування $N = 2025,48 \cdot 10$

$$\sigma = A = 40 \cdot 1,6 = 316 \text{ МПа} > R_{R_{yy}} = 320 \text{ МПа}$$

Розрахунок закладних деталей

Розрахунок закладних деталей робимо у програмі-сателіті SCAD. Зусилля, прийняті до розрахунку, є максимальними для своєї групи уніфікації перерізів.

Закладна деталь Зд1

Коефіцієнт надійності за відповідальністю $\gamma_n = 1$.

Число рядів анкерів уздовж X - 3 Число рядів анкерів уздовж Y - 4 $\Delta = 20$ мм

$$L_a = 320 \text{ мм } A_y = 300 \text{ мм } B_x = 100 \text{ мм } A_x = 300 \text{ мм } B_y = 100 \text{ мм}$$

Сталь

Розрахунковий опір сталі, з якої виготовлена пластина $R_y = 300000 \text{ кН/м}^2$

Анкери

Клас арматури А500 Діаметр 22 мм.

Таблиця 2.8 Зусилля в анкерах

	N_x	N_y	N_z	M_x	M_y	M_z
	кН	кН	кН	кН*м	кН*м	кН*м
1	0	0	1432.12	1	11.52	1

Тип бетону: Важкий Клас бетону: В40

Таблиця 2.9 Умови роботи бетону

Коефіцієнти умов роботи бетону		
γ_{b1}	облік навантажень тривалої дії	0.9
γ_{b2}	облік характеру руйнування	1
γ_{b3}	облік вертикального положення при бетонуванні	1
γ_{b5}	облік заморожування/відтавання та негативних температур	1

Результати розрахунку за комбінаціями завантажень

$$N_x = 0 \text{ кН}$$

$$N_y = 0 \text{ кН}$$

$$N_z = 1432.12 \text{ кН}$$

$$M_x = 1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_y = 11.52 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_z = 1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Коефіцієнт використання 0.995 - Довжина закладення нормального розтягнутого анкера. Конструкції із залізобетону виконуються з урахуванням морозостійкості F150.

Арматура для залізобетонних конструкцій передбачена класом А500. Стик арматурних стрижнів до діаметра d28 А500 виконується без зварювання внапуск.

Для армування несучих залізобетонних конструкцій додатково прийнято:

- для колон: симетричне поздовжнє армування з розташуванням арматури як у граней колон, і у необхідних випадках усередині колон;
- для стін та ядер жорсткості: симетричну вертикальну та горизонтальну арматуру, розташовану біля бічних граней стін;
- для плит перекриттів: поздовжню арматуру біля верхньої та нижньої граней плити із забезпеченням зв'язку між ними за допомогою поперечної арматури.

Фундаментна плита виконується з урахуванням водонепроникності W8.

Фундаментна плита виконується з бетонної підготовки класу В15 товщиною 100мм, армованою сіткою 5 Вр I кроком 100x100мм.

2.6 Опис конструктивних та технічних рішень підземної частини об'єкта капітального будівництва

Будівля, окремостояча, розмірами в плані 38x31,5 метрів.

Нульову відмітку 0,000 прийнято відмітку чистої підлоги першого поверху. Максимальна відносна позначка будівлі складає +120 000. Висота типових поверхів складає 4 метри, висота першого поверху складає 4 метри, висота технічних поверхів (12 поверх, 23 поверх) становить 4 метри.

Нормативна глибина сезонного промерзання визначається величиною 1,1 м для суглинків, 1,18 м для пісків дрібних і пилюватих, 1,29 м для пісків середньої крупності. Ґрунтові води знаходяться на глибині 4 м.

2.6.1 Проектування забивних паль

Проект передбачає конструювання та розрахунок пальово-плитного фундаменту. У ПК SCAD знаходимо суму реакцій $\sum R_z$ від РСУ до розрахункової схеми на вісь z. $\sum R_z = 354462$ кн.

Клас бетону ростверку за міцністю на стиск В45.

Геологічна будова вивчена до глибини 25 м. Ґрунтові води знаходяться на глибині 4 м.

Потужність насипного ґрунту – 1,3 м;

Нижче в межах усього майданчика досліджень залягає пилок пилюватий середньої щільності мінімального ступеня водонасичення до глибини 1,9 м;

Нижче за відмітку -1,9 м у межах усього майданчика пошуків залягає напівтвердий суглинок до глибини 2,5 м;

Нижче за відмітку -2,5 м у межах всього майданчика пошуків залягає дрібний щільний пісок малого ступеня водонасичення до глибини 4 м і водонасичений до глибини 13,1 м;

Нижче за відмітку -13,1 м у межах всього майданчика пошуків залягає пісок середньої щільності водонасичений до глибини 25 м;

Нормативна глибина сезонного промерзання визначається величиною $d_{fn} = 1,3$ м для суглинків, $d_{fn} = 1,58$ м для пісків дрібних та пилюватих, $d_{fn} = 1,69$ м-код для пісків середньої крупності.

Розрахункову глибину сезонного промерзання ґрунту:

$$d_{fn} = k_h \cdot d_{fn} = 0,5 \cdot 1,3 = 0,65 \text{ м}$$

$$d_{fn} = k_h \cdot d_{fn} = 0,5 \cdot 1,58 = 0,79 \text{ м}$$

$$d_{fn} = k_h \cdot d_{fn} = 0,5 \cdot 1,74 = 0,85 \text{ м}$$

де k_h - Коефіцієнт, що враховує вплив теплового режиму споруди;

З конструктивних особливостей будівлі глибина закладення фундаменту дорівнює 4. Остаточню приймаємо глибину закладення ростверку $d = 4$ м.

