

Тернопіль
2025

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Ясній В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)
«__» _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

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

1. Тема роботи Проект багатоквартирного житлового будинку в Тернополі

Керівник роботи Підгурський Микола Іванович, доктор технічних наук, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2025 року № 4/7-48

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 червня 2025
3. Вихідні дані до роботи Район будівництва, з відповідними йому інженерно-геологічними, сейсмічними та кліматологічними особливостями – місто Тернопіль. Споруда що проектується багатоповерхова житлова будівля
4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Архітектурно-будівельний розділ. Розрахунково-конструктивна частина проекту. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
План підвалу, технічного підпілля та гаражів. План поверхів. План покрівлі. Розрізи. Фасади. Схема пальового поля. Схема монолітних ростверків. Схема розміщення монолітних колон та стін першого поверху. Опалубочне креслення, схема нижнього і поперечного армування плити перекриття.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурно-планувальна концепція та технічні рішення	Підгурський М. І., д.т.н., професор кафедри МТ		
Розрахунково-аналітична частина проекту	Підгурський М. І., д.т.н., професор кафедри МТ		
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., к.т.н., зав.каф. МТ		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М., старший викладач		

7. Дата видачі завдання 24 січня 2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Обґрунтування прийнятого рішення ТЕП.	31.01.25	
2	Аналіз містобудівного розташування, природних і кліматичних умов ділянки.	07.02.25	
3	Розробка архітектурно-планувальної концепції, зонування, схеми розміщення приміщень.	02.06.25	
4	Підбір конструктивної схеми, матеріалів, типу перекриттів, сходів.	06.06..25	
5	Розрахунок навантажень на несучі елементи (стіни, перекриття, покрівля).	09.06.25	
6	Аналіз ґрунтових умов, підбір типу фундаменту.	11.06.25	
7	Розрахунок фундаментів у програмному комплексі ЛІРА-САПР («ГРУНТ»).	16.06.25	
8	Аналіз ризиків надзвичайних ситуацій, оцінка наслідків.	18.06.25	

Студент

(підпис)

Седюков В. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Підгурський М. І.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	6
1.1 Характеристика району будівництва	6
1.2 Інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови ділянки будівництва	6
1.3 Архітектурно-планувальні рішення	7
1.4 Конструктивні рішення	7
1.4.1 Обґрунтування конструктивної схеми споруджуваної будівлі.....	8
1.4.2 Основні конструктивні елементи будинку.....	12
1.5 Конструктивні антисейсмічні заходи.....	14
1.6 Заходи для зниження шуму в будинку	15
1.7 Заходи для покращення енергозбереження та енергоефективності	17
1.8 Висновки до розділу 1	20
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	21
2.1 Архітектурно-будівельні рішення.....	21
2.2 Інженерно-геологічні відомості.....	24
2.3 Визначення навантажень на фундамент	25
2.4 Визначення типу фундаменту та його глибини закладання.....	28
2.5 Моделювання основи.....	29
2.6 Розрахунок фундаменту	32
2.6 Порівняння буронабивного і забивного пальового фундаменту	41
2.7 Висновки до розділу 2.....	46
РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	47
3.1 Охорона праці та техніка безпеки. Протипожежні заходи та протипожежний захист.....	47
3.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	53
БІБЛІОГРАФІЯ.....	54

ВСТУП

Житлове будівництво є однією з ключових галузей економіки України, яка відіграє важливу роль у формуванні комфортного життєвого середовища, задоволенні базових потреб населення та стимулюванні соціально-економічного розвитку. В умовах зростання урбанізації, відновлення інфраструктури після руйнувань, спричинених повномасштабною війною, а також активного внутрішнього переміщення населення, потреба в сучасному, безпечному та доступному житлі стала ще більш актуальною.

Особливої уваги потребують регіони з високим потенціалом для розвитку міського середовища, зокрема місто Тернопіль. Як обласний центр Західної України, Тернопіль відіграє стратегічну роль у забезпеченні житлом як місцевого населення, так і внутрішньо переміщених осіб. Зростання чисельності мешканців, розвиток бізнесу, сфери послуг та освітніх закладів створюють підґрунтя для активного житлового будівництва. При цьому важливим є не лише збільшення кількості житла, але й підвищення його якості, адаптація до сучасних архітектурних, екологічних і соціальних вимог.

Проектування та будівництво нових багатоквартирних житлових будинків із включенням громадських функцій сприяє створенню зручних і самодостатніх житлових просторів. Це відповідає сучасним підходам до урбаністики, коли житло не лише забезпечує базову потребу, а й формує середовище для повноцінного життя, праці й відпочинку. У цьому контексті реалізація нового житлового об'єкта в місті Тернопіль є не лише архітектурним завданням, а й вагомим внеском у сталий розвиток регіону.

У цьому контексті проєкт будівництва багатоквартирного житлового будинку з приміщеннями громадського призначення та вбудованими гаражами в місті Тернопіль має особливу актуальність. Передбачене зведення будівлі в одну чергу на ділянці зі складним рельєфом та значним ухилом дозволяє реалізувати архітектурне рішення зі змінною поверховістю — від 5 до 9 поверхів. Такий підхід сприяє не лише раціональному використанню земельної ділянки та

оптимізації забудови, а й покращує естетичне сприйняття об'єкта, гармонійно вписуючи його в навколишній ландшафт.

Поєднання житлових функцій із громадськими приміщеннями та автостоянками забезпечить комфорт для мешканців і відповідатиме сучасним вимогам до житлових комплексів. Реалізація цього проєкту сприятиме підвищенню якості житлового фонду міста, розвитку його інфраструктури та створенню повноцінного середовища для проживання.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Характеристика району будівництва

Передбачається будівництво багатоквартирного житлового будинку, що має приміщення громадського призначення та вбудовані гаражі. Будівництво планується виконувати в одну чергу. Район будівництва – м. Тернопіль.

Згідно графічної зйомки рельєф ділянки є складним зі значним ухилом. У зв'язку з цим – планується будівля, що має змінну кількість поверхів з поступовим збільшенням від 5 до 9 поверхів. Це сприятиме покращенню естетичного сприйняття будівлі і якнайкраще впишеться в навколишній ландшафт.

Район будівництва відповідає I будівельно-кліматичній зоні з сейсмічністю району будівництва – 6 балів та сейсмічністю майданчика будівництва – 6 балів.

Ділянка в цілому відповідає містобудівним вимогам і оточена щільною навколишньою забудовою.

1.2 Інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови ділянки будівництва

Інженерно-геологічні умови ділянки під забудову наведені в розділі 2.

Підземні води не виявлені. Також не виявлені шкідливі фізико-геологічні процеси та явища в менших ділянках будівництва та на прилеглій території. Площадка не підтоплювана. Ґрунти не просідні.

Отже, можна зробити висновок, що згідно даних інженерно - геологічних вишукувань ділянка будівництва не піддається шкідливій (руйнівній) дії небезпечних геологічних процесів (затоплення, підтоплення, ерозії та розмиву берегів водотоків та водойм, карсту, суфозії, селевих потоків, снігових лавин, схилових гравітаційних процесів – зсувів, обвалів і їх поєднання), відповідно заходи з інженерного захисту не проводяться.

