

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

Центр перепідготовки та післядипломної освіти
(повна назва факультету)
Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проектування багатофункціональної висотної будівлі.
в Луцьку з дослідженням роботи залізобетонного ядра жорсткості

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

Студент _____
(підпис) Шумейко В.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Баран Д.Я.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Сорочак А.П.
(прізвище та ініціали)

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

Рецензент _____
(підпис) Бобик М.П.
(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.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Шумейку Віталію Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування багатофункціональної висотної будівлі
в Луцьку з дослідженням роботи залізобетонного ядра жорсткості.

Керівник роботи Баран Денис Ярославович., к.т.н.
(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	Сорочак А.П. доцент		

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)

Шумейко В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Баран Д.Я

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Розділ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	7
1.1 Коротка характеристика земельної ділянки з техніко-економічними показниками.....	7
1.2 Опис рішень щодо благоустрою території	7
1.3 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, його просторової, планувальної та функціональної організації.....	8
1.4 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурно-мистецьких рішень, у тому числі щодо дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва.....	9
1.5 Опис та обґрунтування використаних композиційних прийомів при оформленні фасадів та інтер'єрів об'єкту капітального будівництва	9
1.6 Опис рішень з оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення	10
1.7 Опис та обґрунтування прийнятих об'ємно-планувальних рішень об'єкта капітального будівництва.....	11
1.8 Опис та обґрунтування прийнятих рішень та заходів щодо інженерного забезпечення будівлі	11
1.9 Опис та обґрунтування прийнятих рішень та заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.....	12
1.10 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень із постійним перебуванням людей	14
1.11 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншої дії.....	14
1.12 Опис рішень щодо світлоогородження об'єкта, що забезпечують безпеку польоту повітряних суден	15
1.13 Опис та обґрунтування прийнятих рішень та заходів щодо забезпечення дотримання санітарно-гігієнічних умов	15
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ.....	16
2.1 Початкові дані	16
2.2 Характеристика району будівництва	16

	4
2.2 Збір навантажень.....	18
2.2.1 Навантаження від скління.....	18
2.2.2 Навантаження від ваги перегородок та підлог.....	20
2.2.3 Снігове навантаження.....	22
2.2.4 Навантаження від тиску ґрунту.....	26
2.2.4 Вітрове навантаження.....	27
2.3 Розрахунок будівлі за допомогою ПК SCAD.....	30
2.3.1 Підбір перерізів.....	30
2.3.2 Армування пластинчастих елементів.....	32
2.4 Розрахунок профільованого сталевого настилу.....	37
2.4.1 Розрахунок міцності перерізів нормальних до поздовжньої осі елемента, що згинається.....	37
2.4.2 Розрахунок міцності перерізів похилих до поздовжньої осі елемента, що згинається.....	38
2.4.3 Розрахунок решітки колон наскрізного перерізу.....	40
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ.....	50
3.1 Опис варіантів конструктивних систем, що розглядаються.....	50
3.2 Оцінка варіантів, аналіз результатів та остаточний вибір варіанта конструктивної системи.....	53
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	56
4.1 Охорона праці.....	56
4.1.2 Захисне заземлення.....	60
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	62
4.2.1 Оцінка стійкості об'єкта будівництва до впливу ударної хвилі ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості.....	62
4.2.2 Оцінка масштабу, розмірів втрат та інших наслідків можливої НС на об'єкті будівництва.....	64
ВИСНОВОК.....	68
БІБЛІОГРАФІЯ.....	69

ВСТУП

Луцьк місто, що активно розвивається. Зокрема активно збільшується будівельна сфера. Тема висотного будівництва актуальна для будь-кого міста, тому що його розвиток можливий у всіх містах, де відчувається дефіцит майданчиків для будівництва, а вартість землі постійно зростає.

Актуальність теми. Підвищення поверховості дозволяє збільшити корисну площу будівель, найповніше використовувати земельну ділянку та інвестиції. Крім того, у місті існують сприятливі кліматичні та сейсмічні умови для будівництва висотної будівлі.

Мета роботи: Розробка проекту багатофункціонального центру з дослідженням роботи залізобетонного ядра жорсткості.

Об'єкт досліджень – просторові залізобетонні каркаси висотних громадських будівель.

Предмет дослідження – конструктивні схеми просторових залізобетонних каркасів висотних громадських будівель в об'ємній постановці при дії пульсуючих знакозмінних навантажень.

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

Завдання роботи:

- розробити основні конструктивні та архітектурні рішення висотної будівлі із залізобетонним каркасом;
- виконати розрахунок основних несучих конструкцій багатоповерхової громадської будівлі;
- виконати статичний розрахунок залізобетонного каркасу висотної житлової будівлі в об'ємній постановці при різноманітних конструктивних схемах;
- 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 висотних багатоповерхових будівель із залізобетонним каркасом.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що отримала подальший розвиток методика моделювання конструктивних залізобетонного каркасу у висотних громадських будівлях в об'ємній постановці.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для зведення нових та реконструкції житлових громадських будівель із залізобетонним каркасом в об'ємній постановці.

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

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Коротка характеристика земельної ділянки з техніко-економічними показниками

Ділянка, виділена під будівництво багатофункціонального центру, розташована в м. Луцьк, вул. Джерельна.

З північного боку ділянка обмежена вул. Джерельної, із західної – Луцькським шосе, з південного боку розташовується адміністративна будівля, а зі східної – житловий комплекс.

Рельєф ділянки рівнинний із ухілами до 6%.

Основний під'їзд до будівлі здійснюється з Луцькського шосе та вул. Джерельної.

Розміщення висотної будівлі відповідає вимогі [3], із забезпеченням нормативної інсоляції та необхідної відстані між сусідніми будівлями згідно з [2].

Прогнозовані техніко-економічні показники проекту зведено до загальної таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. - Техніко-економічні показники центру

Загальна площа по центру		106534,4 м ²
з неї	- офісних приміщень	58428,3 м ²
	- автостоянка на 476 м/міс.	36288 м ²
	- адміністративні приміщення	1884,8 м ²
	- приміщення техобслуговування	8048,5 м ²
	- об'єкти громадського харчування	1884,8 м ²
Площа ділянки		28860,25 м ²
Площа забудови		5184 м ²

1.2 Опис рішень щодо благоустрою території

При прийнятті рішень про благоустрій території було враховано існуючу

інфраструктуру та наявний естетичний вигляд району будівництва. Усі рішення приймаються відповідно до [3], [4].

Під час підготовки території до забудови було враховано технологічну послідовність робіт на площах, зайнятих рослинними насадженнями, вільних територіях та територіях, зайнятих існуючими комунікаціями з додатковим розчищенням території у місцях прокладання нових комунікацій.

Безпосередньоблагоустрій території включає створення зон, відведених для пішоходів (ширина тротуару 1,5 м), а також зон для проїзду транспорту (ширина дороги 4,5 м), огорожених бортовим каменем, у зв'язку з існуючими комунікаціями; комплекс заходів щодо інженерної підготовки до озеленення з улаштуванням покриття, освітлення території, а також розміщення малих архітектурних форм: скульптури з рослин, лави та ін. – для покращення екологічного та естетичного стану ділянки.

1.3 Опис та обґрунтуваннязовнішнього та внутрішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, його просторової, планувальної та функціональної організації

Надземна частина будівлі має круглу у плані форму діаметром 49 м. Підземна частина будівлі має розміри 72x72 м в осях 1а-13а та АА-ПП відповідно.

Будівля багатофункціонального центру має 36 поверхів та дворівневу зону відпочинку під купольним покриттям у наземній частині, а також 7-ми ярусне підземне паркування. Висота центру до позначки верху купольного покриття складає 197.480 м. Паркінг заглиблений до позначки 21.265 м.

На першому поверсі будівлі знаходиться адміністрація центру, приміщення для очікування відвідувачів, а також приміщення для забезпечення охорони та технічного обслуговування будівлі; на 35 поверсі розташований ресторан на 120 місць із можливістю виходу на дворівневу зону відпочинку; на 2-11, 13-23, 25-34 поверхах розташовані офіси. Крім того, передбачено наявність 3 технічних поверхів, які розміщуються через кожні 11 поверхів надземної частини будівлі. Дані поверхи призначені для технічного

обслуговування будівлі, розміщення інженерних комунікацій, моніторингу стану несучих конструкцій, а також поділу центру на пожежні відсіки та управління системою протипожежного захисту.

Для найбільшої ефективності використання земельної ділянки та для найкращого забезпечення технологічного процесу в ресторані передбачено багатоярусну підземну частину (7 ярусів), яка призначена для паркінгу на 476 місць з урахуванням місць для маломобільних груп населення та великовантажних машин згідно [5].

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

Згідно з Генеральним планом міста Луцька на період до 2025 р. ділянка, відведена під будівництво, не входить до складу небезпечних геологічних зон, до числа природних зон, що охороняються, і не містить об'єктів культурної спадщини.

Функціональне призначення центру відповідає функціональним зонам міста та вписується у першочергові заходи щодо розміщення об'єктів капітального будівництва громадсько-ділового призначення, а поверховість будівлі задовольняє зонування у місті за висотою будівель та споруд.

Зовнішній вигляд центру вписується у загальні композиційні рішення району будівництва.

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

Для зовнішнього оздоблення застосовується ригельно-стійкове (жорсткий каркас) суцільне скління фасадів ALT-F50, що складається з вертикальних та горизонтальних сталевих профілів, простір між якими заповнений багатошаровим склопакетом.

Як огорожувальні конструкції купольного покриття також вибрано суцільне скління.

Термоізоляція та звукоізоляція досягається за допомогою термовставок та ущільнювачів.

Для забезпечення комфортної температури всередині приміщень необхідний теплотехнічний розрахунок світлопрозорої конструкції, що огороджує.

Для забезпечення безпеки приймається загартоване скло під час виконання фасадів, а також використовуються загородження.

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

Матеріали, що застосовуються при внутрішній обробці центру забезпечують виконання вимог щодо інсоляції, пожежної безпеки, екологічності та гігієнічності відповідно до [6], [7], а також забезпечують комфорт і безпеку на робочих місцях співробітників. Оздоблення стель, підлог та стін у ліфтових холах, коридорах та сходової клітини виконується з вогнетривких матеріалів.

Відомість обробки приміщень, експлікація підлог, а також специфікації заповнення дверних отворів наведено у додатку Б.

Пристрій покриття в зоні відпочинку включає 50 мм ЦПС; ТЕХНОЕЛАСТ Фікс; 2 шари геотекстилю ТЕХНОНІКОЛЬ (1,5 мм), розділених 60 мм шаром екструзійного пінополістиролу, шар дренажної мембрани ТЕХНОНІКОЛЬ Planter geo 0,6 мм та рослинний шар 40 мм із тротуарною плиткою у місцях проходів.

Пристрій покриття в рівні паркування включає пароізоляційний шар Біполь 2 мм; теплоізоляцію ПІНОПЛЕКС 20 мм; бетонну стяжку 20 мм; гідроізоляцію ТЕХНОЕЛАСТмост Б 5 мм; піщано-гравійну суміш 40 мм та шар асфальто-бетону 100 мм.

У місцях зони в'їзду на паркування пристрій покриття включає пароізоляційний шар Біполь 2 мм; теплоізоляцію ПІНОПЛЕКС 40 мм; бетонну стяжку 40 мм; гідроізоляцію ТЕХНОЕЛАСТмост Б 5 мм; піщано-гравійну суміш 100 мм та шар асфальто-бетону 110 мм.

1.7 Опис та обґрунтування прийнятих об'ємно-планувальних рішень об'єкта капітального будівництва

Ухвалені об'ємно-планувальні рішення враховують вимоги пожежної безпеки, забезпечують доступне середовище для маломобільних

груп населення (необхідні проходи, місця для самообслуговування, пандуси), а також комфортні робочі місця для працівників центру згідно з [2], [5], [8].

У будівлі передбачений вертикальний смітєпровід з смітєзбірними камерами; санітарно-побутові приміщення, у тому числі приміщення для зберігання, очищення та сушіння збирального інвентарю; центр управління будівлею (бюро перепусток, довідкова для розподілу потоку відвідувачів, приміщення служби охорони та адміністрації центру).

Розроблені об'ємно-планувальні рішення не обмежують доступу до обладнання та інженерних систем будівлі та не ускладнюють технічне обслуговування будівлі.

У багатофункціональному центрі передбачений вертикальний транспорт у вигляді 9 ліфтів OTIS 2000R вантажопідйомністю 1000 кг, через який здійснюється сполучення між поверхами, у тому числі з підземними ярусами паркінгу. Крім того, передбачені незадимлювані сходи Н2 з влаштуванням додаткового підпору повітря.

Паркувальні місця для маломобільних груп населення розташовані лише на першому підземному ярусі паркінгу.

Склад приміщень офісів та ресторану визначається згідно [8].

Експлікацію приміщень наведено у додатку В.

1.8 Опис та обґрунтування прийнятих рішень та заходів щодо інженерного забезпечення будівлі

Системи інженерних комунікацій задовольняють вимогам [9],[10].

Клас енергоефективності будівлі – Б.

Для виключення можливостей перебоїв у подачі тепла до центру використовуються два незалежні введення міських теплових мереж: основний та резервний (на випадок аварії). Як джерело тепла приймається система централізованого теплопостачання з розподілом тепла між споживачами через індивідуальний тепловий пункт та зонуванням по висоті.

Для забезпечення пожежної безпеки в підземній частині будівлі використовується протидимна вентиляція, яка блокує поширення вогню в області стовбура жорсткості, і є автономною для кожного паркінгового ярусу. До цієї системи протидимної вентиляції також входить функція димовидалення. Повітрообмін паркінгу, забезпечений потужною витяжною системою за допомогою повітроводів та дефлекторів, відокремлений від повітрообміну надземної частини центру.

Для забезпечення водопостачання та пожежогасіння на технічних поверхах передбачені приміщення із насосними установками. Зонування по висоті виконується у зв'язку з розбиттям на пожежні відсіки та з урахуванням гідростатичного тиску. Безперебійна подача води досягається за допомогою двох двотрубних водопровідних вводів за рахунок приєднання до різних ділянок зовнішньої кільцевої водопровідної мережі.

Сміттєпровід для періодичної дезінфекції та усунення засорів обладнано спеціальними пристроями з додатковою функцією пожежогасіння СПСМ-5.

Електропостачання будівлі здійснюється за допомогою трансформаторної підстанції. У цьому споживачі першої категорії забезпечені незалежним електропостачанням.

Крім того, у центрі передбачені системи зв'язку, сигналізації, автоматизації та диспетчеризації.

1.9 Опис та обґрунтування прийнятих рішень та заходів щодо забезпечення пожежної безпеки

Усі прийняті рішення та матеріали відповідають [2],[6].

Рівень відповідальності будівлі – підвищений.

Ступінь вогнестійкості будівлі – I (з урахуванням оштукатурювання

легкими вогнезахисними штукатурками на термостійкій мінеральній основі металоконструкцій з подальшим випробуванням зразків підтвердження необхідних якостей).