Таблиця 2.10 - Фізико-механічні властивості ґрунтів

№	Найменування ґрунту	$h, \text{ м}$	$W, \text{ д.е}$	$e, \text{ д.е.}$	Щільність, т/м^3			$\gamma(\gamma_{sb}), \text{ кН/м}^3$	$I_L, \text{ д.е.}$	$Sr, \text{ д.е}$	Розрахункові характеристики			$R_0, \text{ кПа}$
					ρ	ρ_s	ρ_d				$\varphi_n, \text{ град}$	$C_n, \text{ кПа}$	$E, \text{ МПа}$	
1	Насипний ґрунт	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Пісок пилюватий, середньої щільності, малого ступеня водонасичення	0,6	0,08	0,6	1,79	2,66	1,66	17,9	-	0,35	27	2,8	14	100
3	Суглинок напівтвердий	0,6	0,19	0,71	1,87	2,69	1,57	18,7	0,05	0,72	23	24	12	250
4	Пісок дрібний, щільний, малого ступеня водонасичення	1,5	0,08	0,59	1,82	2,67	1,69	18,2	-	0,36	34	3,2	34	500
5	Пісок дрібний, щільний, водонасичений	2,3	0,21	0,59	2,04	2,67	1,69	20,4	-	1	34	3,2	34	500
6	Пісок дрібний, середньої густини, водонасичений	6,8	0,24	0,64	2,01	2,65	1,62	10,06	-	1	32	2,2	29	200
7	Пісок середній середньої густини, водонасичений	10,2	0,2	0,54	2,07	2,66	1,73	10,78	-	1	38	2,1	41	600
8	Пісок середній, середньої густини, водонасичений	1,7	0,22	0,6	2,03	2,67	1,66	10,44	-	1	37	1,5	35	500

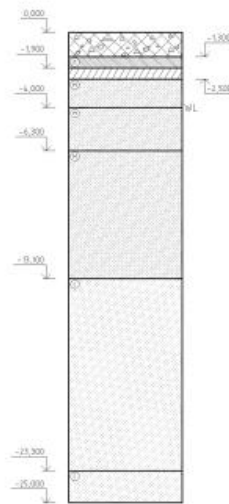


Рисунок 2.19 - Інженерно-геологічний розріз

Найбільш потужним шаром з інженерно-геологічних досліджень є пісок середній щільний, глибина залягання якого від 13,1 до 23,3 м. Тоді, при заглибленні в нього на 5,4 м, позначку вістря палі приймаємо на рівні -18,500. Тоді довжина палі дорівнюватиме 15 м.

Для варіантного проектування приймаємо: цілісні забивні палі С150.40-13; Клас бетону та марка водонепроникності палей – В25 та W8.

Несучу здатність забивної палі С150.40-А600 за ґрунтом основи F_d , кН, визначають за формулою:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + u \sum_i^h \gamma_c \cdot f_i \cdot h_i)$$

де $\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті;

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

A – площа поперечного перерізу нижнього кінця палі, м²; u – периметр палі, м;

f_i – розрахунковий опір i -го шару ґрунту основи на бічній поверхні палі, кПа;

h_i - товщина i -го шару ґрунту біля бічної поверхні палі, м;

$\gamma_{cR}=1$, $\gamma_{cf}=1$ – коефіцієнти умов роботи відповідно під нижнім кінцем і на бічній поверхні, що враховують спосіб занурення.

Площа перерізу палі:

$$A = b^2 = 0,42 = 0,16 \text{ м}^2$$

Периметр поперечного перерізу палі:

$$u = 4 \cdot b = 4 \cdot 0,4 = 1,6 \text{ м}$$

$$F_d = 1 \cdot \left(1 \cdot 3840 \cdot 0,16 + 1,6 \sum_i^h 798,4 \right) = 1891,84 \text{ кН}$$

Відповідно до [п. 7.1.11, 24] палю у складі фундаменту та одиночну по несучої здатності ґрунту основи слід розраховувати виходячи з умови:

$$N \leq \frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k} = \frac{1 \cdot 1891,84}{1,1 \cdot 1,4} = 1228,47 \text{ кН}$$

Де N – розрахункове навантаження, що передається на палю;

F_d – Несуча здатність забивної палі;

$\gamma_0 = 1$ – коефіцієнт умов роботи, що враховує підвищення однорідності ґрунтових умов при застосуванні пальових фундаментів;

$\gamma_n = 1,1$ – коефіцієнт надійності щодо відповідальності споруди;

$\gamma_k = 1,4$ – коефіцієнт надійності по ґрунту, якщо несуча здатність палі визначено з допомогою таблиць.

Визначення кількості паль:
$$n_{min} = \frac{\sum R_z}{N} = \frac{356288}{1000} = 357$$

Відстань між осями забивних паль має становити не менше $3d$ (1,2 м – для забивних паль 400х400 мм).

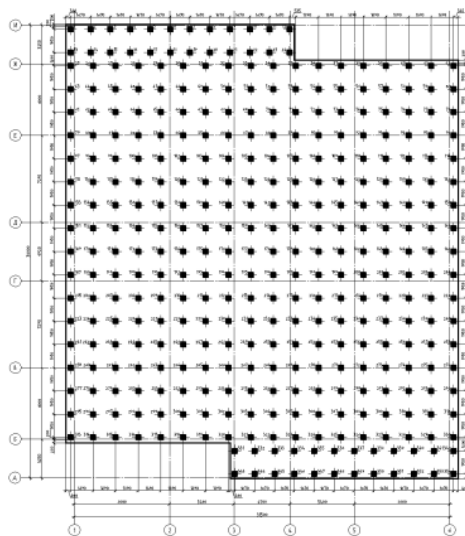


Рисунок 2.20 - Розташування забивних паль

2.6.2 Проектування буронабивних паль

Несучу здатність буронабивної палі, що занурюється з виїмкою ґрунту і заповнюється бетоном, що працюють на стискаюче навантаження F_d , кН, визначають за формулою:

$$F_d = \gamma_c \cdot \left(\gamma_{RR} \cdot R \cdot A + \gamma_{R,f} \cdot u \sum_i^h f_i \cdot h_i \right) \\ = 1 \cdot (1 \cdot 5072,4 \cdot 0,385 + 1 \cdot 2,2 \cdot 844,75) = 3811,32 \text{ кН}$$