1.3 Архітектурно-планувальні рішення

Даний проект передбачає будівництво багатоквартирного житлового будинку в м. Тернополі з приміщеннями громадського призначення та вбудованими гаражами. Будинок має змінну поверховість (від 5 до 9 поверхів). У будинку запроектовано однокімнатні, двокімнатні та трикімнатні квартири, які за рівнем комфорту відносяться до житла І-ої категорії.

На нижньому поверсі на відмітці -3,70 м запроектовано: техпідвал, електрощитова, вузол вводу, господарські комори та вбудовані гаражі.

Для створення умов для безперешкодного доступу для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення проектом передбачено ширину пішохідних шляхів не вужчих 1,8 м. Поздовжні ухили тротуарів на шляхах руху прийняті 5%. У місцях перетинання тротуарів із проїзною частиною передбачені спуски в рівень проїжджої частини. Також передбачено місця для паркування автомобілів для маломобільних груп людей (3 шт.) в безпосередній близькості до будинку до 50 м.

Забезпечено доступність місць цільового відвідування і безперешкодність переміщення всередині будинку, для цього влаштовано входи та виходи з будинку врівень з землею без влаштування ганку. Запроектовано 2 ліфти з входом з вхідної площадки.

1.4 Конструктивні рішення

Конструктивною схемою будинку є залізобетонний каркас з діафрагмами жорсткості. Основними несучими елементами каркасу виступають вертикальні залізобетонні колони, які передають навантаження від перекриттів та покриття на фундамент, та діафрагми жорсткості, що забезпечують просторову стійкість будівлі при діях горизонтальних навантажень, таких як вітер чи сейсмічні сили. Просторова жорсткість споруди досягається завдяки сумісній роботі вертикальних елементів (колон і діафрагм) та горизонтальних елементів –

монолітних залізобетонних плит перекриття, які працюють як жорсткі диски, розподіляючи навантаження між елементами каркасу.

Така конструктивна схема дозволяє забезпечити необхідну міцність, стійкість і деформаційну надійність будівлі при її експлуатації, а також дає можливість гнучко планувати внутрішні простори, що є особливо важливим для поєднання житлової та громадської функцій у межах одного об'єкта.

1.4.1 Обґрунтування конструктивної схеми споруджуваної будівлі

Основними технологіями зведення багатоповерхових будівель є такі: цегляні будинки, панельні будинки та будинки з монолітно-каркасною схемою.

Перевагами цегляних будинків є їх висока міцність, довговічність та надійність. Цегла, як будівельний матеріал, має відмінні фізико-механічні характеристики та здатна витримувати значні навантаження протягом тривалого часу без втрати експлуатаційних властивостей. Крім того, цегла є одним із найбільш екологічно чистих матеріалів, адже виготовляється з натуральної сировини без використання шкідливих домішок. Завдяки цьому в приміщеннях цегляних будинків формується сприятливий мікроклімат, який забезпечує комфортні умови проживання як у холодну пору року, так і в спекотний період.

Однією з вагомих переваг є високий рівень звукоізоляції, що особливо важливо для багатоквартирних житлових будинків. Цегляні стіни ефективно поглинають зовнішні шуми, забезпечуючи тишу та спокій у приміщеннях. Також цегляним будинкам можна надати виразну архітектурну форму. Це дає змогу реалізовувати різноманітні архітектурні стилі, акценти та декоративні елементи фасадів.

Водночас, цегляне будівництво має і певні недоліки. Зокрема, значна товщина несучих стін призводить до збільшення загального навантаження на фундамент, що вимагає проектування більших з розміром фундаментів. Крім того, через масивність конструкцій, такі будинки мають тривалий період осідання, у зв'язку з цим рекомендується відкласти проведення внутрішніх ремонтних робіт

до повного завершення процесу осідання. Ще одним недоліком є відносно велика матеріалоемність і тривалі строки будівництва, що спричиняє збільшення вартості об'єкта в порівнянні з іншими типами будівель.

Зважаючи на зазначені переваги – зокрема екологічність, комфорт, естетику та довговічність – квартири в цегляних будинках вважаються престижними та належать до сегменту житла преміум або елітного класу.

Будівництво великопанельних будинків є важливим напрямом розвитку індустріальних технологій у будівельній галузі, що дозволяє значно підвищити темпи житлового будівництва. Ця технологія ґрунтується на використанні типових серій будівель – як житлового, так і адміністративного чи громадського призначення – з уніфікованих елементів, що виготовляються на заводах. Йдеться про попередньо виготовлені великогабаритні залізобетонні конструкції: стінові панелі, плити перекриття, покриття, блоки інженерних вузлів тощо. Високий рівень заводської готовності таких елементів передбачає не лише точну геометрію, а й часткове або повне оздоблення внутрішніх та зовнішніх поверхонь, що дозволяє зменшити обсяг робіт на будівельному майданчику.

Основними перевагами великопанельного домобудівництва є висока швидкість зведення об'єктів, зниження трудомісткості процесів та скорочення витрат на будівельні роботи. Це, у свою чергу, робить житло більш доступним для широких верств населення. Масове виробництво типових елементів у контрольованих умовах заводів також дозволяє досягти певного рівня якості та уніфікації конструкцій.

Разом з тим, великопанельне будівництво має низку суттєвих недоліків. Одним із основних є невисокі теплозахисні властивості залізобетонних конструкцій. Через велику теплоємність стін можливе виникнення небажаних температурних коливань – перегрівання приміщень у літній період або, навпаки, відчуття холоду в зимовий період, особливо при відсутності сучасної термоізоляції. Часто спостерігаються проблеми з герметичністю вертикальних і горизонтальних швів між панелями, що призводить до протікання, зниження енергоефективності та формування містків холоду. Недоліками є також низький

рівень звукоізоляції між приміщеннями, що негативно впливає на комфорт проживання.

Окрему увагу слід звернути на архітектурні обмеження великопанельного будівництва. Типова забудова призводить до одноманітності міського середовища, монотонності фасадів, нестачі індивідуальності та виразності у зовнішньому вигляді будівель. Це, своєю чергою, створює негативне враження від таких житлових масивів, що часто сприймаються як непрестижні райони.

Таким чином, зважаючи на співвідношення вартості будівництва та рівня комфорту, великопанельне житло доцільно використовувати у якості соціального житла, а також для забезпечення потреб населення в доступному житлі економ-класу. За умови модернізації технології, застосування сучасних теплоізоляційних матеріалів і вдосконалення архітектурних рішень, великопанельне будівництво може залишатися актуальним напрямом житлової політики в умовах урбанізації та потреби у швидкому введенні в експлуатацію житла.