Клас конструктивної пожежної безпеки – С0.

Клас пожежної безпеки будівельних конструкцій – К0. Категорія з вибухопожежонебезпеки - Д.

Так як є приміщення різної функціональної пожежної безпеки (ресторан, офіси, зона відпочинку), то вони виділені протипожежними перешкодами відповідно до [11].

Для аварійного порятунку людей передбачені протипожежні стіни, які утворюють безпечні місця та ділять будівлю на пожежні відсіки у вертикальному напрямку. Дані стіни передбачені у місці розташування стовбура жорсткості та в місці розташування незадимлюваної сходи Н2. Стіни зводяться до верхнього рівня зони відпочинку, що забезпечує нерозповсюдження пожежі у суміжний по горизонталі пожежний відсік (технічний поверх). Горизонтальний пожежний відсік відокремлюється від суміжних поверхів перекриття другого типу.

Кількість евакуйованих приймається за кількістю робітників в офісі та відвідувачів ресторану, зони відпочинку збільшеному на 25%.

Ширина проходів забезпечує безперешкодну евакуацію людей у разі надзвичайної ситуації. Відстань від найбільш віддаленого приміщення до шляхів евакуації вбирається у допустимого.

Огороджувальні конструкції сміттекамер відповідають вимогам вогнестійкості.

Для усунення задимлюваності в будівлі є датчики димовидалення та протидимна вентиляція. Крім того, для пожежогасіння на технічних поверхах передбачені приміщення із насосними установками із забезпеченням безперебійної подачі води.

У центрі передбачено ліфти для пожежників, які відповідають вимогам [12]. Вони мають систему автоматичного групового управління, і вони встановлені у загальному ліфтовому холі. При нормальному режимі

функціонування дані ліфти експлуатуються як пасажирські.

При заскленні фасадів та заскленні дверей, що ведуть у вестибюль, ліфтовий хол використовується вогнестійке скло (протипожежні двері EI 30).

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

Природне освітлення забезпечене у приміщеннях із постійним перебуванням людей згідно [13]. На поверхах, де розташовуються офісні приміщення та приміщення адміністрації та управління центром, передбачено бічне природне освітлення за рахунок суцільного скління фасаду. Зона відпочинку має комбіноване (бокове та верхнє) природне освітлення за рахунок суцільного скління купольного покриття.

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

Для зниження рівня шуму та вібрації передбачено комплекс спрямованих заходів:

- використання герметичних притворів та герметиків при влаштуванні дверних отворів та суцільного скління, у тому числі обробка зазорів при монтажі;
- використання двокамерного склопакета при суцільному склінні фасаду та склінні купола для зниження рівня зовнішнього шуму;
- використання звукоізоляційного матеріалу у полотнах дверей;
- використання звукоізоляції ТЕХНОІКОЛЬ при влаштуванні підлог;
- приміщення з постійним перебуванням людей віддалені від обладнання, що створює вібраційні навантаження (ліфтові шахти, машинне відділення), у приміщеннях з тимчасовим перебуванням людей передбачено вібро- та шумоізоляцію.

Більшість устаткування, що створює вібраційні навантаження, розташовується на технічних поверхах.

1.12 Опис рішень щодо світлогородження об'єкта, що забезпечують безпеку польоту повітряних суден

Усі рішення приймаються з [14].

Будівля позначена загороджувальними вогнями середньої інтенсивності зверху вниз до позначки 43.200 м. У верхній точці купола передбачені здвоєні загороджувальні вогні, які працюють по одному від пристрою автоматичного включення резервного вогню при виході з ладу основного, а при поломці обидва вогню залишаються.

За недостатньої видимості загороджувальні вогні автоматично змінюють інтенсивність на високу.

1.13 Опис та обґрунтування прийнятих рішень та заходів щодо забезпечення дотримання санітарно-гігієнічних умов

Усі приміщення багатофункціонального центру мають загальне та місцеве штучне освітлення.

Для зниження теплового впливу в приміщеннях у спекотний період передбачена система кондиціонування, у найбільш холодний період система опалення забезпечує рівномірне нагрівання повітря.

У процесі будівництва та експлуатації необхідно періодично проводити комплекс заходів (нанесення тонких металевих плівок на металоконструкції, використання просочення Біоцит для захисту від грибка та плісняви усунення та профілактики біоушкоджень конструкцій (біологічна корозія). Всі матеріали, що застосовуються, мають гігієнічні сертифікати.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Початкові дані

Спираючись на аналіз виконаний при варіантному проектуванні, як вихідні дані для розробки розрахунково-конструктивного розділу приймається багатофункціональний центр зі ствольно-каркасною несучою системою з аутригерними поверхами.

Несучі елементи каркаса (головні та другорядні балки, колони) виконуються зі сталі 06МБФ. Вони поділені на блоки уніфікації зниження витрати матеріалу.

Ствол жорсткості товщиною 600 мм виконаний з монолітного залізобетону класу В40 та армований арматурою класу А500 та А240. Монолітне перекриття із монолітного залізобетону В35 по балках має товщину 220 мм, жорсткий диск перекриття на позначці +172.830 має товщину 250 мм. Сходові марші виконуються монолітними.

Рівень відповідальності будівлі згідно з [15] – КС-3.

Висота поверху надземної частини становить 4,8 м. Також є вихід до дворівневої зони відпочинку під купольним покриттям (ребристо-кільцевий купол) заввишки 24,5 м. Найвища позначка покриття +197.480 м.

Висота одного ярусу підземного паркінгу 3 м. Найнижча відмітка підземної частини –21.822 м.

Розміри будівлі на рівні паркування 72x72 м ; розміри надземної частини -49 м.

2.2 Характеристика району будівництва

Будівництво планується проводити у м. Луцьк.

Даний район будівництва за [16] характеризується такими природно-кліматичними даними:

- середньорічна температура повітря – плюс 5,4 ° С;
- абсолютна максимальна температура повітря – плюс 38 ° С;

- середня максимальна температура повітря найтеплішого місяця - плюс 23,5 ° С;
- абсолютна мінімальна температура повітря – мінус 43 ° С;
- температура повітря найбільш холодної доби – мінус 25°С із забезпеченістю 0,98;
- температура повітря найбільш холодної п'ятиденки – мінус 19 ° С із забезпеченістю 0,98;
- температура повітря найбільш холодної доби – мінус 28°С із забезпеченістю 0,92;
- температура повітря найбільш холодної п'ятиденки - мінус 15 ° С із забезпеченістю 0,92;
- середня температура повітря найхолоднішого місяця - мінус 7,8 ° С;
- середня температура повітря найтеплішого місяця - плюс 19,7 ° С;
- тривалість періоду із середньодобовою температурою нижче 0°С – 135 діб;
- тривалість періоду із середньодобовою температурою нижче плюс 8°С – 105 діб;
- середньорічна температура із середньодобовою температурою нижче 0°С – мінус 5,5°С;
- середньорічна температура із середньодобовою температурою нижче плюс 8°С – мінус 2,2°С;
- середня місячна відносна вологість повітря найхолоднішого місяця – 83 %;
- середня місячна відносна вологість повітря найтеплішого місяця – 73%;
- кількість опадів протягом року – 690 мм;
- добовий максимум – 63 мм;
- переважний напрямок вітрів грудень-лютий – західний;
- за сукупністю всіх метеорологічних даних клімат району будівництва характеризується вологим помірно континентальним, з сильним впливом атлантичного морського, з чітко вираженою сезонністю;

- район впливу клімату на технічні вироби та матеріали належить до групи П5;
- кліматичний район для будівництва – ПВ;
- відповідно до [17] розрахункове значення ваги снігового покриву на 1 м² горизонтальної поверхні землі дорівнює 1,45 кН/м²;
- нормативний вітровий тиск – 0,23 кН/м², I вітровий район;
- сейсмічність району по [16] - 5 балів для сейсмічної небезпеки типу "А", "В", "С" при 10%, 5% та 1% ймовірності на протязі 50 років відповідно.

2.2 Збір навантажень

2.2.1 Навантаження від скління

Навантаження від склопакета складає

$$q_c = \rho \cdot \delta \cdot g = 2500 \cdot (4 \cdot 3 \cdot 10^{-3}) \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 0,294 \text{ кН} / \text{м}^2;$$

$$q_{c.p} = q_c \cdot \gamma_f = 0,294 \cdot 1,2 = 0,353 \text{ кН} / \text{м}^2,$$

де γ_f - коефіцієнт надійності по навантаженню.

Скління купола кріпиться на 4 контури. Необхідно визначити вантажні площі, нормативне та повне навантаження на стрижні купола.

$$q_m^n = q_c \cdot \frac{A_m}{l_m}, \quad (2.1)$$

Де q_m^n - нормативне навантаження на стрижень бані m;

A_m - вантажна площа ділянки;

l_m - Довжина стрижня.

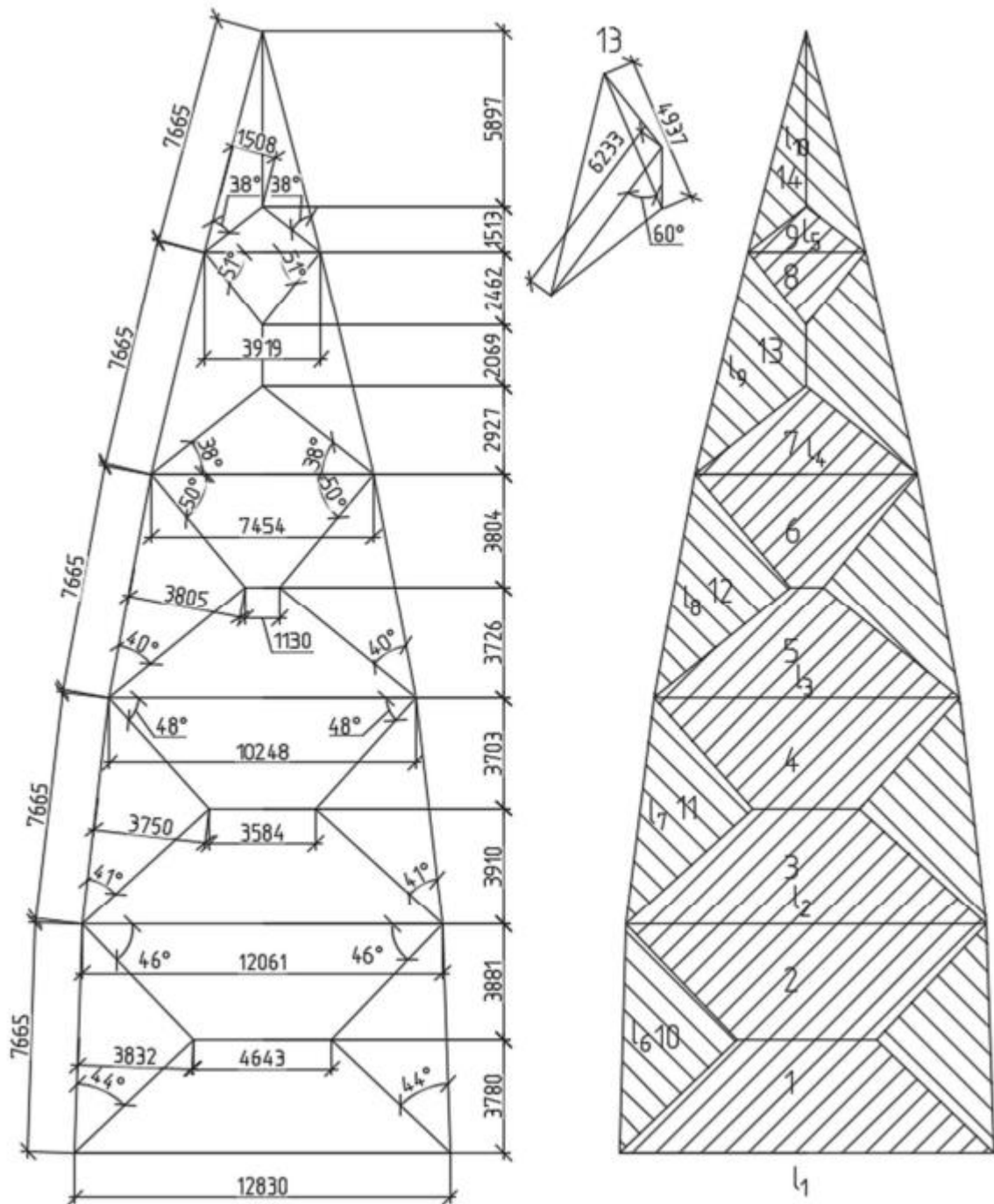


Рисунок 2.1 - Розподіл вантажних площ (збирання навантаження від скління бані на стрижні)

$$q_m = q_m^n \cdot \gamma_f,$$

де q_m - Повне навантаження на стрижень купола m ;

γ_f - Коефіцієнт надійності по навантаженню, рівний 1,2.

Результати розрахунку навантаження зведено до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Навантаження від скління, зібране на стрижні купола

Номер стрижня	Довжина стрижня, м	Нормативна навантаження, кН/ м	Повна навантаження, кН/ м
1	12,83	0,757	0,908
2	12,061	1,536	1,843
3	10,248	1,343	1,612
4	7,454	1,074	1,289
5	3,919	0,584	0,701
6	7,665	1,127	1,352
7	7,665	1,103	1,324
8	7,665	1,119	1,343
9	7,665	1,022	1,226
10	7,665	0,443	0,532

Вітражі кріпляться по 2 сторони з боку перекриттів.