де $\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті;

A – площа обпирання палі, м²; u – периметр палі, м;

f_i – розрахунковий опір i -го шару ґрунту основи на бічній поверхні палі, кПа;

h^i - товщина i -го шару ґрунту біля бічної поверхні палі, м;

$\gamma_R = 1$ - коефіцієнт надійності по опору ґрунту під нижнім кінцем палі;

$\gamma_{R,f} = 1$ - коефіцієнт умов роботи ґрунту на бічній поверхні палі, що залежить від способу утворення свердловини та умов бетонування;

R - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа, для буронабивної палі визначається за формулою:

$$R = 0,75 \cdot \alpha_4 \cdot (\alpha_1 \cdot \gamma_1 \cdot d + \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \gamma_1 \cdot h) = 0,75 \cdot 0,225 \cdot (135,5 \cdot 10,78 \cdot 0,7 + 222,5 \cdot 0,765 \cdot 11,76 \cdot 14,5) = 5072,4 \text{ кН}$$

де $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - безрозмірні коефіцієнти, що приймаються за таблицею із [24] залежно від розрахункового значення кута внутрішнього тертя ґрунту основи ($\varphi_{II} = 38$ град) та співвідношення h/d ($h/d = 14500/700 = 20,71$);

γ'_I – розрахункове значення питомої ваги ґрунту на підставі палі (при водонасичених ґрунтах з урахуванням зв'язуючої дії води), кН/м³;

γ_I – середнє (за шарами) розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, розташованих вище нижнього кінця палі (при водонасичених ґрунтах з урахуванням дії води, що зважує), кН/м³;

d - діаметр буронабивної палі, м;

h - глибина закладення нижнього кінця палі від підшови ростверку, м.

Площа спирання палі знаходимо за формулою:

$$A = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 0,352 = 0,385 \text{ м}^2$$

Периметр поперечного перерізу стовбура палі знаходимо за формулою:

$$u = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,35 = 2,2 \text{ м}$$

Відповідно до [24] палю у складі фундаменту та одиночну за несучою здатністю ґрунту основи слід розраховувати виходячи з умови:

$$N \leq \frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k} = \frac{1 \cdot 3811,32}{1,1 \cdot 1,4} = 2470 \text{ кН}$$

Де N – розрахункове навантаження, що передається на палю;

F_d - Несуча здатність забивної палі;

$\gamma_0 = 1$ – коефіцієнт умов роботи, що враховує підвищення однорідності ґрунтових умов при застосуванні пальових фундаментів;

$\gamma_n = 1,1$ – коефіцієнт надійності щодо відповідальності споруди;

$\gamma_k = 1,4$ - коефіцієнт надійності по ґрунту, якщо несуча здатність палі визначено з допомогою таблиць.

Визначення кількості паль:

$$n_{min} = \frac{\sum R_z}{N} = \frac{356288}{2470} = 145$$

Відповідно до [п.8.13, СП24] відстань у світлі між стовбурами бурових, набивних паль і паль-оболонок, а також між свердловинами паль - повинна бути не менше 1,0 м. Відстань між осями висячих забивних і паль, що вдавлюються, повинна бути не менше $3d$ (1,2 м - для буронабивних паль $D=700$ мм).Перевіримо несучу здатність палі за матеріалом. Відповідно до [п.7.1.8, 24] при розрахунку паль усіх видів за міцністю матеріалу, палю допускається розглядати як стрижень, жорстко защемлений у ґрунті в перерізі, розташованому від підшви ростверку на відстані l_1 , визначаємо за формулою:

$$l_1 = l + \frac{2}{\alpha_\varepsilon}$$

де l - довжина ділянки палі від підшви високого ростверку до рівня планування ґрунту, м;

α_ε - коефіцієнт деформації, 1/м, що визначається за рекомендованим

додатком [24].

Приймаємо $l_0=15$ м. Відповідно до [п.В.5, 24] α_ε визначаємо за формулою:

$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{k \cdot b_p}{\gamma_c \cdot EI}}$$

Де E – модуль пружності матеріалу палі, кПа;

I – момент інерції поперечного перерізу палі, м⁴;

$b_p = 1,7$ м – умовна ширина палі, м, яка приймається для палей з діаметром $0,7$ м рівним $d+1$;

k – коефіцієнт пропорційності, кН, що приймається в залежності

від виду ґрунту, що оточує палю по [табл.Б.1, 24];

d – зовнішній діаметр круглого перерізу палі. Знаходимо момент інерції поперечного перерізу палі, I :

$$I = \frac{\pi \cdot r^4}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,35^4}{4} = 0,096 \text{ м}^4$$

Приймаємо як матеріал палей бетон В40, тоді відповідно до [Табл. 6.1 63]

$E = 36 \cdot 10^3$ МПа. Для пісків гравійних середньої щільності $k = 5 \frac{\text{МН}}{\text{м}^4}$.

$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{5 \cdot 1,8}{1 \cdot 36 \cdot 10^3 \cdot 0,096}} = 0,304 \text{ м}^{-1}$$

$$l_1 = 15 + \frac{2}{0,304} = 21,58 \text{ м}$$

Граничне значення поздовжньої сили N_{ult} , яку може сприйняти елемент, визначаємо згідно з [п.8.1763]:

$$N_{ult} = \varphi \cdot (R_b \cdot A + R_{sc} \cdot A_{s,tot})$$

Де φ – Коефіцієнт поздовжнього вигину, що визначається за [табл. 8.1, 63] залежно від розрахункової довжини l_0 та розміру поперечного перерізу елемента h ;

Відповідно до [п.8.1.17]

$R_b = 22$ МПа – розрахунковий опір стиску бетону;

$A = 0,385$ м² – площа перерізу палі;

$A_{s,tot} = 0,003927$ – загальна площа арматури.

$$l_0 = 1,2 \cdot l_1 = 1,2 \cdot 21,58 = 25,89 \text{ м}$$

Співвідношення:

$$\frac{l_0}{h} = \frac{25,89}{0,7} = 37$$

Відповідно до [табл. 8.1,63] знаходимо коефіцієнт вигину = 0,34 методом екстраполяції.

$$N_{ult} = 0,26 \cdot (22 \cdot 0,385 + 350 \cdot 0,003927) = 2559,56 \text{ кН}$$

Таким чином приймаємо за розрахункове допустиме навантаження на палю, діаметром 700 мм, навантаження, отримане по ґрунту, що дорівнює 2470 кН як найменше.