Монолітно-каркасне будівництво сьогодні вважається однією з найперспективніших та технологічно досконалих систем зведення сучасних багатоповерхових житлових і громадських будівель. Сутність цієї технології полягає у виготовленні залізобетонного каркасу безпосередньо на будівельному майданчику шляхом поетапного бетонування в опалубці. Конструктивно каркас складається з вертикальних елементів – колон, а також горизонтальних елементів – плит перекриття, які спільно утворюють єдину несучу систему будівлі. У разі необхідності до складу каркасу включають ригелі, діафрагми жорсткості та інші додаткові елементи.

Однією з головних переваг монолітно-каркасної технології є її відносно висока швидкість зведення, що значно перевищує темпи будівництва за традиційною цегляною технологією, хоча й дещо поступається швидкості великопанельного домобудівництва. Проте, на відміну від останнього, монолітно-каркасна технологія надає набагато більшу архітектурно-планувальну гнучкість, що дозволяє реалізовувати індивідуальні та нестандартні проекти. Завдяки

відсутності несучих внутрішніх стін планування квартир може бути вільним – з можливістю перепланування або трансформації простору.

Крім цього, монолітно-каркасні будинки демонструють високі показники сейсмостійкості – до 8 балів, що особливо актуально в регіонах із підвищеною сейсмічною активністю. Також ця конструктивна система вважається однією з найстійкіших до екстремальних впливів – вибухових навантажень, пожеж та навіть прямого влучання снарядів чи ракет, що робить її особливо актуальною у воєнних і надзвичайних умовах. Завдяки цілісності каркасу та відсутності стиків між несучими елементами, будівлі не схильні до прогресуючого обвалення, що підвищує загальний рівень безпеки експлуатації. Термін експлуатації таких будинків може досягати 150–200 років за умови дотримання технології будівництва та належного технічного обслуговування.

Ще однією перевагою монолітно-каркасної технології є можливість зведення висотних будівель – понад 25 поверхів, що робить її оптимальним вибором для щільної міської забудови та реалізації проєктів житла бізнес-класу й вище.

Водночас ця технологія має і певні недоліки. По-перше, сам залізобетон є матеріалом з низькою екологічністю, оскільки його виробництво потребує значних енерговитрат та супроводжується викидами CO₂. По-друге, з огляду на фізичні властивості бетону, монолітні конструкції характеризуються дещо гіршими показниками тепло- та звукоізоляції порівняно з цегляними будівлями. Зазвичай для досягнення необхідного рівня комфорту потрібно додаткове зовнішнє утеплення фасаду, а також застосування сучасних шумопоглинальних матеріалів у міжквартирних перегородках.

Незважаючи на ці недоліки, квартири в монолітно-каркасних будинках користуються високим попитом на ринку нерухомості. Завдяки поєднанню сучасного вигляду, функціональності, довговічності та відносної економічності, їх відносять до категорії бізнес-класу. За оцінками фахівців, загальна вартість зведення будинку за монолітно-каркасною технологією на 10–15% нижча порівняно з аналогічною цегляною забудовою.

Зважаючи на переваги, такі як універсальність, конструктивна надійність, адаптивність до різних умов експлуатації, а також оптимальне співвідношення вартості та якості, для реалізації даного проєкту було обґрунтовано вибрано саме монолітно-каркасну технологію спорудження будинку.

Цей тип конструктивної системи дозволяє гнучко підходити до архітектурно-планувальних рішень, що є особливо важливим з огляду на необхідність поєднання житлової функції з громадськими приміщеннями на нижніх поверхах. Монолітно-каркасна технологія забезпечує високу несучу здатність, довговічність конструкцій і стабільність споруди навіть у складних геотехнічних умовах, що є актуальним для даної ділянки з вираженим ухилом рельєфу.

Крім того, можливість швидкого темпу будівництва без втрати якості, а також придатність для спорудження будівель зі змінною поверховістю (від 5 до 9 поверхів) робить цю технологію найбільш доцільною з погляду техніко-економічної ефективності. Забезпечення високих показників сейсмостійкості, опору екстремальним навантаженням та пожежній безпеці також є важливими чинниками при виборі технології для будівництва сучасного багатоквартирного житлового будинку в умовах підвищених вимог до надійності об'єктів.

Враховуючи всі вищезазначені переваги, монолітно-каркасна система вибрана як найбільш раціональне конструктивне рішення для даного проєкту, що дозволяє не лише досягти високої якості будівництва, а й задовольнити потреби майбутніх мешканців у комфортному, безпечному та довговічному житті.

1.4.2 Основні конструктивні елементи будинку

Як основні конструктивні елементи будинку прийняті наступні конструкції та вироби:

- палі – монолітні буронабивні, довжиною $L = 7000\text{мм}$, діаметром 500мм ;

- фундаменти – розтерк монолітний товщиною 800мм та монолітна плита товщиною 500 мм;
- стіни підвалу – монолітні залізобетонні товщиною 200; 250мм;
- огорожуючі стіни – ненесучі, з газоблоків товщиною 300 мм;
- перекриття – безбалочні монолітні залізобетонні плити товщиною 200 мм;
- колони – монолітні залізобетонні;
- діафрагми – монолітні залізобетонні товщиною 200, 250 мм;
- покриття – безбалочна монолітна залізобетонна плита товщиною 200 мм;
- сходові клітки (марші, площадки, стіни сходових кліток) – монолітні залізобетонні.

Зовнішні стіни виконуються із газобетонних блоків товщиною 300 мм.

Міжквартирні ненесучі перегородки виконуються із газобетонних блоків товщиною 250 мм та 200 мм.

Внутрішньо квартирні перегородки виконуються із газобетонних блоків товщиною 100 мм та 75 мм.

Перегородки господарських та технічних комор виконуються із керамічної цегли на розчині М50 товщиною 120 мм.

Перекриття та покриття – монолітне, залізобетонне товщиною 200 мм.

Світлопрозорі конструкції (вікна, балконні двері) виконані з ПВХ-профілів із заповненням двокамерними склопакетами класу теплопровідності А2.

Зовнішні двері передбачаються металевими протиударними зі склопакетами в алюмінієвих рамах. Двері входні в під'їзд обладнані пристроями самозачинення та ущільнення в притулах.

Двері входні в квартири, технічний підвал, вузол вводу, електрощитові, венткамери виконуються металевими протиударними (EI 30) з обладнаними пристроями для самозачинення й ущільненнями в притулах.

Двері тамбурні виконуються металевими протиударними з армованим склом і обладнуються пристроями самозачинення та ущільнення в притулах.

1.5 Конструктивні антисейсмічні заходи

Зважаючи на сейсмічність ділянки будівництва, яка складає 6 балів за шкалою сейсмічної інтенсивності, для забезпечення надійності та безпеки будівлі були прийняті комплексні антисейсмічні заходи, спрямовані на підвищення стійкості конструкції під час можливих землетрусів.

По-перше, для зведення будинку вибрано монолітно-каркасну технологію, що є найбільш ефективною для регіонів із підвищеною сейсмічною активністю. Завдяки цілісності та суцільності залізобетонного каркасу, ця технологія забезпечує оптимальний розподіл навантажень і мінімізує ризик локальних руйнувань та прогресуючого обвалення.