$l_g = 12,83$ м. У середній частині будівлі

$$q_g^n = q_c \cdot \frac{A}{l_g} = 0,294 \cdot \frac{4,8 \cdot 12,83}{12,83} = 1,411 \text{ кН / м.}$$

У крайній частині будівлі

$$q_g^n = q_c \cdot \frac{A}{l_g} = 0,294 \cdot \frac{2,4 \cdot 12,83}{12,83} = 0,706 \text{ кН / м.}$$

2.2.2 Навантаження від ваги перегородок та підлог

Навантаження від статей відбито у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Навантаження від підлоги

Найменування шару	Товщина, мм	Густина, кг/ м ³	Нормативне навантаження, кН	Розрахункове навантаження, кН/м ²
1	2	3	4	5
Тип підлоги 1 на перекриттях 1-36 поверхів				
Керамічна плитка	8	2400	0,188	0,226

Закінчення таблиці 2.2

1	2	3	4	5
Стяжка з цементно-піщаного розчину М 150	40	1800	0,706	0,848
Пінополістирол	30	35	0,01	0,012
Гідроізоляція	1,5	4,95 (кг/м ²)	0,049	0,058
Звукоізоляція	5	41	0,002	0,0024
Разом			0,955	1,146
Тип підлоги 2 на 36 поверсі				
Паркетна дошка	10	1100	0,108	0,129
Стяжка з цементно-піщаного розчину М 150	40	1800	0,706	0,848
Пінополістирол	30	35	0,01	0,012
Гідроізоляція	1,5	4,95 (кг/м ²)	0,049	0,058
Звукоізоляція	5	41	0,002	0,0024
Разом			0,875	1,049
Перекриття зони відпочинку				
Рослинний шар	40	1200	0,471	0,565
Дренажна мембрана	0,6	0,65 (кг/м ²)	0,0064	0,0077
Геотекстиль	1,5	0,35 (кг/м ²)	0,0034	0,0041
Екструзійний пінополістирол	60	30	0,018	0,021
Геотекстиль	1,5	0,35 (кг/м ²)	0,0034	0,0034
Техноеласт фікс	3	4 (кг/м ²)	0,039	0,047
Стяжка з цементно-піщаного розчину М 150	50	1800	0,883	1,059
Разом			1,424	1,707
Перекриття паркування				
Асфальто-бетон	100	2385	2,34	2,808
Піщано-гравійна суміш	40	1600	0,628	0,754
Гідроізоляція	5	14,85 (кг/м ²)	0,146	0,175
Бетонна стяжка	20	2500	0,491	0,589
Піноплекс	20	25	0,0049	0,0059
Пароізоляція	2	3 (кг/м ²)	0,029	0,035
Разом			3,639	4,367

Перегородки із монолітного залізобетону товщиною 120 мм. При висоті поверху 4,8 м вага погонного метра становитиме

$$q_n = 0,12 \cdot 4,8 \cdot 2,5 = 1,44 \text{ т / м.}$$

2.2.3 Снігове навантаження

1) Варто розглядати 3 варіанти снігового навантаження на покриття купола, так як відношення висоти купола до його діаметра складає

$$\frac{f}{d} = \frac{24,5}{49} = 0,5 > 0,05.$$

Варіант 1

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

Нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття купола становить (2.3)

де S_g - Нормативне значення ваги снігового покриву на 1 м² поверхні;

c_e - Коефіцієнт, що враховує знесення снігу з покриттів будівель від вітру та інших факторів;

c_t - Термічний коефіцієнт;

□- Коефіцієнт переходу від снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття.

$$S_o = 1,45 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 1,233 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

$$S = S_o \cdot \gamma_f = 1,233 \cdot 1,4 = 1,726 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

Розрахункове значення навантаження

Необхідно визначити нормативне та повне навантаження на стрижні купола з урахуванням вантажних площ (рисунок 2.1.). Результати зведено до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Значення снігового навантаження для першого варіанта

Номер стрижня	Довжина стрижня, м	Нормативне навантаження, кН/ м	Повне навантаження, кН/ м
1	2	3	4
1	12,83	-	-
2	12,061	-	-
3	10,248	0,955	1,337
4	7,454	3,211	4,496
5	3,919	2,451	3,431
6	7,665	-	-
7	7,665	0,784	1,097
8	7,665	0,795/3,345	1,114/4,683
9	7,665	3,056/4,287	4,278/6,002
10	7,665	1,86	2,604

Варіант 2

Значення коефіцієнта переходу від снігового покриву землі до сніговому навантаженні на покриття при $\alpha = 30^\circ$ складає

$$\mu = C_{r1} \cdot \left(\frac{z}{r_1^2} \right) \cdot \sin \beta; \quad (3.4)$$

$$C_{r1} = 2,55 - \exp\left(0,8 - 14 \cdot \frac{f}{d}\right) = 2,55 - \exp\left(0,8 - 14 \cdot \frac{24,5}{49}\right) = 2,548;$$

$$\mu_1 = 2,548 \cdot \left(\frac{8,302}{12,062} \right)^2 \cdot \sin 30 = 0,604;$$

$$S_{o1} = 1,45 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,604 = 0,744 \text{ кН} / \text{м}^2;$$

$$S_1 = S_{o1} \cdot \gamma_f = 0,744 \cdot 1,4 = 1,042 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

Значення коефіцієнта переходу від снігового покриву землі до сніговому навантаженні на покриття при складає

$$\mu = 1,5 \cdot \sin \alpha = 1,5 \cdot \sin 30 = 0,75, \text{ при } \alpha = 45^\circ \text{ та } \mu = 0, \text{ при } \alpha > 60^\circ.$$

При проміжних значеннях необхідно скористатися лінійною інтерполяцією та екстраполяцією, тоді

$$S_{o2} = 1,45 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1,25 = 1,541 \text{кН} / \text{м}^2;$$

$$S_2 = S_{o2} \cdot \gamma_f = 1,541 \cdot 1,4 = 2,157 \text{кН} / \text{м}^2;$$

$$S_{o3} = 1,45 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,35 = 0,431 \text{кН} / \text{м}^2;$$

$$S_3 = S_{o3} \cdot \gamma_f = 0,431 \cdot 1,4 = 0,604 \text{кН} / \text{м}^2.$$

Необхідно визначити нормативне та повне навантаження на стрижні купола з урахуванням вантажних площ (рисунок 2.1.). Результати зведено до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Значення снігового навантаження другого варіанта

Номер стрижня	Довжина стрижня, м	Нормативна навантаження, кН/ м	Повна навантаження, кН/ м
1	2	3	4
1	12,83	-	-
2	12,061	-	-
3	10,248	2,003	2,805
4	7,454	5,63	7,882
5	3,919	1,478	2,07
6	7,665	-	-
7	7,665	1,617	2,263
8	7,665	1,64/5,863	2,296/8,209
9	7,665	2,587/5,358	3,622/7,501
10	7,665	1,122	1,571

Варіант 3

Значення коефіцієнта переходу від снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття становить

$$\mu = \sqrt[3]{\frac{2f}{d} \sin(3\alpha) \cdot \sin(\beta)}; \quad (2.5)$$

Значення коефіцієнтів переходу, нормативного та повного навантаження на покриття купола наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Значення снігового навантаження на покриття для третього варіанта

№	□	Нормативне навантаження, кН/м ²	Повне навантаження, кН/м ²
1	0,757	0,933	1,306
2	0,785	0,968	1,355
3	0,564	0,695	0,973

Необхідно визначити нормативне та повне навантаження на стрижні купола з урахуванням вантажних площ (рисунок 2.1.). Результати зведено до таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Значення снігового навантаження для третього варіанта

Номер стрижня	Довжина стрижня, м	Нормативна навантаження, кН/ м	Повна навантаження, кН/ м
1	2	3	4
1	12,83	-	-
2	12,061	-	-
3	10,248	3,174	4,444
4	7,454	3,536	4,951
5	3,919	1,854	2,596
6	7,665	-	-
7	7,665	2,606	3,648
8	7,665	2,645/3,683	3,703/5,157
9	7,665	3,365/3,244	4,711/4,541
10	7,665	1,407	1,969

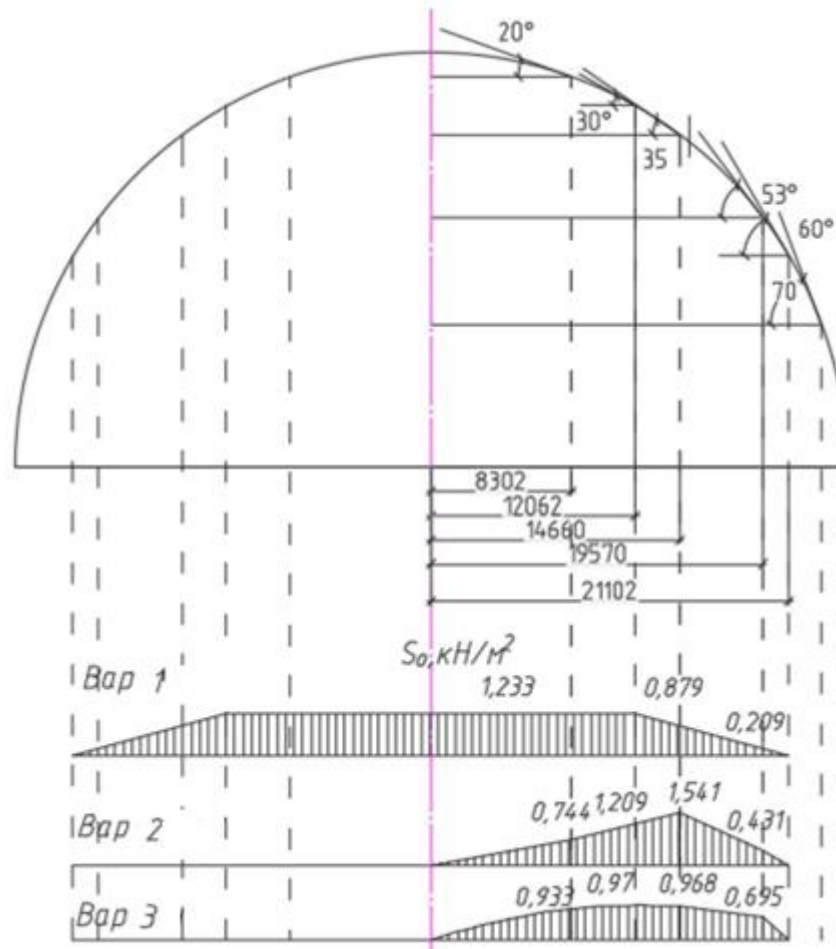


Рисунок 2.2 - Розподіл снігового навантаження

2.2.4 Навантаження від тиску ґрунту

Визначимо коефіцієнт горизонтальної складової активного тиску ґрунту за формулою

$$\lambda_2 = \operatorname{tg}^2 \cdot (45^\circ - \phi / 2) = \operatorname{tg}^2 \cdot (45^\circ - 24^\circ / 2) = 0,42,$$

де ϕ – кут внутрішнього тертя для суглинку.

Інтенсивність активного тиску зв'язкового ґрунту визначається за формулою

$$\sigma'_2 = \sigma_2 - \sigma_{c2}, \quad (2.6)$$

де σ_{c2} – Горизонтальні сили зчеплення.

$$\sigma_{cz} = c \cdot \kappa, \quad (2.7)$$

де κ – питоме зчеплення ґрунту засипки.

$$\kappa = 2\sqrt{\lambda_2} = 2 \cdot \sqrt{0,42} = 1,3;$$

$$\sigma_{cz} = 0,39 \cdot 1,3 = 0,507 \text{ т / м}^2;$$

$$\sigma_z = \gamma \cdot h \cdot \lambda_2 = 2,71 \cdot 21 \cdot 0,42 = 23,9 \text{ т / м}^2,$$

де γ – питома вага ґрунту (суглинок);

λ_2 ґрунту.

- Коефіцієнт горизонтальної складової активного тиску

$$\sigma'_z = 23,9 - 0,507 = 23,393 \text{ т / м}^2.$$

Горизонтальна складова активного тиску ґрунту визначається за формулою

$$E'_z = \frac{1}{2} \cdot \sigma'_z (H - h_c) = \frac{1}{2} \cdot \sigma'_z \left(H - \frac{\sigma_{cz}}{\sigma_z} \cdot H \right) = \frac{1}{2} \cdot 23,393 \left(3 \cdot 7 - \frac{0,507}{23,9} \cdot 3 \cdot 7 \right) = 240,4 \text{ т / м} = 2358,32 \text{ кН / м},$$

де σ'_z – інтенсивність активного тиску зв'язкового ґрунту;

h_c – висота підвалу.

Розрахункове значення тиску ґрунту

$$E'_{сп} = E'_{sp} \cdot \frac{l}{A} = \frac{2712,07}{72} = 37,67 \text{ кН / м}^2.$$

$$E'_{zn} = E'_z \cdot \frac{l}{A} = \frac{2358,32}{72} = 32,75 \text{ кН / м}^2;$$

2.2.4 Вітрове навантаження

Крок обчислення аеродинамічного коефіцієнта для надземної частини будівлі до бані приймається 3,136 м. На один бік 4 значення, кут між кроками 7,5 град.

Вітрове навантаження обчислюється за допомогою формули

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c_{e1}, \quad (2.8)$$

де w_0 – нормативне значення вітрового тиску;

$k(z_e)$ коефіцієнт, що враховує зміну навантаження за висотою;

c_{e1} аеродинамічний коефіцієнт

$$k(z_e) = k_{10} (z_e / 10)^{2\alpha}, \quad (2.9)$$

де

$k_{10} = 0,65$ – для місцевості типу;

$\alpha = 0,2$ – для місцевості типу Ст.

Число Рейнольдса визначається так

$$Re = 0,88d \cdot \sqrt{w_0 \cdot k(z_e)} \cdot \gamma_f \cdot 10^5.$$

Потім необхідно визначити аеродинамічний коефіцієнт

$$c_{e1} = k_{\lambda 1} \cdot c_{\beta};$$

$$k_{\lambda 1} = 1 \text{ при } c_{\beta} > 0; \quad k_{\lambda 1} = k_{\lambda} = 0,68.$$

k_{λ} приймається по [17] і залежить від відносного видовження елемента

$$\lambda_e = 2\lambda = \frac{l}{b} = 2 \cdot \frac{172,8}{49} = 7,05, \quad \text{а також степеня заповнення}$$

$$\varphi = \frac{1}{A_k} \sum A_i = \frac{1}{1764,5} \cdot 1764,5 = 1,$$

де A_k – площа, обмежена контуром конструкції;

A_i – площа проєкції елемента конструкції.

Для обчислення аеродинамічного коефіцієнта бані необхідно визначити його у трьох точках.

$$\text{Т.к. } f/l = 24,5/49 = 0,5; \quad h_1/l = 172,83/49 = 3,548 \rightarrow c_e(A) = 0,8; \quad c_e(B) = -1,3;$$

$c_e(C) = \alpha = 0,5$. Для проміжних точок значення визначаються лінійною інтерполяцією.