Приймаємо палі діаметром 700 мм, довжиною $l=15$ м і допустиме навантаження 2470 кН.

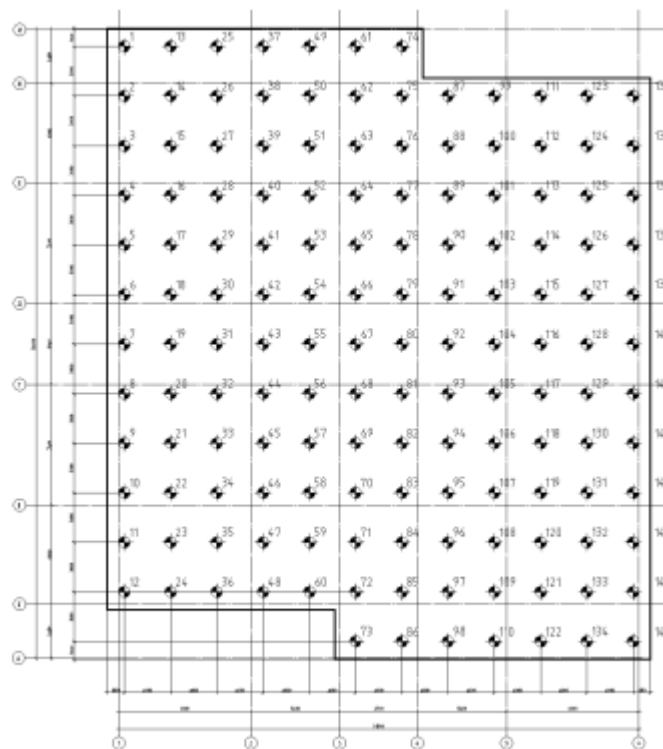


Рисунок 2.21 - Розташування буронабивних палів

$R_{sc} = 350$ МПа – розрахунковий опір арматури стиску;

2.6.3 Розрахунок плити ростверку на продавливання колоною

Даним розрахунком перевіряється прийнята висота ростверку. Схема

роботи ростверку наведена малюнку 2.22. Розрахунок ведеться з умови, що піраміда продавлювання ростверку колоною утворюється площинами, проведеними від меж колоною до межі палі, тобто. при куті більше 45° і проводиться за формулою:

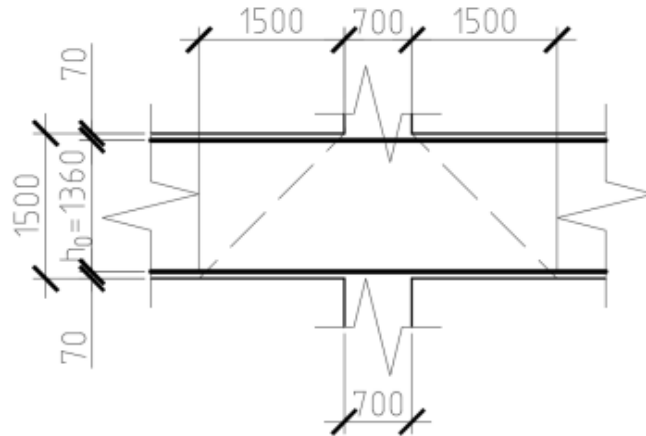


Рисунок 2.22 – Схема утворення піраміди продавлювання

$$F_{per} \leq \frac{2 \cdot R_{bt}}{a} \cdot \left(\frac{h_{op}}{C_1} (b_c + C_2) + \frac{h_{op}}{C_2} (l_c + C_1) \right),$$

де F_{per} – розрахункова сила, що продавлює, кН (рівна подвоєній сумі навантажень на палі, розташованих з однієї більш навантаженої сторони від осі колони і що знаходяться поза нижньою основою піраміди);

a – коефіцієнт, що враховує часткову передачу поздовжньої сили N;

R_{bt} – розрахунковий опір бетону ростверку розтягуванню, МПа;

b_c, l_c – розміри перерізу колони, м;

h_{op} – робоча висота ростверку, що приймається від нижньої частини колони до робочої арматури підшви ростверку, м;

C_1, C_2 – відстань від граней основи піраміди продавлювання до граней колони, мм.

Приймаємо: $a = 1, b_c, l_c = 0,4$ м, $h_{op} = 1,45$ м, $C_1 = 0,9$ м, $C_2 = 0,8$ м,

$R_{bt} = 2,1$ МПа, $F_{per} = 6512$ кН $\cdot 2 = 13024$ к Н. Підставляємо у формулу (4.6), отримаємо:

$$F_{per} = 13024кН \leq \frac{2 \cdot 1400}{0,88} \cdot \left(\frac{1,36}{1,36} (0,7 + 1,5) + \frac{1,36}{1,36} (0,7 + 1,5) \right) = 14000кН.$$

Умова виконується. Залишаємо висоту ростверку 1500 мм.