Особливу увагу приділено армуванню основних несучих елементів – колон та вузлів каркасу. Центральні зони жорстких вузлів, які є найбільш вразливими в умовах сейсмічних впливів, посилені замкненими хомутами з кроком 100 мм. Це дозволяє значно підвищити поперечну жорсткість і забезпечити стійкість арматурного каркаса до зсувних навантажень, характерних для землетрусів.

Також додатково посилено ділянки колон, що прилягають до плит перекриття на відстані 300 мм від їхнього контакту, шляхом армування замкненими хомутами з кроком 150 мм. Це рішення сприяє підвищенню зв'язності між колонною і плитою перекриття, знижує ризик утворення тріщин і руйнувань у критичних місцях та підвищує загальну жорсткість конструкції.

Для зменшення впливу деформацій та можливих переміщень між різними конструктивними елементами будівлі, між стінами, внутрішніми перегородками та залізобетонним каркасом передбачений зазор шириною 20 мм. Цей зазор служить демпфером, що компенсує переміщення при сейсмічних коливаннях і запобігає безпосередньому контакту, який міг би призвести до пошкоджень.

Крім того, для забезпечення необхідної взаємодії і одночасної гнучкості з'єднання між стінами, перегородками та каркасом, застосовані спеціальні гнучкі в'язі, що дозволяють конструкціям рухатися відносно один одного під час сейсмічних впливів без руйнувань. Такий підхід підвищує загальну

енергопоглинальну здатність будівлі, знижує концентрацію напружень і запобігає виникненню небезпечних тріщин.

Комплекс цих заходів значно підвищує сейсмостійкість будинку, гарантує безпеку мешканців і збереження будівлі в разі землетрусу, відповідає сучасним будівельним нормам і стандартам сейсмобезпеки.

1.6 Заходи для зниження шуму в будинку

Враховуючи необхідність комплексного підходу до організації шумозахисних заходів, спрямованих на мінімізацію надмірного впливу як зовнішнього, так і внутрішнього шуму у межах забудови, в проєкті було розроблено широкий спектр містобудівних, архітектурно-будівельних та інженерних рішень, які забезпечують поліпшення акустичного комфорту житлових приміщень квартир.

Перш за все, передбачено раціональну орієнтацію житлових приміщень щодо постійних і найбільш інтенсивних джерел зовнішнього шуму — таких як автомобільні магістралі, транспортні розв'язки чи інші промислові об'єкти. При цьому орієнтація приміщень здійснюється з урахуванням суворих санітарно-гігієнічних вимог щодо забезпечення оптимальної інсоляції, що гарантує достатній рівень природного освітлення, сонячного прогрівання та сприятливі умови проживання.

Додатково, в межах проєкту реалізовано функціональне зонування території забудови: основні дворові простори, дитячі майданчики, зони відпочинку та прибудинкові території розташовуються всередині кварталу, утворюючи природний акустичний бар'єр, захищений від впливу шуму з автомобільної траси. Така планувальна організація значно знижує рівень шумового забруднення у житлових зонах і сприяє створенню комфортного середовища для мешканців.

Для безпосереднього захисту від зовнішніх шумів проєктом передбачено застосування сучасних будівельних матеріалів та конструктивних рішень:

- влаштування металопластикових вікон із двокамерним склопакетом у металопластикових рамах, що мають високі шумоізоляційні характеристики та забезпечують мінімальне проникнення зовнішнього шуму в приміщення;
- ізоляція огорожувальних стін шляхом зовнішнього утеплення пінополістиролом товщиною 100 мм, що одночасно виконує функції тепло- і звукоізоляції, підвищуючи енергетичну ефективність будівлі та знижуючи рівень шуму;
- установку всього обладнання із застосуванням ретельної звукоізоляції – кріплення і проходи через будівельні конструкції додатково ізолюються пружними прокладками, що запобігає передачі вібрацій і шумів на конструкції будівлі;
- обладнання входних дверей пристроями для безшумного закривання, що виключає виникнення різких звуків і створює додатковий комфорт для мешканців;
- використання безшумних ліфтів з низьким рівнем шуму при експлуатації;
- прокладання трубопроводів, що проходять через перекриття, у спеціальних звукоізоляційних футлярах, що мінімізує передачу шуму від систем водопостачання, опалення та вентиляції.

Щодо внутрішнього середовища будівлі, для зниження шумового впливу в робочих та житлових приміщеннях передбачені такі заходи:

- використання шумопоглинаючих дверей у відповідних приміщеннях, що допомагають ізолювати звуки і створюють комфортні умови для роботи та відпочинку;
- застосування високоякісних звукоізолюючих будівельних матеріалів для внутрішніх перегородок, підвищуючи рівень акустичного комфорту і перешкоджаючи поширенню шуму між квартирами.

З метою захисту природного середовища і збереження екологічної рівноваги в районі забудови передбачено використання тільки сертифікованого обладнання, технічні характеристики якого відповідають нормативним вимогам

щодо максимально допустимих рівнів шуму та вібрації. Це дозволяє мінімізувати вплив шуму на навколишнє середовище.

Основними джерелами шуму на об'єкті є: котли опалення, робота ліфтів та рух транспортних засобів на прилеглих ділянках. Для зменшення рівня шуму до нормативних значень застосовується вибір обладнання з оптимальними параметрами, зокрема використання пристроїв з оптимальним числом обертів і швидкістю руху повітря, що дозволяє підтримувати рівень звукового навантаження не більше 40 дБ, що є комфортним і безпечним для мешканців.

З урахуванням усіх зазначених заходів, рівень звукового тиску на території об'єкта не перевищить встановлених нормативних показників, що виключає можливість негативного акустичного впливу на навколишнє середовище та соціальні умови проживання. Таким чином, реалізація комплексу шумозахисних рішень забезпечить високий рівень комфорту, безпеки і екологічної чистоти житлової забудови.

1.7 Заходи для покращення енергозбереження та енергоефективності

При проектуванні будинків, особливо складних архітектурно-конструктивних об'єктів, таких як у нашому випадку будівля зі змінною поверховістю — від 5 до 9 поверхів, особлива увага приділяється максимальному зниженню тепловтрат. Це є надзвичайно важливим аспектом, оскільки тепловтрати впливають не лише на енергоефективність будівлі, а й безпосередньо на комфорт проживання, експлуатаційні витрати, а також екологічність будівельного проекту в цілому.

Тепловтрати можуть відбуватися через всі зовнішні огорожувальні конструкції будівлі — фундаменти, зовнішні стіни, вікна, двері, дах, а також через вентиляційні системи. Крім того, слід враховувати і додаткові приховані тепловтрати, які виникають через будівельні дефекти або недостатню якість утеплення, щілини, стики між конструктивними елементами, недостатньо

герметичні віконні і дверні системи. Всі ці фактори можуть суттєво впливати на загальні показники енергоефективності будинку.

Отже, основним завданням на стадії проектування та будівництва є максимальне зведення тепловтрат до мінімально можливого рівня шляхом застосування сучасних будівельних матеріалів і технологій, а також впровадження ефективних теплоізоляційних рішень.