Таблиця 2.7 – Значення вітрового навантаження для купола

w_m , кН/м								
A	1	2	3	У	4	5	6	3
3,07	2,793	0,71	-2,905	-4,988	-4,194	-2,816	-2,022	-1,919
2,637	2,4	0,61	-2,495	-4,285	-3,603	-2,419	-1,737	-1,648
2,117	1,926	0,489	-2,003	-3,439	-2,892	-1,942	-1,394	-1,323
1,369	1,246	0,317	-1,295	-2,224	-1,87	-1,256	-0,902	-0,855

Таблиця 2.8 – Значення вітрового навантаження надземної частини будівлі до бані

h , м	w_m , кН/м								
	0°	22,5 про	45 про	67,5 про	90 про	112,5 про	135 про	157,5 про	180 про
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4,8	0,535	0	-0,364	-0,673	-0,546	-0,618	-0,618	-0,618	-0,618
9,6	0,706	0	-0,482	-0,889	-0,722	-0,816	-0,816	-0,816	-0,816
14,4	0,83	0	-0,568	-1,046	-0,85	-0,96	-0,96	-0,96	-0,96
19,2	0,932	0	-0,639	-1,174	-0,956	-1,077	-1,077	-1,077	-1,077
24	1,019	0	-0,701	-1,284	-1,047	-1,177	-1,177	-1,177	-1,177
28,8	1,096	0	-0,756	-1,382	-1,129	-1,266	-1,266	-1,266	-1,266
33,6	1,165	0	-0,807	-1,471	-1,203	-1,347	-1,347	-1,347	-1,347
38,4	1,229	0	-0,853	-1,552	-1,271	-1,421	-1,421	-1,421	-1,421
43,2	1,288	0	-0,897	-1,628	-1,335	-1,489	-1,489	-1,489	-1,489
48	1,344	0	-0,939	-1,699	-1,395	-1,554	-1,554	-1,554	-1,554
52,8	1,396	0	-0,978	-1,766	-1,453	-1,614	-1,614	-1,614	-1,614
57,6	1,446	0	-1,015	-1,829	-1,507	-1,671	-1,671	-1,671	-1,671
62,4	1,493	0	-1,052	-1,89	-1,559	-1,725	-1,725	-1,725	-1,725
67,2	1,538	0	-1,086	-1,948	-1,609	-1,777	-1,777	-1,777	-1,777
72	1,581	0	-1,12	-2,003	-1,657	-1,827	-1,827	-1,827	-1,827
76,8	1,622	0	-1,153	-2,057	-1,704	-1,875	-1,875	-1,875	-1,875
81,6	1,662	0	-1,184	-2,109	-1,749	-1,921	-1,921	-1,921	-1,921
86,4	1,7	0	-1,215	-2,158	-1,793	-1,965	-1,965	-1,965	-1,965
91,2	1,737	0	-1,245	-2,207	-1,836	-2,008	-2,008	-2,008	-2,008
96	1,773	0	-1,275	-2,254	-1,878	-2,05	-2,05	-2,05	-2,05
100,8	1,808	0	-1,303	-2,299	-1,918	-2,09	-2,09	-2,09	-2,09
105,6	1,842	0	-1,332	-2,344	-1,958	-2,13	-2,13	-2,13	-2,13
110,4	1,875	0	-1,359	-2,387	-1,997	-2,168	-2,168	-2,168	-2,168
115,2	1,907	0	-1,387	-2,429	-2,035	-2,205	-2,205	-2,205	-2,205
120	1,939	0	-1,413	-2,471	-2,073	-2,241	-2,241	-2,241	-2,241
124,8	1,97	0	-1,44	-2,511	-2,109	-2,277	-2,277	-2,277	-2,277
129,6	2	0	-1,466	-2,551	-2,146	-2,311	-2,311	-2,311	-2,311

Закінчення таблиці 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
134,4	2,029	0	-1,491	-2,589	-2,181	-2,345	-2,345	-2,345	-2,345
139,2	2,057	0	-1,517	-2,627	-2,216	-2,378	-2,378	-2,378	-2,378
144	2,086	0	-1,542	-2,665	-2,251	-2,411	-2,411	-2,411	-2,411
148,8	2,113	0	-1,566	-2,701	-2,285	-2,443	-2,443	-2,443	-2,443
153,6	2,14	0	-1,591	-2,737	-2,318	-2,474	-2,474	-2,474	-2,474
158,4	2,167	0	-1,615	-2,773	-2,351	-2,505	-2,505	-2,505	-2,505
163,2	2,193	0	-1,639	-2,808	-2,384	-2,535	-2,535	-2,535	-2,535
168	2,218	0	-1,662	-2,842	-2,416	-2,564	-2,564	-2,564	-2,564
172,8	2,243	0	-1,686	-2,876	-2,448	-2,593	-2,593	-2,593	-2,593

2.3 Розрахунок будівлі за допомогою ПК SCAD

Для створення схеми будівлі використовується ПК SCAD.

Після створюються завантаження: власна вага, навантаження від вітражів і підлог, навантаження від ваги перегородок, корисне (експлуатаційне навантаження), що приймається згідно [17], навантаження від тиску ґрунту на підземну частину будівлі, снігове навантаження (3 варіанти), вітрове навантаження (по напрямку X та

У SCAD потрібно перевірити схему на предмет помилок: зробити упаковку даних, експрес-контроль схеми і перевірку готовності схеми до розрахунку.

Далі створюються комбінації завантажень і розрахункові поєднання зусиль виявлення найнесприятливіших умов роботи конструкції. Створюємо наступні комбінації завантажень: без урахування вітрових навантажень з розподіленим навантаженням від перегородок та комбінації цього завантаження з вітровим навантаженням з урахуванням її взаємовиключення/

2.3.1 Підбір перерізів

Підбір перерізів здійснюється за допомогою ПК SCAD з урахуванням підвищеної відповідальності унікальної будівлі, коефіцієнтів умови роботи, а також умов закріплення елементів, граничною гнучкістю елементів.

Сталь вибирається відповідно до підвищених вимог вогнестійкості

будівлі, з урахуванням підвищеної відповідальності унікальної будівлі (коефіцієнт 1,1), а також температури зовнішнього повітря району будівництва.

Для підбору перерізів створюються групи конструкцій з урахуванням розбиття на блоки уніфікації та умов закріплення конструкцій: жорстке сполучення між балками та колонами, між колонами та фундаментом.

Горизонтальні переміщення верхньої точки висотної будівлі не повинні перевищувати значення

$$H / 500 = 197480 / 500 = 394,96 \text{ мм} \text{ по [18].}$$

Отримані переміщення

		X		
		MM	MM	
✓	■	-187.257	-175.138	2
✓	■	-175.138	-163.019	0
✓	■	-163.019	-150.901	1
✓	■	-150.901	-138.782	1
✓	■	-138.782	-126.663	0
✓	■	-126.663	-114.544	0
✓	■	-114.544	-102.425	0
✓	■	-102.425	-90.306	0
✓	■	-90.306	-78.187	0
✓	■	-78.187	-66.069	0
✓	■	-66.069	-53.95	0
✓	■	-53.95	-41.831	30
✓	■	-41.831	-29.712	173
✓	■	-29.712	-17.593	17393
✓	■	-17.593	-5.474	363956
✓	■	-5.474	6.645	480053

Рисунок 2.6 - Переміщення по осі X висотної будівлі

Як видно, максимальні горизонтальні переміщення не перевищують максимального значення.

Також необхідно перевірити динамічну комфортність будівлі. По [17] максимальне значення прискорень становить $0,08 \text{ м/с}^2$.

$$0,114 / 2 = 0,057 \text{ м/с}^2 < 0,08 \text{ м/с}^2.$$

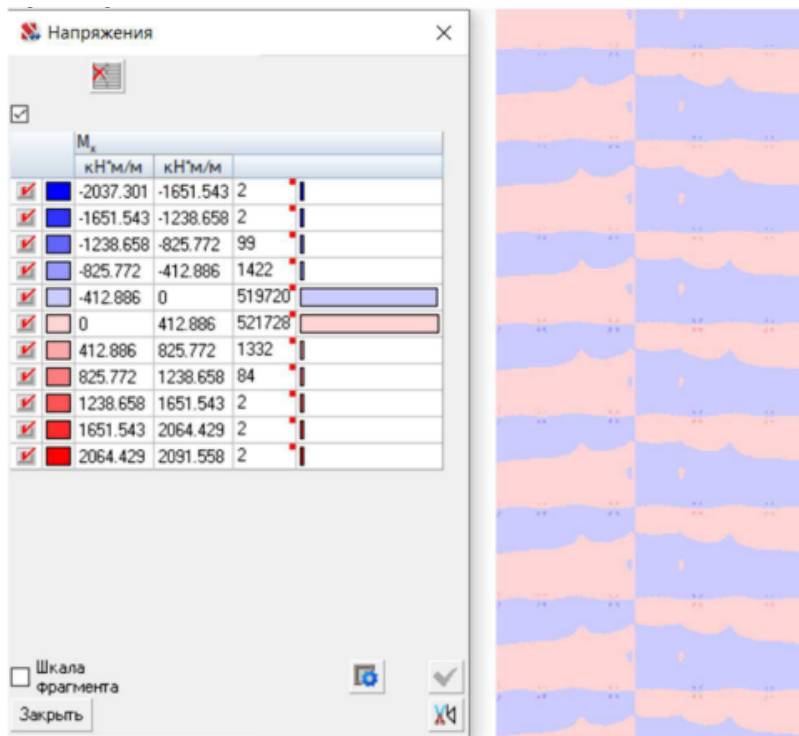
Умова виконується, динамічна комфортність будівлі забезпечена.

X			
	М/сек ²	М/сек ²	
✓	0	0.007	335650
✓	0.007	0.014	24478
✓	0.014	0.021	30454
✓	0.021	0.029	29181
✓	0.029	0.036	26865
✓	0.036	0.043	23325
✓	0.043	0.05	28138
✓	0.05	0.057	28194
✓	0.057	0.064	16846
✓	0.064	0.071	28788
✓	0.071	0.078	28843
✓	0.078	0.086	29292
✓	0.086	0.093	30033
✓	0.093	0.1	51874
✓	0.1	0.107	45967
✓	0.107	0.114	103681

Рисунок 2.7 - Значення найбільших прискорень

2.3.2 Армування пластинчастих елементів

Армування необхідне для забезпечення ефективної роботи залізобетонних пластинчастих елементів: стін підземного паркування, стовбура жорсткості та плит перекриття. Розрахунок ведеться за допомогою ПК SCAD для третьої категорії тріщиностійкості.

Рисунок 2.8 - Ізополь M_X для стовбура жорсткості, кН·м/м

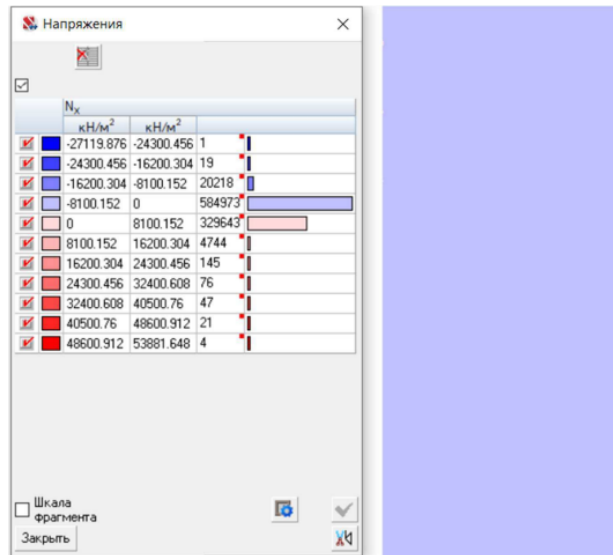


Рисунок 2.9 - Ізополь N_X для стовбура жорсткості, кН/м²

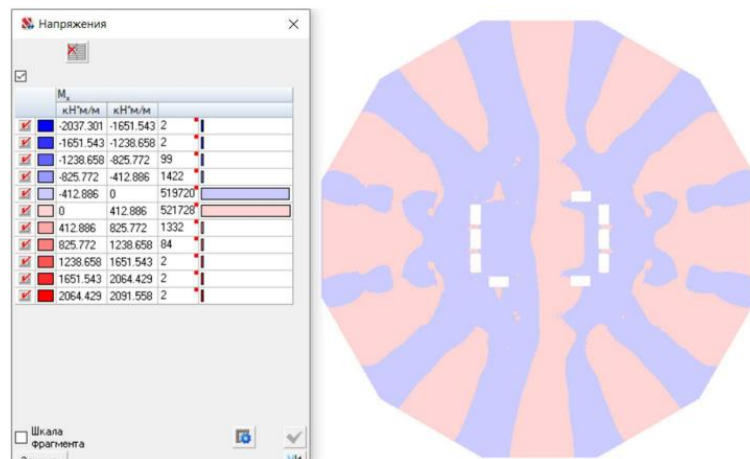


Рисунок 2.10 - Ізополь M_X для плити перекриття, кН·м/м

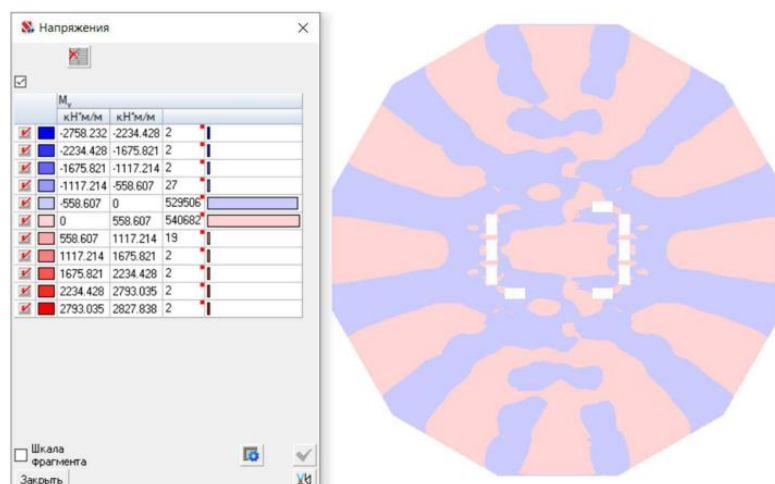


Рисунок 2.11 - Ізополь M_Y для плити перекриття, кН·м/м

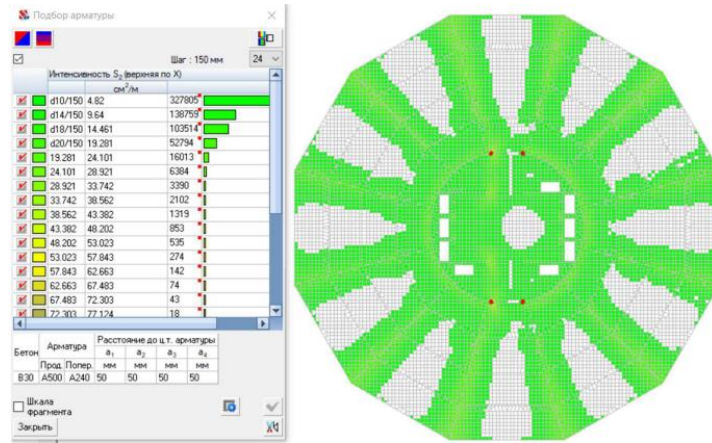


Рисунок 2.12 - Изополь армування плити перекриття по X (верхня)

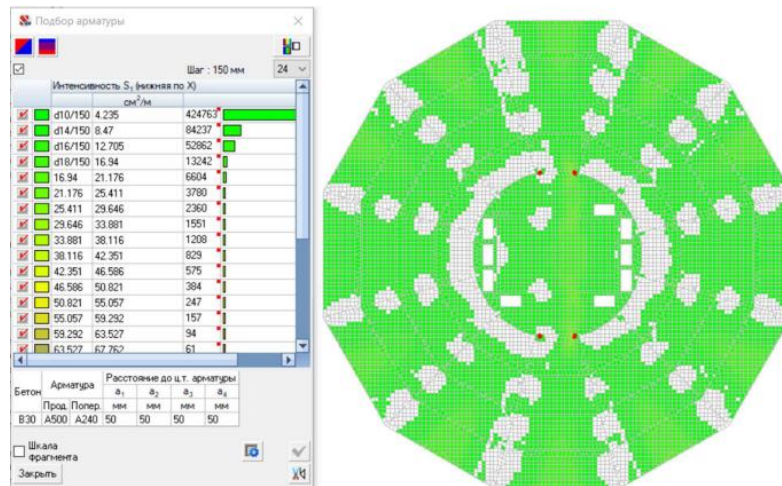


Рисунок 2.13 - Изополь армування плити перекриття по X (нижня)