2.6.4 Розрахунок плити ростверку на продавлювання кутовими палями

Розрахунок є перевіркою міцності бетону ростверку на розтягнення від зусилля, що зумовлюється кутовою палею і виконується за формулою

$$N_c \leq R_{bt} \cdot h_{01} \cdot (\beta_1(b_{02} + 0,5C_{02}) + \beta_2(b_{01} + 0,5C_{01})),$$

де N_c – зусилля у кутовий паля, кН;

R_{bt} – те саме, що й у формулі (4.6);

h_{01} – робоча висота плити, м;

b_{01}, b_{02} – відстані від внутрішніх граней кутової палі до зовнішніх граней плити ростверку;

C_{01}, C_{02} – відстані від внутрішніх граней кутових палей до найближчих граней колони, але не більше h_{01} і не менше $0,4h_{01}$;

β_{01}, β_{02} – безрозмірні коефіцієнти.

Приймаємо: $\beta_1 = 1, \beta_2 = 1, b_{01} = 0,5$ м, $b_{02} = 0,5$ м, $h_{01} = 1,36$ м, $C_{01} = 1,36$ м, $C_{02} = 1,36$ м, $N_c = 3913,8$ кН.

Підставляємо у формулу (4.7), отримаємо:

$$3913,8кН \leq 1400 \cdot 1,36 \cdot (1 \cdot (0,5 + 0,5 \cdot 1,36) + 1 \cdot (0,5 + 0,5 \cdot 1,36)) = 4493,44кН.$$

Умова виконується.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Варіантне моделювання

На етапі проектування важливими є прийняття принципової схеми будівлі в цілому. Необхідно, опираючись на достовірний розрахунок підібрати раціональну конструктивну схему будівлі, яка задовольнятиме вимоги по міцності, деформативності, економічній ефективності, технологічності та безпеки.

Розглянемо два варіанти конструктивної схеми та порівняємо їх за деформативними характеристиками та техніко-економічними показниками, з урахуванням переваг та недоліків.

У рамках роботи було ухвалено рішення провести моделювання роботи каркасу будівлі при двох варіантах розташування аутригерних поверхів.

Варіант 1. Аутригерний поверх розташовується на 12 і 23 поверхах за допомогою вертикальних зв'язків, що утворюють оперізувальну ферму навколо поверху, а також з'єднують колони з ядром жорсткості і знімає частину навантаження з консольного поверху передаючи її в ядро жорсткості.

Варіант 2. Аутригерний поверх розташовується на 19 і 30 поверхах, також за допомогою вертикальних зв'язків, що утворюють оперізувальну ферму навколо поверху, а також з'єднують колони з ядром жорсткості і підвішують консольні поверхи до ядра жорсткості. Для проведення розрахунків використовувався програмний комплекс SCAD 21. Для порівняння у кожній із схем були обрані максимальні переміщення від вертикальних нормативних постійних та тривалих навантажень, переміщення будівлі від основного поєднання навантажень, витрата сталі на металевий каркас зовнішнього каркасу. Максимальне горизонтальне переміщення будівлі $i = H/500 = 120\,000/500 = 240$ мм. Для варіантів здійснено розрахунок на діючі навантаження, результати представлені в таблиці, зроблено вибір оптимальних перерізів несучих елементів і виконано їх порівняльний аналіз.

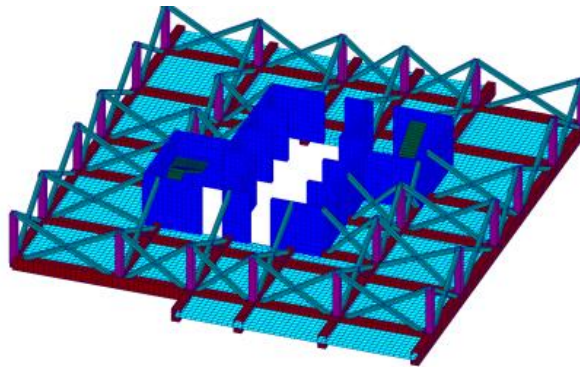
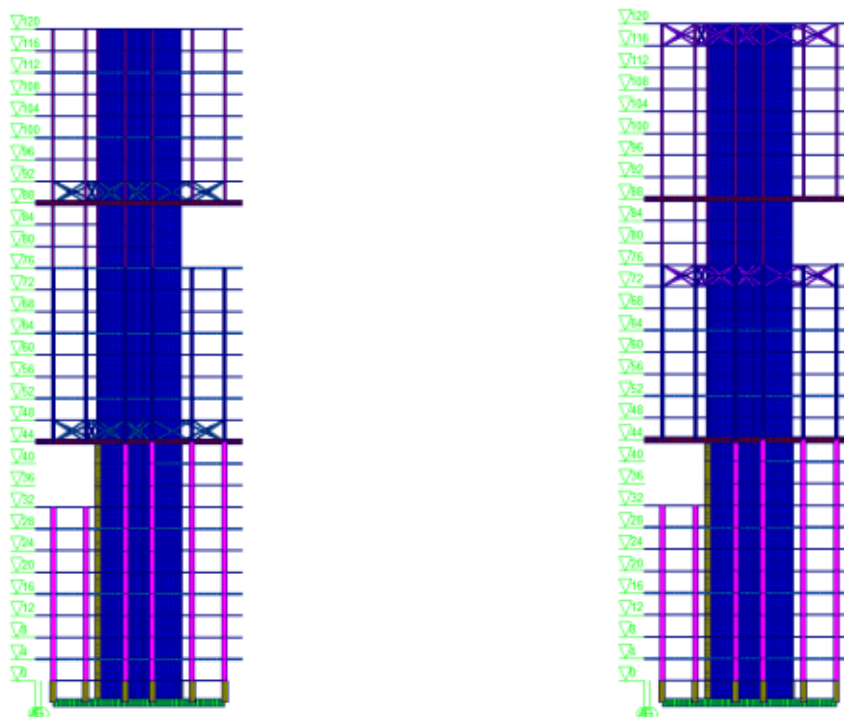


Рисунок 3.1 – Розташування зв'язків аутригерного поверху



Варіант 1. Розташування аутригерних поверхів на 12 та 23 поверхах

Варіант 2. Розташування аутригерних поверхів на 19 і 30 поверхах

Рисунок 3.2 – Розташування аутригерних поверхів

Для 1 варіанта заздалегідь задані такі перерізи: Стіни ядра жорсткості 350 мм В40;

Плити перекриття 300 мм В40; Балки перекриття 600x1000 В40; Колони 1100x1100 В50;

Зв'язки аутригерного поверху труба квадрат 300x14.