Поняття енергоефективності у будівництві охоплює дві ключові складові. По-перше, це ефективне, цілеспрямоване використання енергії для підтримки комфортних умов у будівлі. По-друге, це енергозбереження — заходи та рішення, спрямовані на зменшення загального споживання енергії без втрати якості житлового середовища. Досягнення балансу між цими складовими є запорукою сталого розвитку та економічної вигідності проєкту.

Для оцінки енергоефективності будівельних матеріалів і конструкцій використовують основні показники: коефіцієнт теплопровідності (λ), який визначає здатність матеріалу пропускати тепло; приведений опір теплопередачі (R), що характеризує здатність конструкції протистояти тепловому потоку; та коефіцієнт теплопередачі (U), що є зворотним значенням опору і відображає загальну кількість тепла, яка проходить через одиницю площі конструкції за одиницю часу.

Для забезпечення високих показників енергоефективності у даному проєкті зовнішні стіни виконані із газобетонних блоків товщиною 300 мм. Газобетон володіє низькою теплопровідністю, є легким і екологічно чистим матеріалом, що забезпечує добру теплоізоляцію і зручність монтажу. Внутрішні несучі стіни та перегородки виконані із блоків товщиною від 200 до 250 мм, що гарантує надійність і стабільність конструкції.

Для додаткового утеплення зовнішніх стін застосовано плити пінополістиролу ПСБ-С-25 товщиною 100 мм. Цей матеріал має відмінні теплоізоляційні властивості, є довговічним і стійким до вологи, що допомагає значно знизити тепловтрати через огорожувальні конструкції. Особливої уваги потребують так звані "холодні" зони – області біля віконних та дверних прорізів,

де утворюються містки холоду. Для їх ефективного утеплення навколо цих прорізів передбачено влаштування смуг із негорючої мінеральної вати шириною 200 мм, що додатково покращує загальну теплоізоляцію та виключає появу конденсату і вогкості.

Крім того, у проєкті передбачено влаштування спеціальних поясів із негорючої мінеральної вати висотою 300 мм через кожні три поверхи. З точки зору пожежної безпеки такі пояси відіграють ключову роль, оскільки матеріал мінеральної вати не підтримує горіння, тим самим забезпечуючи ефективну протипожежну ізоляцію між поверхами. Це запобігає поширенню вогню по вертикалі фасаду будівлі, що особливо важливо у багатоповерхових житлових спорудах з підвищеними вимогами до пожежної безпеки.

Також ці пояси підвищують загальну герметичність будівлі, створюючи додатковий бар'єр для проникнення холодного повітря та вологи, що значно покращує внутрішній мікроклімат і сприяє збереженню тепла у квартирах.

Завдяки рівномірному розподілу теплових потоків по висоті будинку теплоізоляційні пояси сприяють зменшенню ризику появи конденсату та утворення грибка в місцях контакту огорожувальних конструкцій. Це не лише збільшує довговічність будівельних матеріалів, а й забезпечує комфортні умови проживання мешканців.

Таким чином, застосування негорючих теплоізоляційних поясів є комплексним рішенням, яке поєднує в собі підвищення пожежної безпеки, енергоефективності та експлуатаційної надійності багатоповерхового житлового будинку.

Зовнішні стіни підвалу з монолітного залізобетону, утеплюються пінополістирольними плитами ПСБ-С-35-1000x500x50 товщиною 100 мм. Теплоізоляцією необхідно заходити на цокольну частину стіни не менше ніж на 2 м від рівня відмостки з наступним улаштуванням гідроізоляційного шару по системі теплоізоляції та із з'єднанням із відсікаючою горизонтальною гідроізоляцією.

Перекрыття над техпідпіллям утеплюється пінополістіролом ПСБ-С-35-1000х500х40 товщиною 150 мм та армованою цементно-піщаною стяжкою – 40 мм. Розрахункова температура в технічному підпіллі становить 5 °С.

Покриття монолітне залізобетонне завтовшки 200 мм утеплюють пінополістіролом ПСБ-С-35-1000х500х50 товщиною 250 мм та цементно-піщаною армованою стяжкою – 60 мм, пінополістірол по ухилу 0-200 та покриття даху - інверсійне.

Світлопрозорі конструкції (вікна, балконні двері) запропоновано виконати з ПВХ-профілів із заповненням двокамерними склопакетами класу теплопровідності А2.

1.8 Висновки до розділу 1

1. Розглянуто архітектурно-планувальні рішення багатопверхового будинку. У проекті зазначені заходи для покращення умов проживання мало мобільних груп населення.

2. Обґрунтовано вибір конструктивної схеми споруджуваного будинку а саме монолітно каркасну схему.

3. Наведено основні конструктивні проти сейсмічні заходи та заходи для зменшення рівня шуму у будинку, що проектується.

4. Розглянуто заходи для покращення енергозбереження та енергоефективності запроектованого будинку.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

Одним з головних завдань при проектуванні будівель та споруд є технічна та економічна доцільність влаштування основ та фундаментів з урахуванням специфічних природних умов району будівництва.

Надійність та економічність будівництва споруд залежить значною мірою від правильного вибору та розрахунку будівельних конструкцій, в тому числі основ і фундаментів. Надійність основ і фундаментів та здешевлення робіт по їх влаштуванню, в свою чергу, залежить від вміння правильно оцінювати інженерно-геологічні умови будівельних майданчиків, властивості ґрунтів основ і сумісну роботу цих ґрунтів з фундаментами та надземними конструкціями будівлі, від раціональності вибраних типів основ і фундаментів і розмірів останніх, від якості виконання робіт.

Як відомо, кошторисна вартість зведення підземних частин будівель і споруд для звичайних ґрунтових умов становить від 10 до 25% кошторисної вартості споруди. У складних інженерно-геологічних умовах частка нульового циклу досягає 40-45% кошторисної вартості всієї споруди.

Згідно з світовою статистикою 80% аварій будівель і споруд відбувається через різні недоліки й помилки при проектуванні, будівництві та експлуатації основ і фундаментів. Витрати на усунення цих аварій, як правило, набагато більші за початкову вартість будівництва.

Завдання, які стоять перед сучасним фундаментомобудуванням: з одного боку – зниження вартості та матеріаломісткості основ і фундаментів, а з іншого – підвищення їх надійності.

2.1 Архітектурно-будівельні рішення

Житловий будинок має розміри в плані 28,1х37,4 м, висотою 26,7 м.

Конструктивна схема будівлі має монолітно-каркасну схему, в деяких місцях виконані монолітні колони, а в інших монолітні або цегляні стіни. Плити перекриття – монолітні залізобетонні товщиною 200 мм.

Типовий поверх представлений житловими приміщеннями (рис. 2.1, рис. 2.2).