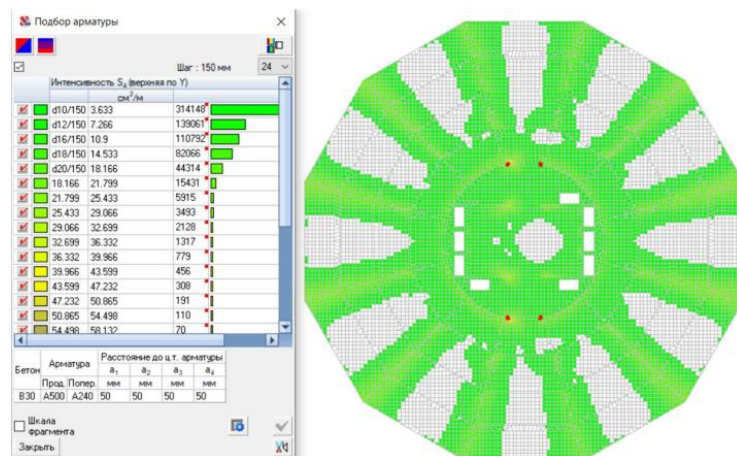


Рисунок 2.14 - Изополь армування плити перекриття по Y(верхня)

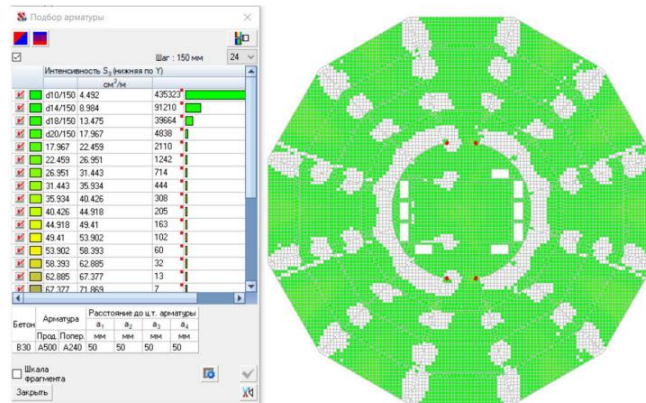


Рисунок 2.15 – Ізополь армування плити перекриття по Y (нижня)

При розрахунку армування ствола жорсткості враховується вертикальне армування елементів.

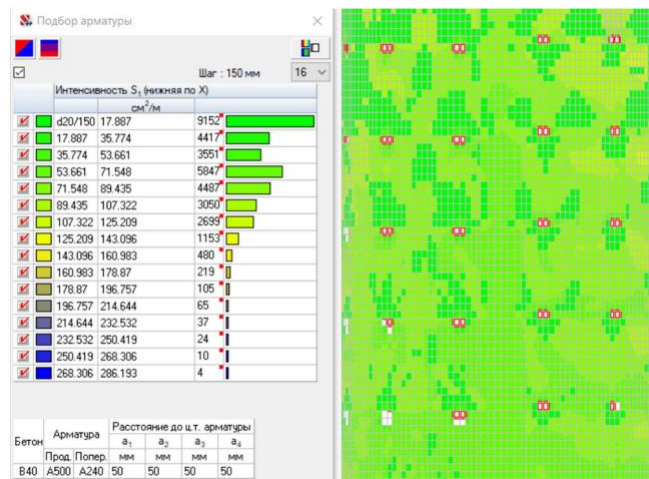


Рисунок 2.16 – Ізополь армування стовбура жорсткості по X (нижня)

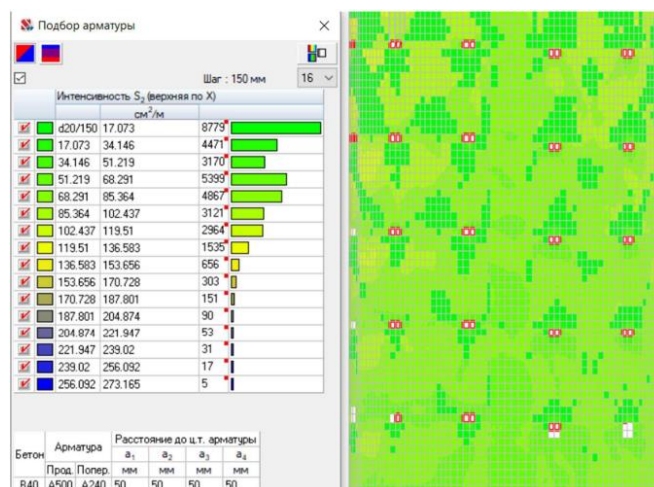


Рисунок 2.17 – Ізополь армування стовбура жорсткості по X (верхня)

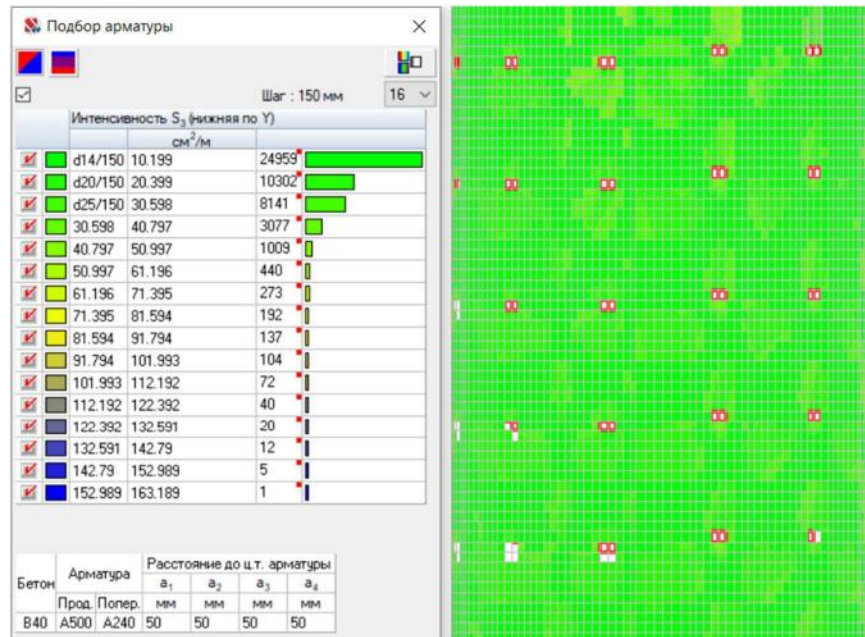


Рисунок 2.18 - Изополь армування стовбура жорсткості по Y (нижня)

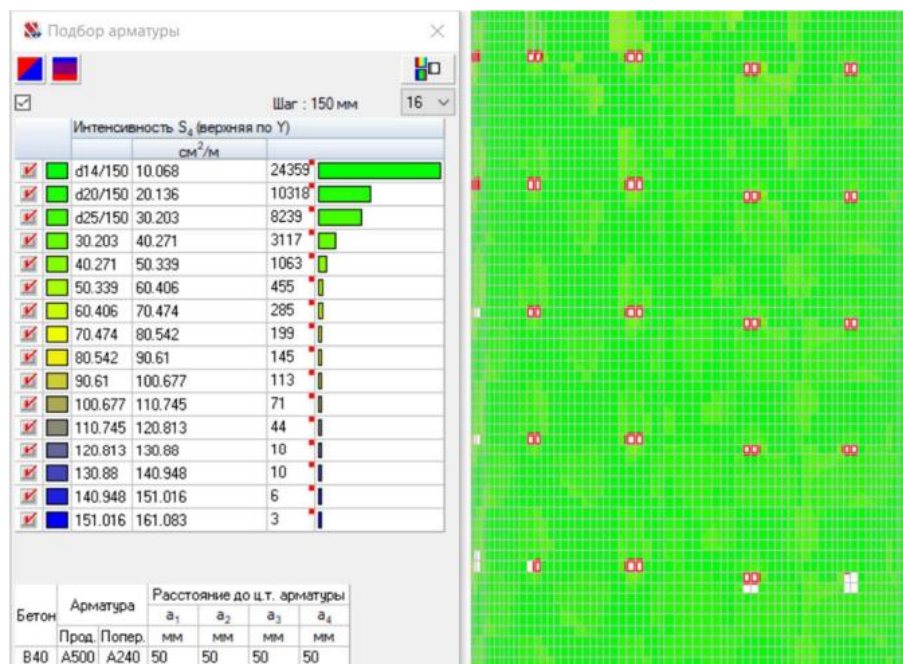


Рисунок 2.19 - Изополь армування стовбура жорсткості по Y (верхня)

Для армування плити перекриття приймаються нижні сітки арматури A500 діаметром 10 мм та верхні сітки арматури A500 діаметром 10 мм з кроком 150 мм.

Для армування ствола жорсткості використовуються вертикальні стрижні арматури A500 діаметром 25 мм із кроком 150 мм, а також горизонтальні стрижні арматури A500 діаметром 10 мм із кроком 150 мм.

2.4 Розрахунок профільованого сталевго настилу

2.4.1 Розрахунок міцності перерізів нормальних до поздовжньої осі елемента, що згинається

Розрахунок ведеться за [19]. Монолітна залізобетонна плита перекриття балками з арматурою з СПН марки Н75-750-0,9 ($A_n = 11,3 \text{ см}^2$, розрахунковий опір настилу розтягу $R_n = 220 \text{ МПа}$). Настил має орієнтацію широкої полицею гофру вниз.

Бетон класу В30 (розрахунковий опір бетону осьовому стиску $R_b = 17 \cdot 0,9 = 15,3 \text{ МПа}$).

Розрахунок ведеться з урахуванням коефіцієнта умов роботи, що враховує тривалість дії навантаження, $b_2 = 0,9$.

Довжина прольоту 4м.

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{11} = \frac{10,154 \cdot 4^2}{11} = 14,77 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$w = \alpha - 0,008 \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 15,3 = 0,72.$$

1) Розрахунковий момент

2) Розрахункова характеристика стиснутої зони бетону

3) Граничне значення відносної висоти стиснутої зони бетону у перерізі

$$\xi_R = w / \left[1 + R_n \cdot (1 - w / 1,1) / \sigma_{SR} \right] = 0,72 / \left[1 + 220(1 - 0,72 / 1,1) / 500 \right] = 0,63,$$

напруга в арматурі.

4) Граничне значення висоти стиснутої зони бетону

$$x_R = \xi_R \cdot h_0 = 0,63 \cdot 18,12 = 11,42 \text{ см},$$

де h_0 – робоча висота перерізу, що дорівнює сумі відстані від вузької грані профільованого листа до його центру ваги та висоти бетонної полиці

Висота стиснутої зони бетону

$$\hat{h}_0 = y_c + h_f = 3,62 + 14,5 = 18,12 \text{ см}.$$

$$x = \frac{\gamma_n \cdot R_n \cdot A_n}{R_b \cdot b_f} = \frac{0,8 \cdot 220 \cdot 11,3 \cdot 10^{-1}}{15,3 \cdot 10^{-1} \cdot 18,8} = 6,91 \text{ см} < 11,42 \text{ см},$$

$x < x_R$, Отже нейтральна вісь знаходиться в межах товщини полиці плити і не перетинає стін профільованого настилу.

Висота стиснутої зони бетону визначається з рівняння

$$R_b b_f x = \gamma_n R_n A_n + R_s A_s - R_{sc} A'_s, \quad (3.12)$$

де

площа перерізу армування у стиснутій зоні;

розрахунковий опір армування стиску;

площа перерізу армування у розтягнутій зоні.

$$15,3 \cdot 10^{-1} \cdot 18,8 \cdot x = 0,8 \cdot 220 \cdot 10^{-1} \cdot 11,3 + \frac{500}{1,15} \cdot 10^{-1} \cdot 1,578 - 435 \cdot 10^{-1} \cdot 1,578;$$

$$x = 6,91 \text{ см}.$$

$$M \leq R_b \cdot b_f \cdot (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') = 15,3 \cdot 10^{-1} \cdot 18,8 \cdot (18,12 - 0,5 \cdot 6,91) + 435 \cdot 10^{-1} \cdot 1,578 \cdot (18,12 - 0,5 \cdot 2,5) = 1579,83 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

$$M_{\max} = 14,77 \text{ кН} \cdot \text{м} < M = 15,8 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Міцність забезпечена.

Таким чином, приймається протизбіжна сітка з осередком 150x150 мм з арматурних стрижнів 10xA500.

2.4.2 Розрахунок міцності перерізів похилих до поздовжньої осі елемента, що згинається

Розрахунковий опір бетону класу В30 осьовому розтягуванню

$$R_{bt} = 1,12 \cdot 0,9 = 1 \text{ МПа}.$$

Розрахункова поперечна сила на 1 гофр становить

$$Q = 0,6ql = 0,6 \cdot 10,154 \cdot 4 = 24,37 \text{ кН}.$$

Для перевірки умови міцності необхідно визначити коефіцієнти

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot R_b,$$

де $\beta=0,01$ – значення коефіцієнта важкого бетону.

$$\varphi_{b1} = 1 - 0,01 \cdot 15,3 = 0,847.$$

Умову міцності на вплив поперечних сил можна записати у такому вигляді

$$Q \leq 0,3 \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot (b + b' / 2) \cdot h_0,$$

-де

- b, b' – ширина по низу та по верху таврового перерізу плити

-відповідно.

$$0,3 \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot (b + b' / 2) \cdot h_0 = 0,3 \cdot 0,847 \cdot 15,3 \cdot 10^{-1} \cdot (9 + 12,2 / 2) \cdot 18,12 = \\ = 106,4 \text{ кН} > 24,37 \text{ кН}.$$

Умова задовольняється.

Поперечна сила, що сприймається бетоном

$$Q_b = \left\{ \left[\varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot (b + b') / 2 \right] h_0^2 \right\} / h,$$

-де

- φ_{b4} - Коефіцієнт, що приймається для важкого бетону рівним 1,5;

φ_n - Коефіцієнт, рівний 0.

$$Q_b = \left\{ \left[1,5 \cdot 1 \cdot 10^{-1} \cdot (9 + 12,2) / 2 \right] \cdot 18,12^2 \right\} / 22 = 23,73 \text{ кН};$$

$$Q \leq 0,17 R_n \cdot h_n \cdot 2t + Q_b = 0,17 \cdot 220 \cdot 10^{-1} \cdot 7,5 \cdot 2 \cdot 0,09 + 23,73 = 28,779 \text{ кН}.$$

$$28,779 \text{ кН} > 24,37 \text{ кН}.$$

$$Q \leq 0,17 R_n \cdot h_n \cdot 2t + Q_b = 0,17 \cdot 220 \cdot 7,5 \cdot 2 \cdot 0,009 + 23,73 = 28,78 \text{ кН} > 26,53 \text{ кН}.$$

Умова задовольняється, отже міцність перерізу поперечною силою достатня.