3.2 Результати обчислень

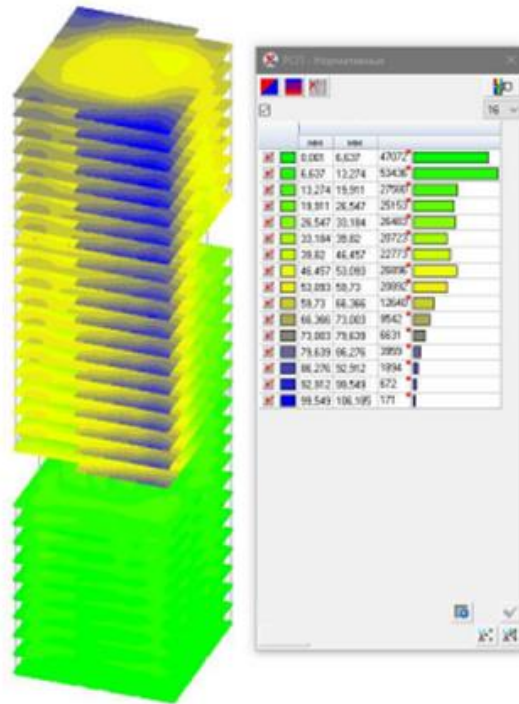


Рисунок 3.3 – Варіант 1. Сумарні переміщення будівлі

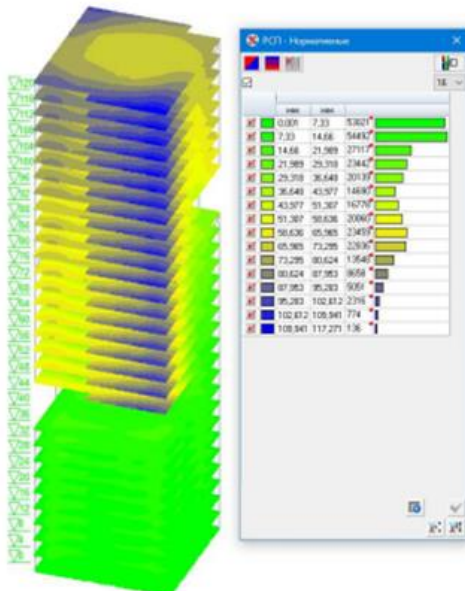
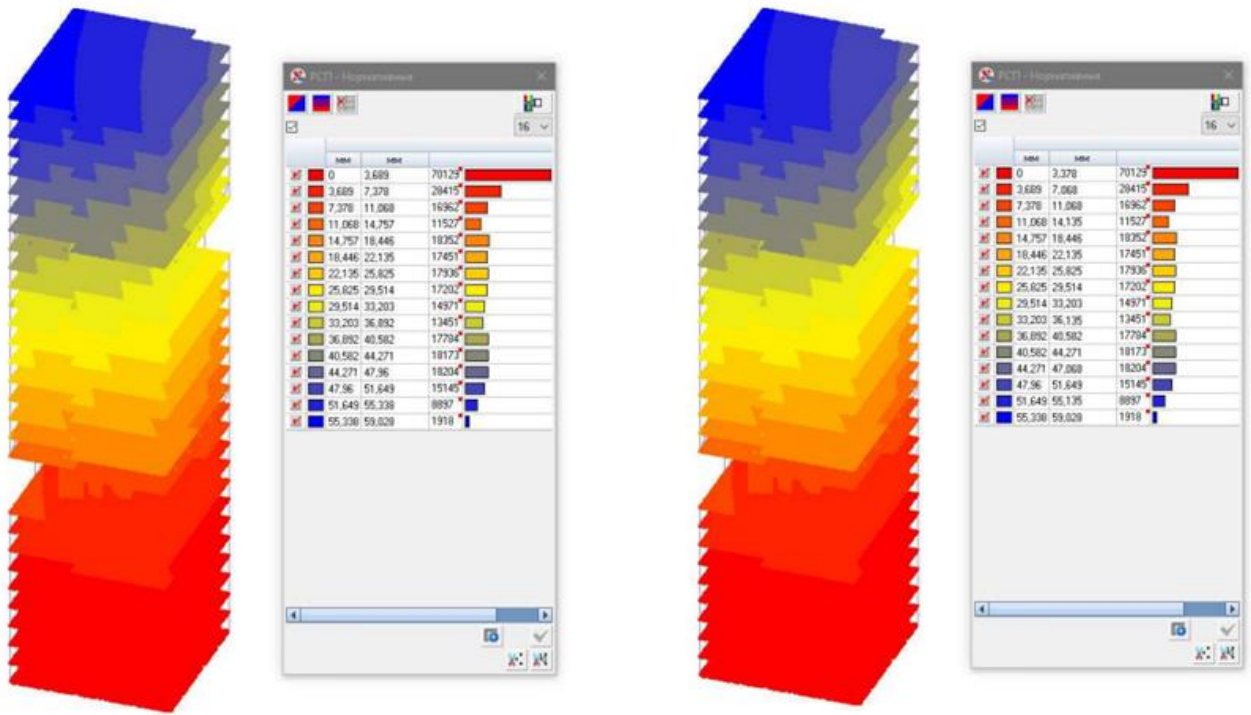