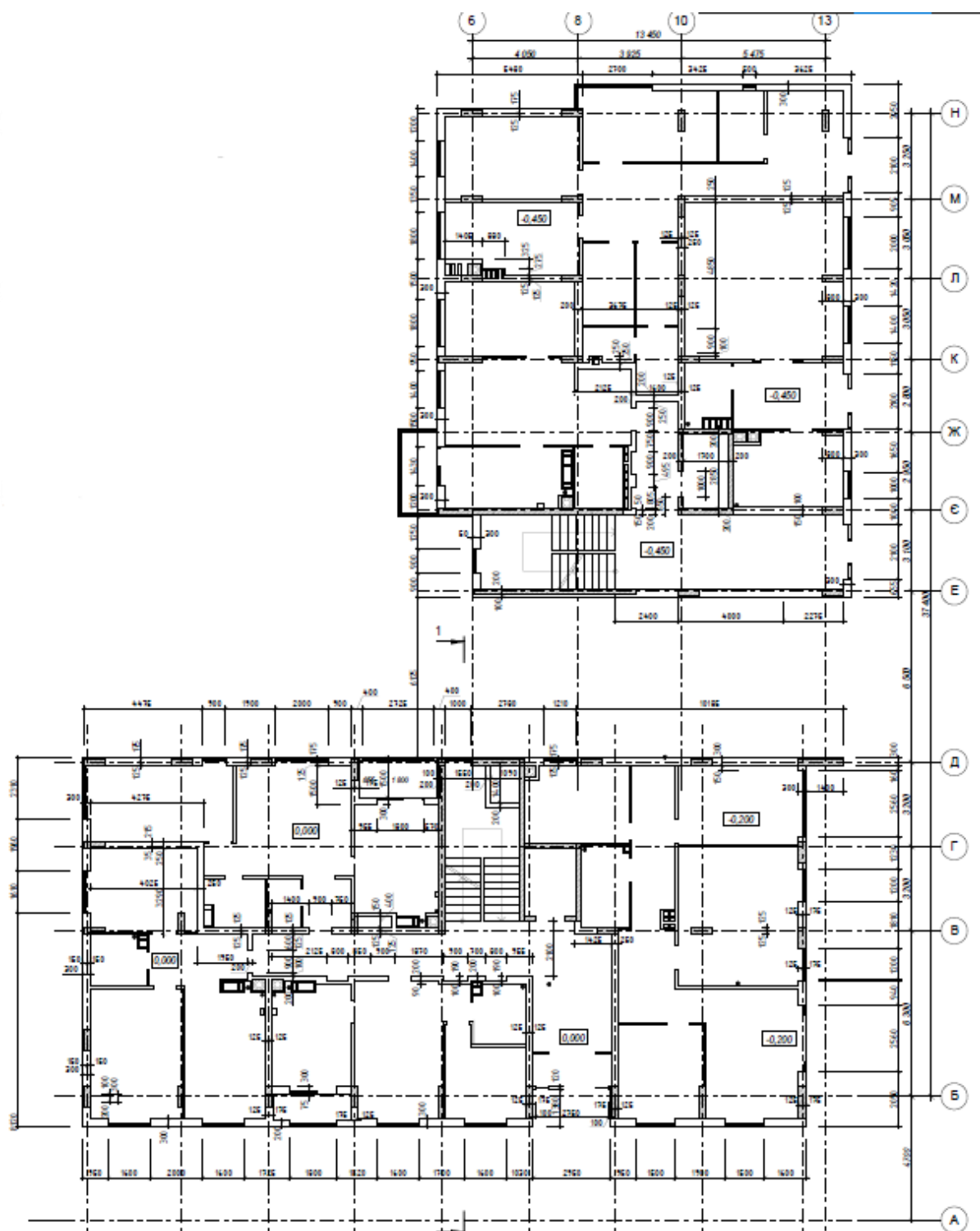


Рисунок 2.1 – План типового поверху будівлі

2.2 Інженерно-геологічні відомості

Ділянка розташована в межах Тернопільського плато Волино-Подільської височини, ділянка спланована, ускладнена насипними ґрунтами.

Ділянка відноситься до II категорії за складністю інженерно-геологічних умов,

Гідрологічні умови – на момент виконання розвідувальних свердловин по їх глибині підземних водоносних шарів не виявлено. Ділянка потенційно не є підтоплюваною.

Параметри ділянки ускладнені наявністю невеликого шару насипних ґрунтів.

На ділянці не виявлено рослинних шарів, які використовуються для рекультивації і збереження плідного шару.

Відповідно до ДБН В.1.1-12:2014 район будівництва відноситься до 6-ти бальної зони за сейсмічним впливом.

Ґрунти ІГЕ-1 (насипні) не можуть служити як природна основа для фундаментів.

На ділянці будівництва виконано 6 розвідувальних свердловин.

Результати польових та лабораторних досліджень параметрів основи наведені в таблиці 2.1.

Отже, можна зробити висновок, що згідно даних інженерно - геологічних вишукувань ділянка будівництва не піддається шкідливій (руйнівній) дії небезпечних геологічних процесів (затоплення, підтоплення, ерозії та розмиву берегів водотоків та водойм, карсту, суфозії, селевих потоків, снігових лавин, схилових гравітаційних процесів – зсувів, обвалів і їх поєднання), відповідно заходи з інженерного захисту не проводяться.

Таблиця 2.1 – Результати інженерно-геологічних досліджень ґрунтів на будівельному майданчику

№	Назва ґрунту	w	I _p	I _L	ρ, г/см ³	e	S _r	γ, кН/м ³	E, МПа	φ, град	c, КПа	γ ₂	φ ₂	c ₂
		Природна вологість	Число пластичності	Показник текучості	Щільність	Коефіцієнт пористості	Ступінь вологості	Питома вага	Модуль деформації	Кут внутрішнього тертя	Питоме зчеплення			
1	Насипний ґрунт – суглинок, будівельне сміття, темно-сірий				1,71			17,1			17	17,0		
2	Суглинок твердий, з прошарками піску, твердої глини, жовтий, коричнево-жовтий	0,19	0,11	<0	1,96	0,64	0,80	19,6	22	26	19	19,6	26	25
3	Пісок середньозернистий, середньої щільності, мало вологий, жовто-коричневий, кварцовий.	0,09			1,81	0,57	0,33	18,1	38	37	2	18,0	37	34

2.3 Визначення навантажень на фундамент

Оскільки будівля є житловою, на неї діються відповідні навантаження. На споруду діють постійні і змінні навантаження. В даному випадку до постійних навантажень відноситься вага конструкцій, а саме стін, колон, перекриття та шару підлоги і покрівлі. До змінних довготривалих відносять вагу перегородок, комунікацій та обладнання, до короткотривалих відносять корисне навантаження для житлових приміщень і їх відповідних зон (коридорів, балконів, лоджій тощо), снігове навантаження з покрівлі, вітрове навантаження.

Визначимо власну вагу несучих конструкцій типового поверху.

Навантаження від колон одного поверху – 830 кН.

Навантаження від конструктивних стін одного поверху – 5 900 кН.

Навантаження від плити перекриття одного поверху – 4 300 кН.

Навантаження від шару підлоги одного поверху – 1 460 кН.

Навантаження від шару покрівлі – 950 кН.

Тоді загальні постійні навантаження від власної всього будинку становлять – 124 390 кН.

Переведемо це навантаження в розподілене, тоді воно становитиме – 159,2 кПа.