2.4.3 Розрахунок решітки колон наскрізного перерізу

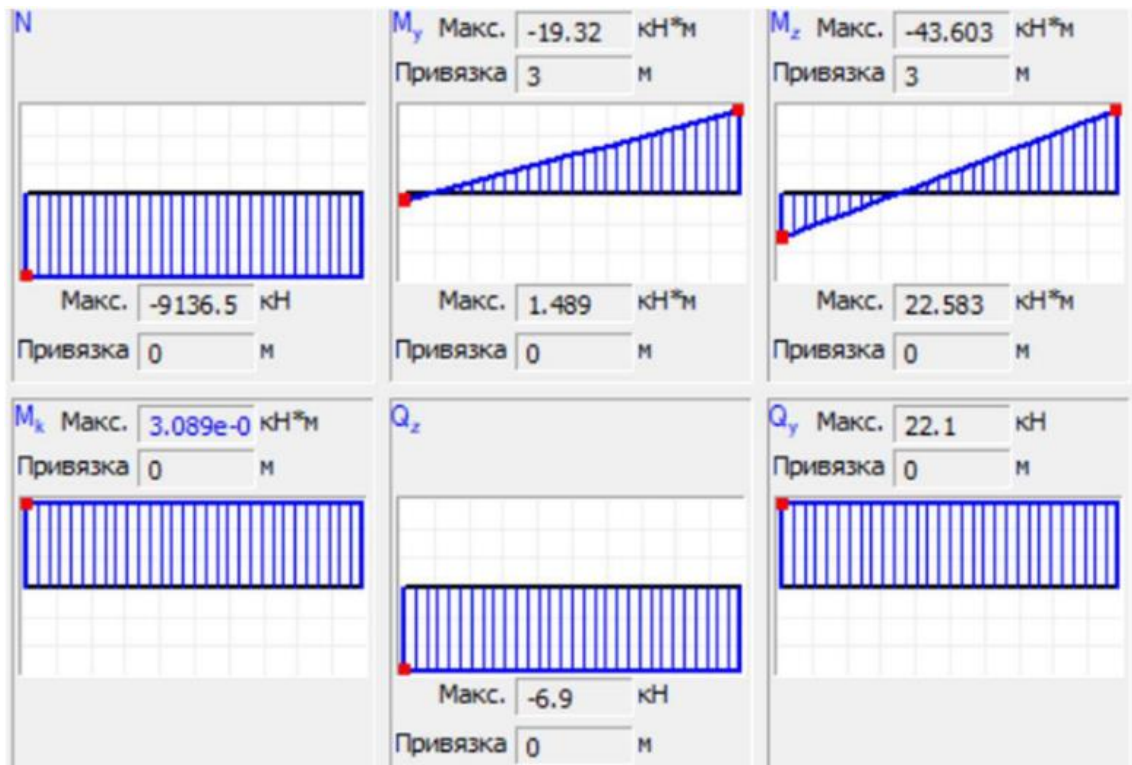


Рисунок 2.20 - Зусилля в колоні на рівні паркування

Розрахунок грат ведеться по [20]. Його варто виробляти на умовну поперечну силу

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - E / R_y) N / \varphi, \quad (3.16)$$

де N - поздовжнє зусилля в колоні;

φ - Коефіцієнт стійкості при центральному стиску, що приймається при розрахунку наскрізного стрижня у площині решіток.

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - 2,06 \cdot 10^5 / 300) \cdot 9136,5 / 1 = 107,352 \text{ кН}.$$

Тобто фактична поперечна сила менша від умовної, то розрахунок ведеться на неї.

Розрахунок елементів грат варто проводити як розрахунок розкосів плоских ферм. Для цього виду розташування решітки необхідно розрахувати зусилля в розкосі за формулою

$$N_d = \alpha_1 \cdot Q_s \cdot d / b, \quad (3.17)$$

--де

- α_1 - Коефіцієнт, що приймається рівним 0,5 для даного виду решітки;

- $b= 0,8\text{м}$ - Відстань між осями;

$d= 1,131\text{м}$;

- Q_s умовна поперечна сила, що припадає на одну площину решітки

$$N_d = 0,5 \cdot 107,352 \cdot 1,131 / 0,8 = 75,884 \text{кН}.$$

Перевірка міцності ґрат здійснюється за формулою

$$\frac{N_d}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1. \quad (3.18)$$

-де

- A_n – площа перетину ґрат (труби прямокутного перерізу 100605

-Для труби прямокутного перерізу 100□60□5 виходить

$$\frac{75,884 \cdot 10^3}{1436 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,237 < 1.$$

Міцність ґрат забезпечена.

Перевірка стійкості ґрат здійснюється за формулою

$$\frac{N_d}{\dots} \leq 1,$$

де α – коефіцієнт поздовжнього вигину при центральному стиску.

Умовна наведена гнучкість для наскрізного перерізу з ґратами визначається за формулою

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha \frac{A}{A_{d1}}},$$

де:

- A_{d1} – площа перетину ґрат (труби прямокутного перерізу 100605

- λ_y - Гнучкість елемента.

-Гнучкість елемента знаходиться за формулою:

$$\lambda_y = l_{ef} / i_y,$$

-де

$-l_{efy}$ -розрахункова довжина;

радіус інерції перерізу.

$$\alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b},$$

де $-l_b = 0,8$ м.

Розрахункова довжина колони

$$l_{ef} = \mu l = 0,5 \cdot 3 = 1,5 \text{ м};$$

$$\lambda_y = 1500 / 159,441 = 9,408;$$

$$\alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b} = 10 \cdot \frac{1,131^3}{0,8^2 \cdot 0,8} = 24,984.$$

Умовна наведена гнучкість

$$\lambda_{ef} = \sqrt{9,408^2 + 24,984 \cdot \frac{50060}{1436}} = 30,975;$$

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 30,975 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,182.$$

Так як $\bar{\lambda}_{ef} = 1,182 > 0,6$, то

$$\delta = 9,87 \cdot (1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}_{ef}) + \bar{\lambda}_{ef}^2 = 9,87 \cdot (1 - 0,03 + 0,06 \cdot 1,182) + 1,182^2 = 11,671;$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \cdot \bar{\lambda}_{ef}^2}) / \bar{\lambda}_{ef}^2 = 0,5 \cdot (11,671 - \sqrt{11,671^2 - 39,48 \cdot 1,182^2}) / 1,182^2 = 0,955 < \frac{7,6}{\bar{\lambda}_{ef}^2} =$$

$$= \frac{7,6}{1,182^2} = 5,44.$$

Для труби прямокутного перерізу $100 \times 60 \times 5$ виходить

$$\frac{75,884 \cdot 10^3}{0,955 \cdot 1436 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,231 < 1.$$

Стійкість ґрат забезпечена.

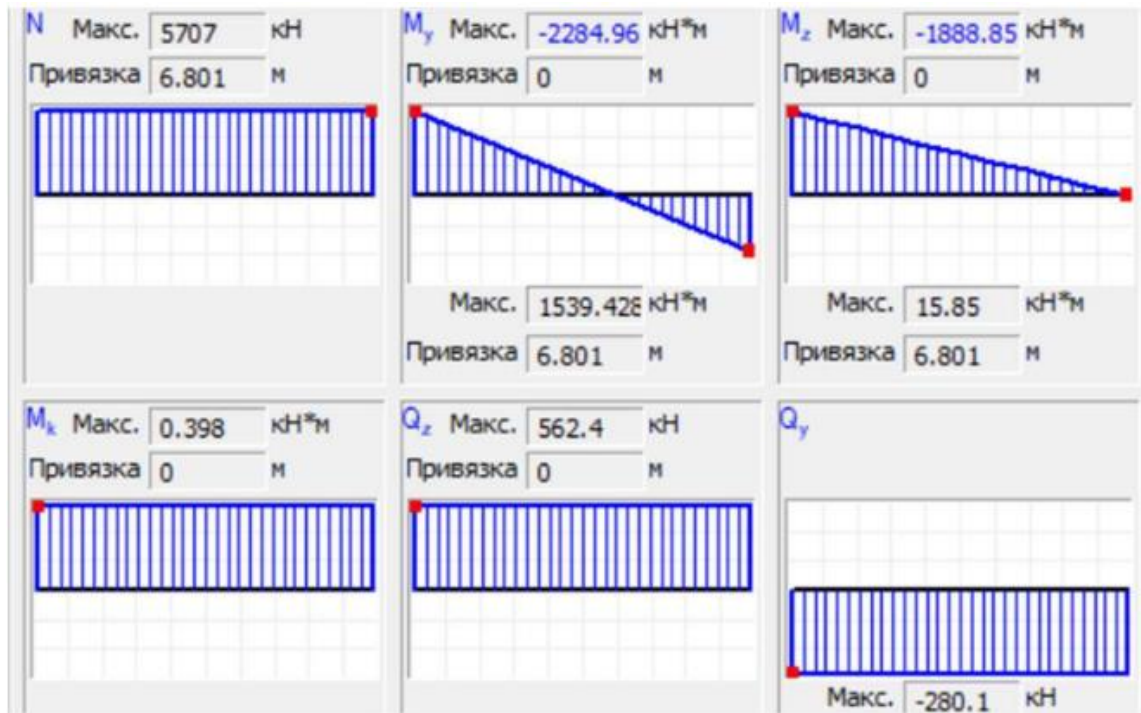


Рисунок 2.21 - Зусилля в колоні на рівні купола

Розрахунок грат варто проводити на умовну поперечну силу

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - 2,06 \cdot 10^5 / 300) \cdot 5707 / 1 = 67,056 \text{ кН}.$$

Т.к. фактична поперечна сила більша за умовну, то решітки є найбільш раціональним варіантом щодо планок. Розрахунок ведеться за фактичною поперечною силою.

Розрахунок елементів грат варто проводити як розрахунок розкосів плоских ферм. Для цього виду розташування решітки необхідно розрахувати зусилля в розкосі

$$N_d = 0,5 \cdot 562,4 \cdot 1,167 / 0,8 = 410,201 \text{ кН}.$$

Розрахункова довжина колони

$$l_{ef} = \mu l = 0,5 \cdot 6,8 = 3,4 \text{ м}.$$

Приймаються труби прямокутного перерізу 150x130x5

$$\lambda_y = 3400 / 356,965 = 9,525;$$

$$\alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b} = 10 \cdot \frac{1,167^3}{0,8^2 \cdot 0,85} = 29,216.$$

Умовна наведена гнучкість (труби прямокутного перерізу
150x130x5

$$\lambda_{ef} = \sqrt{9,525^2 + 29,216 \cdot \frac{83940}{2636}} = 31,954;$$

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 31,954 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,219.$$

Перевірка міцності решітки для труби прямокутного перерізу 150x130x5

$$\frac{410,201 \cdot 10^3}{2636 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,648 < 1.$$

Міцність ґрат забезпечена.

Перевірка стійкості ґрат. Так як

$$\bar{\lambda}_{ef} = 1,219 > 0,6,$$

то

$$\delta = 9,87 \cdot (1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}_{ef}) + \bar{\lambda}_{ef}^2 = 9,87 \cdot (1 - 0,03 + 0,06 \cdot 1,219) + 1,219^2 = 11,782;$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \cdot \bar{\lambda}_{ef}^2}) / \bar{\lambda}_{ef}^2 = 0,5 \cdot (11,782 - \sqrt{11,782^2 - 39,48 \cdot 1,219^2}) / 1,219^2 = 0,927 < \frac{7,6}{\bar{\lambda}_{ef}^2} = \frac{7,6}{1,219^2} = 6,235.$$

Для труби прямокутного перерізу 150x130x5 виходить

$$\frac{410,201 \cdot 10^3}{0,927 \cdot 2636 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,699 < 1.$$

Стійкість ґрат забезпечена.

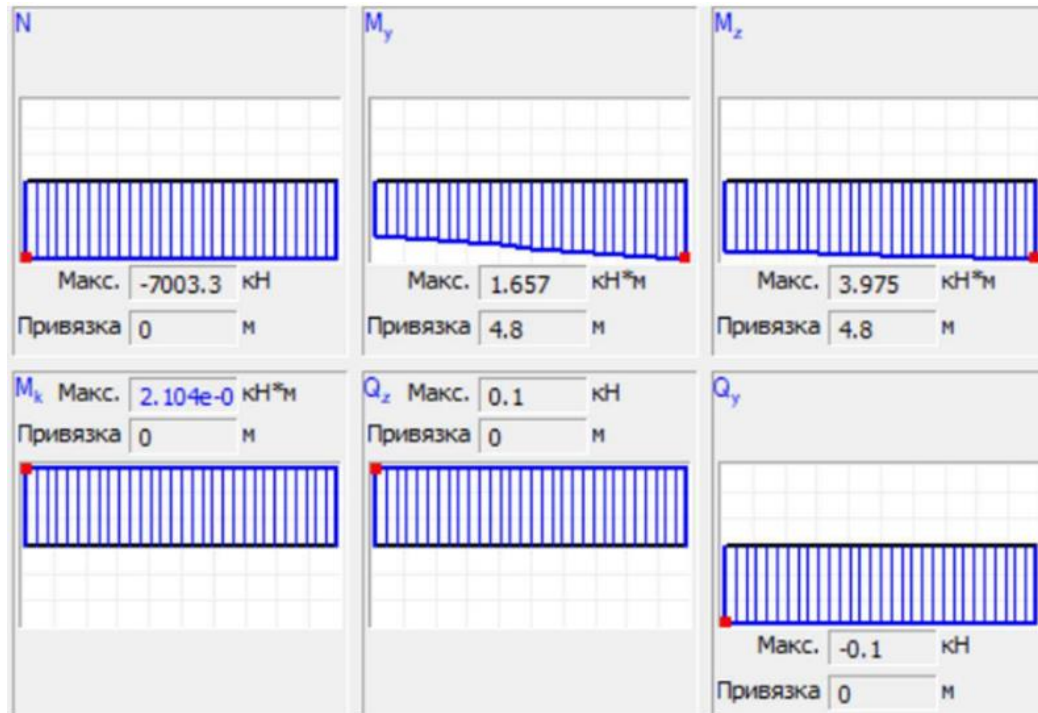


Рисунок 2.22 - Найбільше зусилля у колоні першого блоку уніфікації надземної частини будівлі

Розрахунок грат варто проводити на умовну поперечну силу

$$Q_{fc} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - 2,06 \cdot 10^5 / 300) \cdot 7003,3 / 1 = 82,288 \text{ кН}.$$

Розрахунок ведеться за умовною поперечною силою.