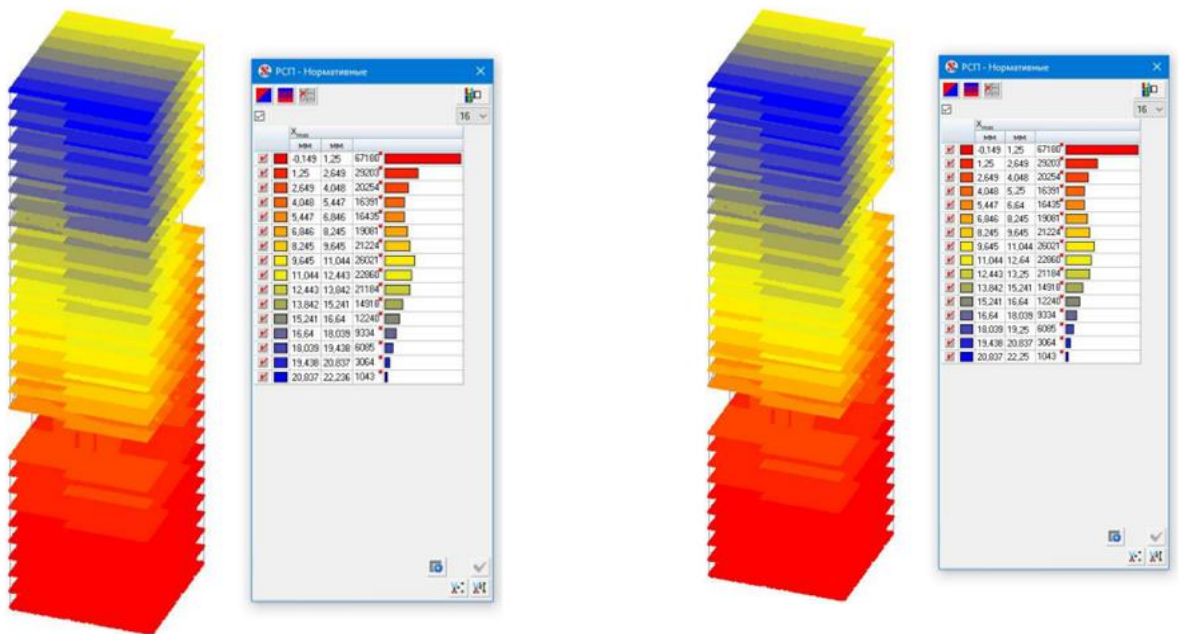
Рисунок 3.4 – Варіант 2. Сумарні переміщення будівлі



Варіант 1

Варіант 2

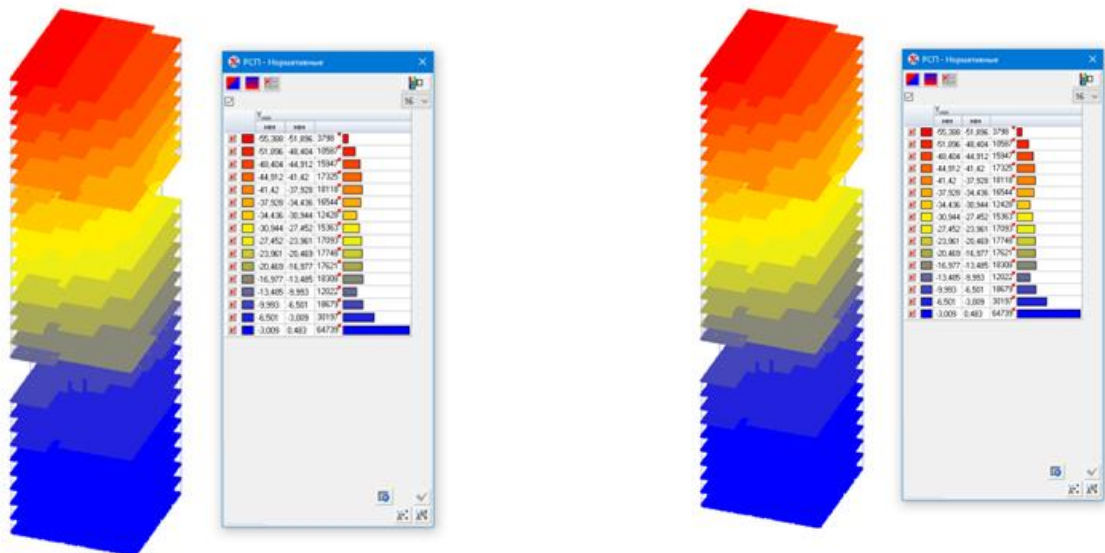
Рисунок 3.7 – Переміщення осі z



Варіант 1

Варіант 2

Рисунок 3.8 – Переміщення по осі x



Варіант 1

Варіант 2

Рисунок 3.9– Переміщення осі у

Таблиця 3.1 - Порівняння показників

№	Найменування показника	Од.	Значення показника	
			Варіант 1	Варіант 2
1	Макс. переміщення від нормативних постійних та тривалих навантажень	мм	106,2	117,27
2	Максимальне горизонтальне переміщення від основного поєднання	мм	42,62	55,13
3	Витрати сталі на металевий каркас	т	149,2	151,6

3.3 Висновок

Аналізуючи отримані результати, варіант 2 має на 9,44% більший показник по сумарних переміщеннях та на 22,69% більші значення по горизонтальних переміщеннях. При цьому економія сталі складає 2,4 тонни.

Недоцільно розташовувати аутригерні поверхи у верхній частині будівлі при даній висоті, оскільки підвищується витрата сталі та збільшується різниця між переміщеннями. Приймається перший варіант розташування аутригерних поверхів як найбільш економічний.