Навантаження від тимчасових перегородок – 0,65 кПа.

Навантаження від обладнання і комунікацій – 0,26 кПа.

Тоді довготривалі навантаження всього будинку становлять – 5,85 кПа та 2,34 кПа, для перегородок і обладнання відповідно.

Снігове навантаження – 1,585 кПа.

Корисне навантаження для житлових приміщень – 1,95 кПа.

Корисне навантаження для балконів та лоджій – 2,4 кПа.

При розрахунку фундаментів, в залежності від вантажної площі та кількості поверхів, корисне навантаження від житлових приміщень потрібно зменшувати на відповідні коефіцієнти згідно нормативних документів.

Вантажна площа для центральних колон становить 3,3х6 м, і становить 19,8 м². Тоді коефіцієнт який враховує вантажну площу:

$$\psi_{A1} = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{\frac{A}{A_1}}} = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{\frac{19,8}{9}}} = 0,804 \quad (2.1)$$

Коефіцієнт, що враховує кількість поверхів на яких діє корисне навантаження від житлових приміщень:

$$\psi_{n1} = 0,4 + \frac{\psi_{A1}-0,4}{\sqrt{n}} = 0,4 + \frac{0,804-0,4}{\sqrt{9}} = 0,534 \quad (2.2)$$

Отже, при розрахунку фундаментів, корисні навантаження для житлових приміщень множаться на коефіцієнт $\psi_{n1} = 0,534$.

Тоді загальні корисні навантаження для всього будинку будуть становити 9,372 кПа.

При розрахунку конструкцій, на які діють постійні та змінні навантаження, зусилля в елементах визначаються з врахуванням сполучень цих навантажень з відповідними коефіцієнтами.

Фундаменти розраховуємо на зусилля від основних сполучень. Основні сполучення навантажень та впливів C_m , що складаються з постійних, тривалих та короткочасних навантажень та впливів визначаються за формулою:

$$C_m = P_d + (\psi_{l1} \cdot P_{l1} + \psi_{l2} \cdot P_{l2} + \psi_{l3} \cdot P_{l3} + \dots) + (\psi_{t1} \cdot P_{t1} + \psi_{t2} \cdot P_{t2} + \psi_{t3} \cdot P_{t3} + \dots), \quad (2.3)$$

де P_d , P_l , P_t – значення постійного, тривалого та короткочасного навантаження або впливу відповідно;

ψ_{li} ($i = 1, 2, 3, \dots$) – коефіцієнти сполучень для тривалих навантажень або впливів;

ψ_{ti} ($i = 1, 2, 3, \dots$) – коефіцієнти сполучень для короткочасних навантажень або впливів.

Для основних і особливих сполучень навантажень, за виключенням випадків, вказаних у нормах проектування споруд у сейсмічних районах і в нормах проектування конструкцій і основ, коефіцієнти сполучення постійних навантажень дорівнюють 1, а коефіцієнт сполучень тривалих навантажень визначається наступним чином:

$$\psi_{l1} = 1,0; \psi_{l2} = \psi_{l3} = \dots = 0,95, \quad (2.4)$$

де ψ_{l1} – коефіцієнт сполучень, що відповідає основному за ступенем впливу тривалому навантаженню;

ψ_{l2} , ψ_{l3} – коефіцієнти сполучень для інших тривалих навантажень.

Для основних сполучень необхідно використовувати наступні значення коефіцієнтів сполучень короткочасних навантажень:

$$\psi_{t1} = 1,0; \psi_{t2} = 0,9; \psi_{t3} = \psi_{t4} = \dots = 0,7 \quad (2.5)$$

де ψ_{t1} – коефіцієнт сполучень, що відповідає основному за ступенем впливу короткочасному навантаженню;

ψ_{t2} – коефіцієнт сполучень, що відповідає другому короткочасному навантаженню;

ψ_{t3}, ψ_{t4} – коефіцієнти сполучень для інших короткочасних навантажень.

Отже, основне розрахункова навантаження в сполученні з врахуванням всіх коефіцієнтів становить:

$$P_m = 159,2 + (1 \cdot 5,85 + 0,95 \cdot 2,34) + (1 \cdot 9,372 + 0,9 \cdot 1,585) = \\ = 178,07 \text{ кПа} \quad (2.6)$$

Вага фундаментів та ґрунту визначається автоматично при розрахунку.

2.4 Визначення типу фундаменту та його глибини закладання

Відповідно до інженерно-геологічних вишукувань на ділянці присутні перепади між ІГЕ, при влаштуванні фундаментів важливо щоб вони опирались на основу, що складається з одного і того самого шару. Також на ділянці присутні насипні ґрунти. Для збільшення несучої здатності фундаментів збільшуємо його глибину закладання.

Для того щоб оперти фундамент на один стабільний несучий ґрунт, фундамент прийнятий пальовий з ростверками. Оскільки навколо ділянки присутня існуюча забудова, то палі приймаємо буро-набивні діаметром 500 мм і висотою 7 м, тоді глибина закладання фундаменту від верху ростверку становить 7,5 м.

Така глибина достатня для запобігання морозного здимання ґрунту розрахунку.

2.5 Моделювання основи

Для розрахунку фундаментів було використано програмний комплекс ЛІРА-САПР, який дозволяє виконувати повномасштабне моделювання конструкцій різного типу. Зокрема, для моделювання та розрахунку основи фундаментів застосовується спеціалізована підсистема ГРУНТ, яка входить до складу цього комплексу.

Першочергово, відповідно до даних інженерно-геологічних вишукувань, у підсистемі ГРУНТ задаються фізико-механічні характеристики ґрунтів (рис. 2.3). Це включає визначення основних параметрів кожного шару ґрунту, таких як: питома вага; модуль деформації; коефіцієнт Пуассона; кут внутрішнього тертя; питоме зчеплення; коефіцієнт фільтрації; рівень залягання ґрунтових вод та ін.

Ці параметри необхідні для адекватного відображення реальних умов роботи основи фундаментів та подальшого аналізу напружено-деформованого стану. Вірно задані фізико-механічні властивості дозволяють об'єктивно змодельовати взаємодію конструкції з основою та визначити рівень осідань, несучу здатність, а також потенційні зони розвитку деформацій у ґрунтовому масиві.

Після введення вихідних даних виконується побудова геометричної моделі основи, з урахуванням стратиграфії ґрунтів та виду фундаменту, що розраховується. Надалі модель інтегрується в загальну схему розрахунку споруди, після чого здійснюється розрахунок навантажень, переміщень і напружень у системі "основа–фундамент".