Розрахунок елементів грат варто проводити як розрахунок розкосів плоских ферм. Для цього виду розташування решітки необхідно розрахувати зусилля в розкосі

$$N_d = 0,5 \cdot 82,288 \cdot 1,131 / 0,8 = 58,167 \text{ кН}.$$

Здійснимо підбір решітки. Розрахункова довжина колони

$$l_{ef} = \mu l = 0,5 \cdot 4,8 = 2,4 \text{ м}.$$

Приймаються труби прямокутного перерізу 100x60x5

$$\lambda_y = 2400 / 161,807 = 14,832;$$

$$\alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b} = 10 \cdot \frac{1,131^3}{0,8^2 \cdot 0,8} = 28,256.$$

Умовна наведена гнучкість (труби прямокутного перерізу 100x60x5

$$\lambda_{ef} = \sqrt{14,832^2 + 28,256 \cdot \frac{60179,997}{1436}} = 37,472;$$

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 37,472 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,43.$$

Перевірка міцності решітки для труби прямокутного перерізу 100x60x5

$$\frac{58,167 \cdot 10^3}{1436 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,169 < 1.$$

Міцність ґрат забезпечена.

Перевірка стійкості ґрат. Так як

$$\bar{\lambda}_{ef} = 1,43 > 0,6,$$

то

$$\delta = 9,87 \cdot (1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}_{ef}) + \bar{\lambda}_{ef}^2 = 9,87 \cdot (1 - 0,03 + 0,06 \cdot 1,43) + 1,43^2 = 12,466;$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \cdot \bar{\lambda}_{ef}^2}) / \bar{\lambda}_{ef}^2 = 0,5 \cdot (12,466 - \sqrt{12,466^2 - 39,48 \cdot 1,43^2}) / 1,43^2 = 0,935 < \frac{7,6}{\bar{\lambda}_{ef}^2} =$$

$$= \frac{7,6}{1,43^2} = 3,717.$$

Для труби прямокутного перерізу 100x60x5 виходить

$$\frac{58,167 \cdot 10^3}{0,935 \cdot 1436 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,181 < 1.$$

Стійкість решітки забезпечена.

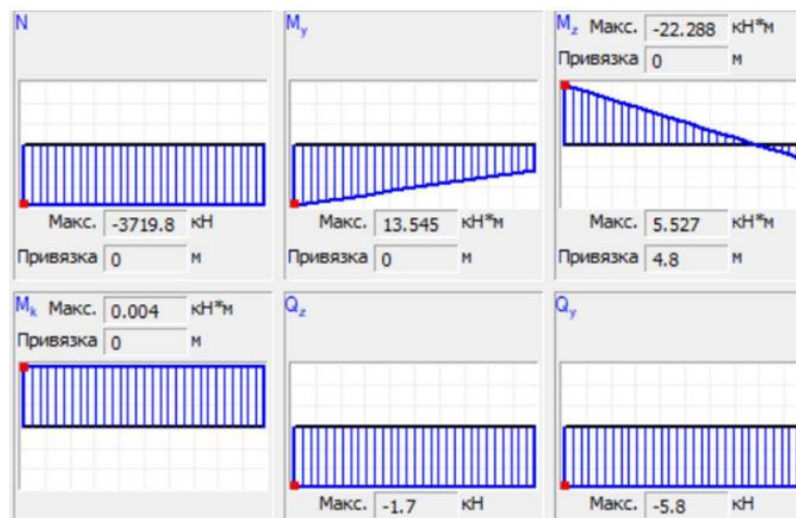


Рисунок 2.23 - Найбільше зусилля у колоні середнього блоку уніфікації надземної частини будівлі

Розрахунок ґрат. Розрахунок ґрат варто проводити на умовну поперечну силу

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - 2,06 \cdot 10^5 / 300) \cdot 3719,8 / 1 = 43,707 \text{ кН.}$$

Розрахунок ведеться за умовною поперечною силою.

Розрахунок елементів ґрат варто проводити як розрахунок розкосів плоских ферм. Для цього виду розташування решітки необхідно розрахувати зусилля в розкосі

$$N_d = 0,5 \cdot 43,707 \cdot 1,131 / 0,8 = 30,895 \text{ кН.}$$

Здійснимо підбір решітки. Розрахункова довжина колони

$$l_{ef} = \mu l = 0,5 \cdot 4,8 = 2,4 \text{ м.}$$

Приймаються труби прямокутного перерізу $90 \times 50 \times 5$

$$\lambda_y = 2400 / 164,987 = 14,547;$$

$$\alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b} = 10 \cdot \frac{1,131^3}{0,8^2 \cdot 0,8} = 28,256.$$

-Умовна наведена гнучкість (труби прямокутного перерізу $90 \times 50 \times 5$)

$$\lambda_{ef} = \sqrt{14,547^2 + 28,256 \cdot \frac{73259,994}{1236}} = 43,433;$$

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 43,433 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,657.$$

Перевірка міцності решітки для труби прямокутного перерізу $90 \times 50 \times 5$

$$\frac{30,895 \cdot 10^3}{1236 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,104 < 1.$$

Міцність ґрат забезпечена.

Перевірка стійкості ґрат. Так як

$$\bar{\lambda}_{ef} = 1,708 > 0,6,$$

To

$$\delta = 9,87 \cdot (1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}_{ef}) + \bar{\lambda}_{ef}^2 = 9,87 \cdot (1 - 0,03 + 0,06 \cdot 1,708) + 1,708^2 = 14,219;$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \cdot \bar{\lambda}_{ef}^2}) / \bar{\lambda}_{ef}^2 = 0,5 \cdot (14,219 - \sqrt{14,219^2 - 39,48 \cdot 1,708^2}) / 1,708^2 = 0,838 < \frac{7,6}{\bar{\lambda}_{ef}^2} =$$

$$= \frac{7,6}{1,708^2} = 4,45.$$

Для труби прямокутного перерізу $90 \times 50 \times 5$ виходить

$$\frac{356,548 \cdot 10^3}{0,838 \cdot 1836 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,966 < 1.$$

Стійкість ґрат забезпечена.

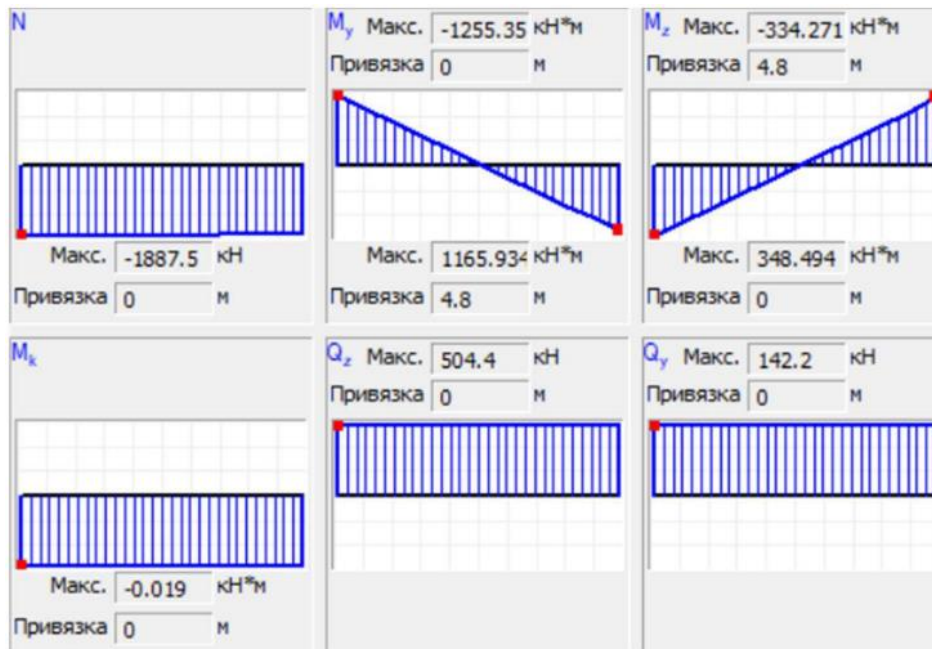


Рисунок 2.24 - Найбільше зусилля у колоні верхнього блоку уніфікації надземної частини будівлі

Розрахунок ґрат. Розрахунок ґрат варто проводити на умовну поперечну силу

$$Q_{fc} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - 2,06 \cdot 10^5 / 300) \cdot 1887,5 / 1 = 22,178 \text{ кН}.$$

Розрахунок ведеться за фактичною поперечною силою.

Розрахунок елементів ґрат варто проводити як розрахунок розкосів плоских ферм. Для цього виду розташування решітки необхідно розрахувати зусилля в розкосі

$$N_d = 0,5 \times 504,4 \times 1,131 / 0,8 = 356,548 \text{ кН.}$$

Здійснимо підбір решітки. Розрахункова довжина колони

$$l_{ef} = \mu l = 0,5 \cdot 4,8 = 2,4 \text{ м.}$$

Приймаються труби прямокутного перерізу 120x80x5

$$\lambda_y = 2400 / 174,838 = 13,727;$$

$$\alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b} = 10 \cdot \frac{1,131^3}{0,8^2 \cdot 0,8} = 28,256.$$

-Умовна наведена гнучкість (труби прямокутного перерізу 100x60x5)

$$\lambda_{ef} = \sqrt{13,727^2 + 28,256 \cdot \frac{117899,999}{1836}} = 44,754;$$

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 44,754 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,708.$$

Перевірка міцності решітки для труби прямокутного перерізу 120x80x5

$$\frac{356,548 \cdot 10^3}{1836 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,809 < 1.$$

-Міцність ґрат забезпечена.

Перевірка стійкості ґрат. Так як

$$\bar{\lambda}_{ef} = 1,708 > 0,6,$$

то

$$\delta = 9,87 \cdot (1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}_{ef}) + \bar{\lambda}_{ef}^2 = 9,87 \cdot (1 - 0,03 + 0,06 \cdot 1,708) + 1,708^2 = 14,219;$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \cdot \bar{\lambda}_{ef}^2}) / \bar{\lambda}_{ef}^2 = 0,5 \cdot (14,219 - \sqrt{14,219^2 - 39,48 \cdot 1,708^2}) / 1,708^2 = 0,838 < \frac{7,6}{\bar{\lambda}_{ef}^2} =$$

$$= \frac{7,6}{1,708^2} = 4,45.$$

Для труби прямокутного перерізу 120x80x5 виходить

$$\frac{356,548 \cdot 10^3}{0,838 \cdot 1836 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,966 < 1.$$

Стійкість ґрат забезпечена

РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Опис варіантів конструктивних систем, що розглядаються.

У ході дипломного проектування для початку необхідно визначитися з конструктивною системою об'єкта з урахуванням висоти багатofункціонального центру, прийнятих об'ємно-планувальних рішень на стадії ескізного проектування, а також найбільш прогресивних матеріалів і конструкцій, що використовуються в будівництві, які допускають найбільшою мірою індустриальні методи виготовлення та монтажу, зменшуючи кількість процесів, що здійснюються на будівельному майданчику.

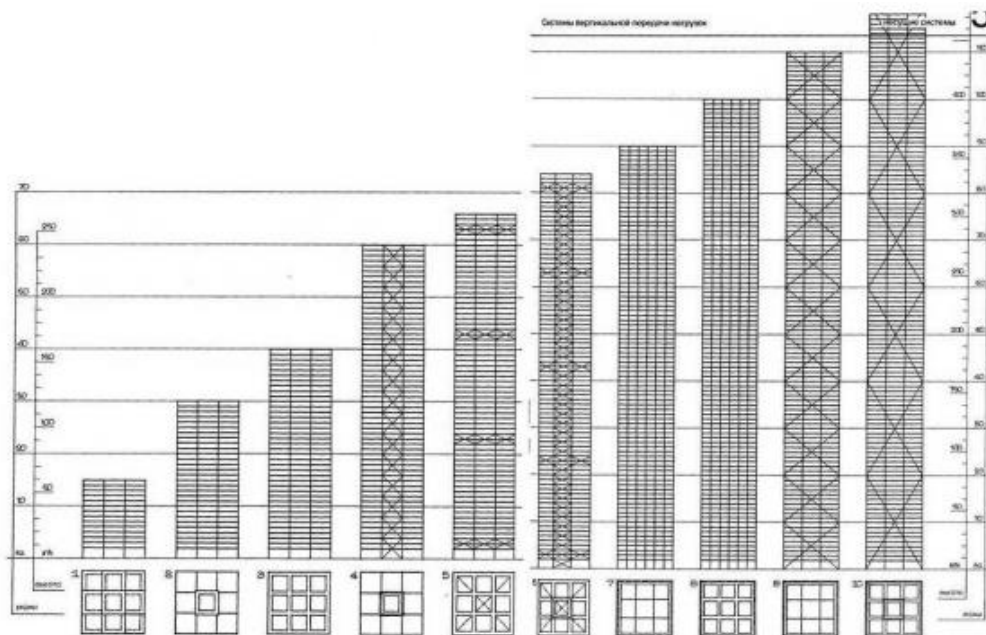


Рисунок 3.1 - Стандартні концепції висотних будівель

Рамно-каркасна конструктивна система зі зв'язковими поверхами (аутригери)

Каркас є системою, що складається з стрижневих несучих елементів – вертикальних (колон) та горизонтальних (ригелів), які об'єднані жорсткими горизонтальними дисками (перекриття). Ригелі та колони утворюють просторові рами, що сприймають вертикальні та горизонтальні навантаження.

Основна перевага рамно-каркасної системи – це відносно вільне планування. Проте, є й значний недолік – складність у забезпеченні необхідної жорсткості. Для цього передбачається наявність зв'язків, виробляється значне збільшення поперечного перерізу конструкцій, що негативно впливає на економічну доцільність об'єкта.

Несучі стрижневі елементи каркасу приймаються сталевими.

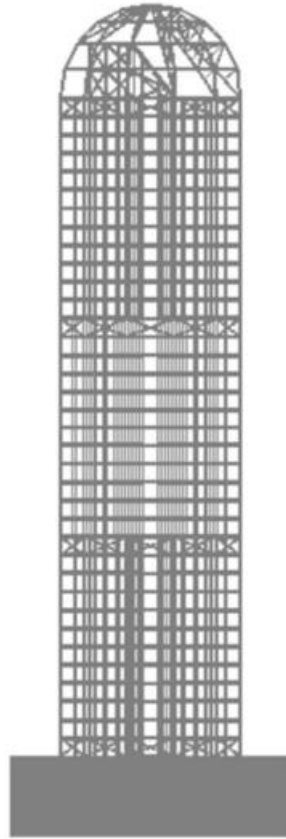


Рисунок 3.2 - Рамно-каркасна конструктивна система зі зв'язковими поверхами (аутригери)

Каркасно-ствольна конструктивна система зі зв'язковими поверхами (аутригери).

При цьому варіанті зберігається перевага каркасної конструктивної системи у вигляді відносно вільного планування.