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 перекривають 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 перебування в офісі

Розрахунок опалення проведемо для офісу з площею опалюваних приміщень $S_o=53,73 \text{ м}^2$. Розрахунок проведемо за наявності жителів в кількості 4 чол. та для пустої квартири. 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 квартири: $Q = Q_F + Q_W + Q_L$,

де Q_F – тепловтрати, Вт, через нетеплоакумулюючі частини квартири;

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: $Q_w = F_w / R_z (t_i - t_o) = (107,73 / 4,06) (16 - 5) = 2,56 \text{ кВт}$

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

A_n – площа підлоги приміщення, м^2 ;

h – висота приміщення від підлоги до стелі, м;

t_e – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

Витрати теплоти через нетеплоакуючі 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, м^2 ; k_f – коефіцієнт теплопередачі закслених поверхонь, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{C})$;

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 квартири розрахуємо необхідну кількість радіаторів водяного опалення :

$N = 9,3 / 1,056 = 8,8 \text{ шт.}$, приймаємо 9 штук, де, $Q_0 = 9,3 \text{ кВт}$, $1,056 \text{ кВт}$ – тепла потужність радіатора опалення типу KORADO RADIK KLASIK Тип 10.

Отже, відповідно до розрахунків тепловий режим квартири забезпечуватиметься радіаторним паленням з необхідною кількістю нагрівальних установок. В міру наповнення квартири 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 багатопверхової 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:

1. 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:

$$L_p = H_1 + H_2 + (15 \dots 20), \text{ де } H_1 \text{ і } H_2 \text{ — висоти сусідніх будівель, м.}$$

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 [1].

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, створених 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 цій випускній кваліфікаційній роботі розроблено проект торгово-офісного центру з оглядовими майданчиками в Києві із дослідженням напружено-деформівного стану каркасу.

В **«Архітектурно-будівельному розділі»** розроблено основні архітектурно-будівельні рішення торгово-офісного центру.

Обґрунтовано об'ємно-планувальні рішення будівництва на відведеній ділянці. Приведено конструктивні рішення основних несучих конструкцій.

У **«Розрахунково-конструктивному розділі»** здійснено розрахунок та конструювання залізобетонних елементів будівлі. Встановлено навантаження, які діють на певний елемент конструкції, і проведено перевірку на виконання умов міцності та прогинів.

Проаналізовано інженерно-геологічні умови будівельного майданчика, фізико-механічні характеристики ґрунтів та визначено їх просідання. Розраховано фундаменти під будівлю.

У **«Науково-дослідному розділі»** розроблено скінченно-елементну модель залізобетонного каркасу будівлі. Досліджено два варіанти розташування аутригерних поверхів. Визначено деформативність та розподіл зусиль в каркасі від дії експлуатаційних навантажень при двох варіантах розміщення аутригерних поверхів

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

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи К.: Мінбуд України, 2006.
3. ДБН В.1.17-2018 Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2018.
4. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
5. ДБН В.2.6-31:20021 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. Malezhyk, M.P., Pidhurs’kyi, M.I., Rudyak, Y.A., Pidhurs’kyi, I.M. & Voitovych, L.V. (2019) Investigation of the Fracture of an Orthotropic Plate with Circular Hole and Two Edge Cracks Under Pulsed Loading by the Method of Dynamic Photoelasticity. *Materials Science*, 55(2). P. 254-258. (SCOPUS)
10. Pidgurskyi, Mykola & Rudyak, Yuri & Pidgurskyi, Ivan. (2019). Research and Modeling of Stress-Strain State and Fracture Strength of Triplexes at Temperatures 293–213K. // *Lecture Notes in Mechanical Engineering SerProceedings of the 7th International Conference on Fracture Fatigue and Wear.*, Belgium, Ghent University, 2018. – P.135-150.

11. Pidgurskyi I. Analysis of stress intensity factors obtained with the fem for surface semielliptical cracks in the zones of structural stress concentrators // Scientific Journal of TNTU. - Ternopil: TNTU, 2018. - Vol. 90. - No 2. - P. 92-104. (Index Copernicus, Google Scholar)
12. Вплив температури на мікромеханізми статичного деформування та руйнування теплостійких сталей / П.В. Ясній, В.Б. Гладьо, П.О. Марущак, Д.Я. Баран // Вісник Тернопільського державного технічного університету. - 2007. - Т. 14. - № 3. – С. 7-16.
13. Maruschak P., Degradation and cyclic crack resistance of continuous casting machine roll material under operating temperatures / P. Maruschak, D. Baran // Iranian Journal of Science and Technology Transaction B: Engineering. - 2011. - Vol. 35. - M2. - P. 159-165.
14. Ігнат'єва В.Б. Аналіз способів поліпшення теплотехнічних характеристик при будівництві будівель / В.Б. Ігнат'єва, Е.О. Текін // ЛОГОС. Мистецтво наукової думки, 2019. - Vol. 3. – С. 97-100. Режим доступу: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2617-7064/article/view/306/293> 44. Ignatyeva, V. B. (2018).
15. Yasniy, P.V., Mykhailyshyn, M.S., Pyndus, Y.I. et al. Numerical Analysis of Natural Vibrations of Cylindrical Shells Made of Aluminum Alloy. Mater Sci 55, 502–508 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00331-2>
16. Yasniy P., Pyndus Y., Hud M. Methodology for the experimental research of reinforced cylindrical shell forced oscillations. Scientific journal of the Ternopil national technical university. 2017. Vol. 86. №. 2. P. 7–13
17. Макара, Т.Я. Оцінка вогнестійкості елементів металевого каркасу торгівельно-офісного центру / Т.Я. Макара, Т.О. Криницький, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 25-26 листопада 2020). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2020. – С. 93.
18. Теслюк, М.В. Аналіз впливу типу перев'язки на НДС цегляної кладки в місці стику стін / М.В. Теслюк, Т.К. Гунда, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-

технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 25-26 листопада 2020). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2020. – С. 133-134.

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

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

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

22. Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты. Л. : Стройиздат, 1988. – 298с.

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

24. Флорин В. А. Основы механики грунтов. – М. – Л. : Т. 1, 1951; Т. 2, 1961.

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

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

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

28. 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.

29. Залізобетонні конструкції. Навчальний посібник / Вахненко П.Ф., Павліков А.М., Горик 0.8., Вахненко В.П.// К: Вища школа, 1999.

30. 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.

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

32. 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.

33. 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.