Несучі стрижневі елементи каркаса приймаються сталевими. Колони при цій конструктивній системі працюють здебільшого на центральне стиск, тому значно зменшується витрата сталі.

Стовбур має більш високу жорсткість, ніж окремі діафрагми жорсткості, а

у зв'язку з цим він здатний сприймати вищі горизонтальні навантаження, що важливо у зв'язку зі значною висотою будівлі і у зв'язку зі значними вітровими навантаженнями. Крім того, ствол також сприймає деяку частину вертикальних навантажень. Його найчастіше розташовують у центральній частині будівлі, а обсяг використовують для розміщення інженерних комунікацій, а також ліфтів та сходових маршів.

Стіни ствола виконують або з монолітного залізобетону, або зі сталі. Для порівняння слід розглянути обидва ці варіанти для виявлення найбільш доцільного з погляду витрати матеріалу та вартості.

Стовбур жорсткості, що складається з металевих конструкцій Виконання стовбура жорсткості з металевих конструкцій має ряд

переваг: швидкий монтаж, що відбивається на термінах та вартості будівництва; спрощена доставка та транспортування (немає прямої залежності від умов); високий рівень заводської готовності несучих конструкцій. З мінусів варто відзначити дорожнечу, схильність до корозії і низьку вогнестійкість.

Цей стовбур жорсткості складається з стійок, балок і хрестових зв'язків.

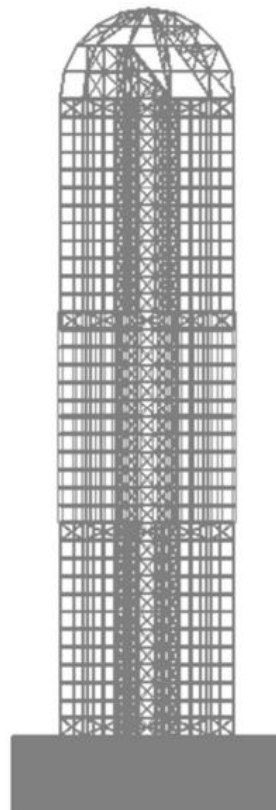


Рисунок 3.3 – Каркасно-ствольна (ствол виконується з металоконструкцій) конструктивна система зі зв'язковими поверхами

Ствол жорсткості із монолітного залізобетону

Виконання стовбура жорсткості із монолітного залізобетону також має кілька плюсів: низька вартість у порівнянні з металевими конструкціями; корозійна стійкість; вогнестійкість; висока міцність. Однак, при зведенні монолітного стовбура зменшується індустріалізація будівництва, а всі процеси повинні бути пов'язані з транспортуванням бетонної суміші, терміном твердіння; необхідно враховувати вплив температури на бетонну суміш; необхідні додаткові будівельні матеріали та техніка для зведення опалубки та ін.

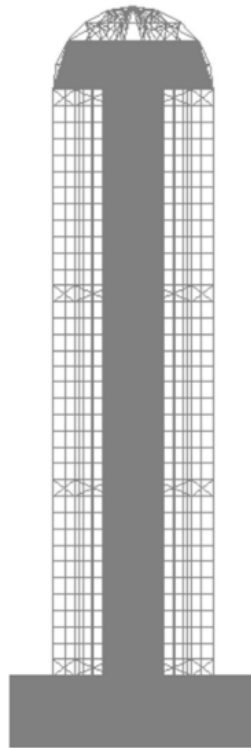


Рисунок 3.4 - Каркасно-ствольна (ствол виконується з монолітного залізобетону) конструктивна система зі зв'язковими поверхами

3.2 Оцінка варіантів, аналіз результатів та остаточний вибір варіанта конструктивної системи

Для вибору найбільш доцільного з наведених варіантів необхідно провести попередній розрахунок техніко-економічних показників кожного з них.

Ці варіанти значно відрізняються витратою сталі, бетону, а також вартістю та трудомісткістю.

Дані підрахунки можна сформувати у таку таблицю.

X			
	MM	MM	
✓	-187.257	-175.138	2
✓	-175.138	-163.019	0
✓	-163.019	-150.901	1
✓	-150.901	-138.782	1
✓	-138.782	-126.663	0
✓	-126.663	-114.544	0
✓	-114.544	-102.425	0
✓	-102.425	-90.306	0
✓	-90.306	-78.187	0
✓	-78.187	-66.069	0
✓	-66.069	-53.95	0
✓	-53.95	-41.831	30
✓	-41.831	-29.712	173
✓	-29.712	-17.593	17393
✓	-17.593	-5.474	363956
✓	-5.474	6.645	480053

а)

X			
	MM	MM	
✓	-187.57	-175.138	2
✓	-187.138	-163.019	0
✓	-175.019	-150.901	1
✓	-163.901	-138.782	1
✓	-150.782	-126.663	0
✓	-150.663	-114.544	0
✓	-150.544	-102.425	0
✓	-138.425	-90.306	0
✓	-90.306	-78.187	0
✓	-78.187	-66.069	0
✓	-66.069	-53.95	0
✓	-53.95	-41.831	30
✓	-41.831	-29.712	173
✓	-38.712	-17.593	17393
✓	-17.593	-5.474	363956
✓	-5.474	6.645	480053

б)

X			
	MM	MM	
✓	-190.63	-175.138	2
✓	-187.138	-163.019	0
✓	-175.138	-150.901	1
✓	-163.978	-138.782	1
✓	-150.901	-126.663	0
✓	-150.666	-114.544	0
✓	-150.5	-102.425	0
✓	-138.466	-90.306	0
✓	-90.378	-78.187	0
✓	-78.901	-66.069	0
✓	-66.06	-53.95	0
✓	-53.9	-41.831	30
✓	-41.8	-29.712	173
✓	-38.901	-17.593	17393
✓	-17.5	-5.474	363956
✓	-5.4	6.645	480053

в)

Рис. 3.5 Максимальні переміщення каркасно-ствольної системи (а) (ствол виконується з монолітного залізобетону), (б) каркасно-ствольної системи (ствол виконується з металоконструкцій) (в) рамно-каркасної конструктивної системи

Таблиця 3.1 - Техніко-економічні показники сформованих варіантів

Найменування показника	Рамно-каркасна конструктивна система	Каркасно-ствольна конструктивна система (ствол з металоконструкцій)	Каркасно-ствольна конструктивна система (ствол із залізобетону)
1	2	3	4
Витрата сталі (м ³ на м ² площі)	0,0031	0,0011	0,0003
Витрата бетону (м ³ на м ² площі)	0,2972	0,2972	0,3472
Максимальні переміщення(мм)	190,63	187,57	187,2

Виходячи з порівняльних характеристик варіантів, можна зробити такі висновки: рамно-каркасна система найменш сприятлива з точки зору динамічної ефективності (горизонтальні переміщення верхньої точки будівлі близькі до максимально допустимих) та з точки зору економічної доцільності; каркасно-ствольна конструктивна система з виконанням ствола жорсткості з металоконструкцій має куди меншу витрату металу при тому ж витраті бетону; каркасно-ствольна конструктивна система з виконанням ствола жорсткості з монолітного залізобетону має більш вигідну витрату металу, але більшу витрату бетону.

З урахуванням показників ефективнішою є каркасно-ствольна конструктивна система з виконанням ствола жорсткості з монолітного залізобетону.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Техніка безпеки та пожежна безпека на будівельному майданчику

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

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

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

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

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

Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виробництва робіт не

повинна перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год на поворотах.

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

Відкритий котлован, траншеї огородити захисним огороженням.

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

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

Засоби риштування повинні мати рівні робочі настили з зазором між дошками не більше 5 мм, а при розміщенні настилу на висоті 1,3 м і більше – огороження і бортові елементи. З'єднання щитів настилів внахлест допускається тільки по їх довжині, при чому кінці елементів, що стикаються, повинні бути розміщені на опорі і перекривати її не менше ніж на 0,2 м в кожную сторону. Риштування повинні бути прикріплені до стіни будинку, що будується. При відсутності особливих вказівок в інструкції заводу-виготовлювача кріплення риштувань до стін будівлі повинно виконуватись не менше ніж через один ярус для крайніх точок, через два прольоти для верхнього яруса і одного кріплення на кожні 50 м² проекції поверхні риштувань на фасад будівлі.

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

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

На території будівництва в місцях розташування тимчасових будівель, складів, майстерень встановлюються пожежні щити, стенди та бочки з водою. Для запобігання розповсюдження пожежі необхідно забезпечити будівництво достатньою кількістю засобів пожежогасіння, дотримуватись правил

зберігання, розміщення і обмеження кількості паливних речовин і матеріалів, а також дотримуватися інших вимог [28].

Основні причини виникнення пожеж при будівельних роботах:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.1.2 Захисне заземлення

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

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

В якості заземлювачів прийнято сталвні труби діаметром $d = 0,08\text{м}$ та довжиною $l = 2,5\text{м}$, розташовані вертикально і з'єднані на зварці сталльною половою $40\times 4\text{ мм}$.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Приймаємо розміщення вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між суміжними заземлювачами рівним $2l$.

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

η_b та η_r .

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

Знаходимо необхідну к-сть вертикальних заземлювачів:

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

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

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

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

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

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

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

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

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

Це особливо важливо для підприємств харчової промисловості й продовольчих складів.

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

4. Дороги на території об'єкта повинні бути з твердим покриттям,

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

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

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

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

Аналогічний висновок робиться, якщо в разі вибуху можливі загибель або великі втрати робочих і службовців.

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

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

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

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

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

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

Оцінка обстановки визначає:

- характер і об'єм руйнувань і пошкоджень, нанесені збитки і втрати;
- види аварійно-рятувальних робіт та можливий їх об'єм;
- радіаційну, хімічну, інженерну, пожежну та інші обстановки та їх вплив на виконання завдань;
- найбільш доцільні напрямки висунання в введення сил ЦО в вогнище чи на територію ураження;
- місце розташування, стан і забезпеченість сил ЦО та їх можливості по виконанню завдань;

- вплив вторинних факторів ураження, погоди, пори року і доби, характер місцевості.

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

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

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

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

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

Метою роботи цієї групи на місці НС є:

- обстеження місця виникнення НС, характеру, об'ємів та пошкоджень НС;
- надання при необхідності першої медичної допомоги потерпілим;
- визначення попередніх обсягів втрат (площі території, яка постраждала);
- готує пропозиції щодо першочергових заходів та обсягів робіт по локалізації та ліквідації (мінімізації) наслідків НС.
- координує дії служб на місці НС.

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

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

виникнення і запобіганню пожеж.

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

Для оцінки пожежної обстановки необхідно провести такі заходи:

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

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

Межа вогнестійкості, вимірювана в годинах, визначається здатністю несучих конструкцій протистояти вогню без обвалювань, прогинів, тріщин, і отворів, через які проникають продукти горіння.

Вона становить для будинків:

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

За категоріями вибухонебезпечності будинки поділяють на п'ять категорій:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ВИСНОВОК

У ході кваліфікаційної роботи було розроблено проект багатофункціонального центру у м. Луцьк.

Для вибору конструктивної схеми було проаналізовано аналоги подібних будівель та виконано порівняння основних техніко-економічних варіантів виконання конструкцій.

В **«Архітектурно-будівельному розділі»** було розроблено об'ємно-планувальні рішення відповідно до нормативної документації, а також опрацьовано архітектурний вигляд, що вписується в загальний вигляд місця будівництва.

У **«Розрахунково-конструктивному розділі»** була розрахована будівля на заявлені навантаження, а також були підібрані всі конструкції відповідно до вимог міцності та стійкості, опрацьовано вузлові з'єднання та підібрано найбільш ефективний варіант фундаменту.

У **«Науково-дослідному розділі»** розроблено скінченно-елементні моделі каркасу будівлі за трьома схемами конструктивного влаштування каркасу. Проведено аналіз поведінки за зазначеними конструктивними схемами.

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

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи К.: Мінбуд України, 2006.
3. ДБН В.1.17-2019 Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2019.
4. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
5. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2020.
6. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011.
7. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995.
8. ДБН А.2.1–1-2008 Інженерні вишукування для будівництва. Основні положення. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2008.
9. Malezhyk, M.P., Pidhurs’kyi, M.I., Rudyak, Y.A., Pidhurs’kyi, I.M. & Voitovych, L.V. (2019) Investigation of the Fracture of an Orthotropic Plate with Circular Hole and Two Edge Cracks Under Pulsed Loading by the Method of Dynamic Photoelasticity. *Materials Science*, 55(2). P. 254-258. (SCOPUS)
10. Pidgurskyi, Mykola & Rudyak, Yuri & Pidgurskyi, Ivan. (2019). Research and Modeling of Stress-Strain State and Fracture Strength of Triplexes at Temperatures 293–213K. // *Lecture Notes in Mechanical Engineering SerProceedings of the 7th International Conference on Fracture Fatigue and Wear.*, Belgium, Ghent University, 2018. – P.135-150.

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

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

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

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

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

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

17. Макара, Т.Я. Оцінка вогнестійкості елементів металевого каркасу торгівельно-офісного центру / Т.Я. Макара, Т.О. Криницький, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 25-26 листопада 2020). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2020. – С. 93.

18. Теслюк, М.В. Аналіз впливу типу перев'язки на НДС цегляної кладки в місці стику стін / М.В. Теслюк, Т.К. Гунда, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-

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

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

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

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

22. Цытович Н. А. Механика грунтов. – М. : Госстройиздат, 1934; 1940; 1951; 1963; 1971; 1979; 1983. – 357с.

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

24. Ухов С. Б., Знаменский В. В., Тер – Мартиросян З. Г., Механика грунтов, основания и фундаменты.– М.: Издательство АСВ, 1994. – 524с.

25. Бартоломей А. А. Основы расчёта свайных ленточных фундаментов по предельно допустимым осадкам. – М. : 1982. – 253с.

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

27. Мерлинов М. В., Ягупов Б. А. Примеры расчёта оснований и фундаментов. М. : 2006. – 145с.

28. Лапшин Ф. К. Основания и фундаменты в дипломном проектировании. Саратов. Изд. – Саратовского университета, 1989. – 212с.

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

30. Цытович Н. А. Механика мёрзлых грунтов (общая и прикладная) , – М. : 1973. – 387с.

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

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

33. Пищаленко М. Ю. Технология возведения зданий и сооружений – Киев. : Высшая школа, 1982. - 298с.
34. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Ж/бетонные конструкции. Общий курс. М. : Стройиздат, 1991. – 412с.
35. 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.
36. Залізобетонні конструкції. Навчальний посібник / Вахненко П.Ф., Павліков А.М., Горик О.В., Вахненко В.П.// К: Вища школа, 1999.
37. Mykhailo Hud, Simulation of the stress-strain state of a cylindrical tank under the action of forced oscillations, *Procedia Structural Integrity*, Volume 36, 2022, Pages 79-86, ISSN 2452-3216, <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.006>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452321622000063>)
38. 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.
39. 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.