Характеристики ґрунтів

№ ІГЕ	Умовне позначення	Найменування ґрунту	Колір	Модуль деформації, кН/м ²	Коефіцієнт Пуассона	Питома вага ґрунту, кН/м ³	Коефіцієнт переходу до 2-го модуля деформації	Природна вологість, частки	Показник текучості IL	Вода Лес Насип Органо	Коефіцієнт пористості e	Вміст рослинних залишків, q	Питоме зчеплення Rc, кН/м ²	Кут внутрішнього тертя Fi, °	Граничне напруження розтягнення Rs, кН/м ²	Коефіцієнт Савінова Со кН/м ³	Коефіцієнт пропорційності K, тс/м ^{3/4}	Коефіцієнт і код ґрунту
1		Насипний		9000	0.3	17.1	1	0.05	0.2		0.7	0	1	16	1	1	520	Ls
2		Суглинок		22000	0.3	19.6	1	0.19	0		0.64	0	19	26	1	1	800	Lh
3		Пісок		38000	0.3	18.1	1	0.09			0.57	0	2	37	1	1	573.333	S2

Примітки: значення Rc, Fi, Rs в розрахунку коефіцієнтів постелі не використовуються, але задаються для наступного експорту в жорсткості ЛІРА-САПР. Значення IL та K використовуються для розрахунку ж

Рисунок 2.3 – Характеристика ґрунтів в підсистемі ҐРУНТ

Відповідно до розвідувальних свердловин і інженерно-геологічного розрізу задаємо свердловини та їх параметри (рис. 2.4).

Свердловини

Свердловина 1 (м) ?

☒ Координати

X 0.00 Абс.відм 349.80

Y 14.00 Глибина 12.00

☒ Таблиця

ІГЕ 3 ☒ Задаю глибину залягання

N	Найменування	Абс.відм. підшеи	Потужність шару	Глибина залягання
1	Насипний...	348.20	1.60	1.60
2	Суглинок...	341.80	6.40	8.00
3	Пісок...	337.80	4.00	12.00

а)

Свердловини

Свердловина 2 (м) ?

☒ Координати

X 0.00 Абс.відм 350.70

Y 0.00 Глибина 12.00

☒ Таблиця

ІГЕ 3 ☒ Задаю глибину залягання

N	Найменування	Абс.відм. підшеи	Потужність шару	Глибина залягання
1	Насипний...	348.60	2.10	2.10
2	Суглинок...	343.20	5.40	7.50
3	Пісок...	338.70	4.50	12.00

б)

Свердловини

Свердловина 3 (м) ?

Координати: X 28.00, Y 0.00

Абс. відм. 349.50

Глибина 12.00

Таблиця

ІГЕ 3

Задаю глибину залягання

N	Найменування	Абс. відм. підшови	Потужність шару	Глибина залягання
1	Насипний...	347.70	1.80	1.80
2	Суглинок...	341.50	6.20	8.00
3	Пісок...	337.50	4.00	12.00

Свердловини

Свердловина 4 (м) ?

Координати: X 28.00, Y 15.00

Абс. відм. 350.30

Глибина 12.00

Таблиця

ІГЕ 3

Задаю глибину залягання

N	Найменування	Абс. відм. підшови	Потужність шару	Глибина залягання
1	Насипний...	348.40	1.90	1.90
2	Суглинок...	342.20	6.20	8.10
3	Пісок...	338.30	3.90	12.00

в)

г)

а) – Св-1; б) – Св-2; в) – Св-3; г) – Св-4.

Рисунок 2.4 – Характеристики розвідувальних свердловин

Після задання свердловин виконуємо екстраполяцію результатів для створення ґрунтового масиву (рис. 2.5).

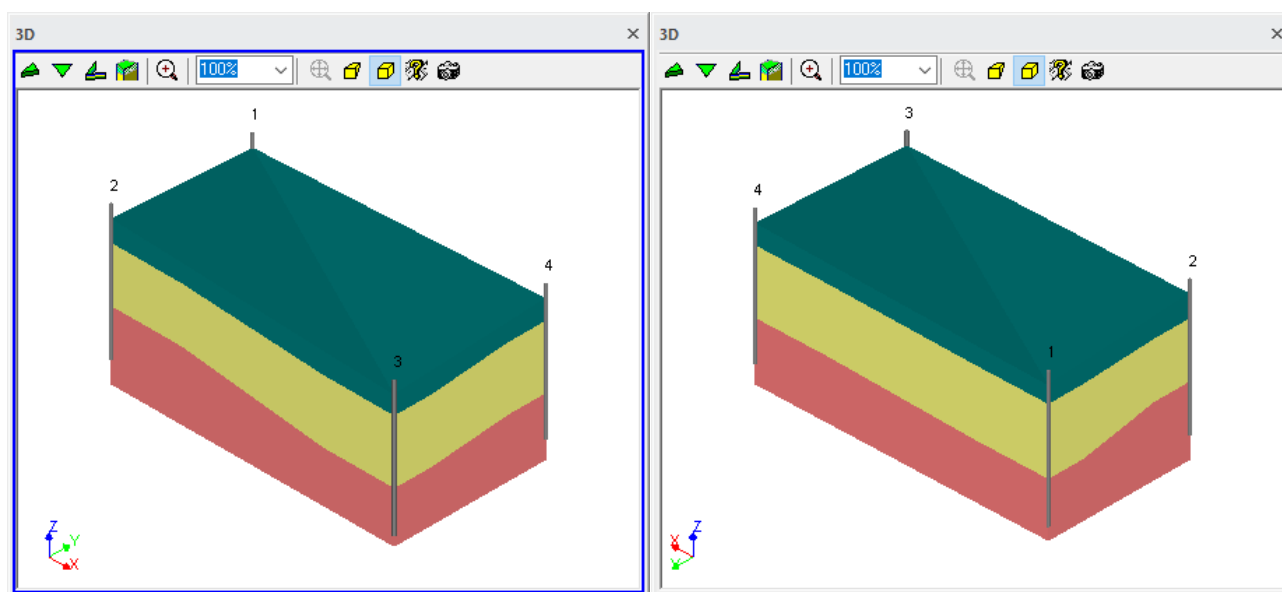


Рисунок 2.5 – Тривимірний ґрунтовий масив

Далі задаємо параметри розрахунку основи та відповідні нормативні документи (рис. 2.6).

Параметри розрахунку

Коефіцієнт глибини стискуваної товщі:

Мінімальна глибина стискуваної товщі: м

Додаткове постійне напруження по всій глибині: кН/м²

Норми розрахунку:

- ☐ СНиП 2.02.01-83
- ☐ СП 50-101-2004
- ☒ ДБН В.2.1-10:2009
- ☐ СП 22.13330.2011/2016
- ☐ СП РК 5.01-102-2013

☒ Враховувати вагу ґрунту вище відмітки прикладання навантаження

Крок триангуляції навантажень для побудови ізополів: м

☐ Обчислювати результати в межах площі імпортованих навантажень по укрупненій прямокутній сітці

Крок сітки: м

☐ Розрахунок осадок існуючих будівель від споруд, що будуються

Параметри обчислення розрахункового опору ґрунту

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [M_f k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}]$$

γ_{c1} γ_{c2} k

Рисунок 2.6 – Параметри розрахунку основи

2.6 Розрахунок фундаменту

Для визначення кількості паль, необхідних під окремими колонами або стінами споруди, насамперед визначається несуча здатність однієї палі. Це дозволяє оцінити, яке навантаження здатна сприйняти одна паля без перевищення граничних деформацій основи або міцності матеріалу палі. На основі отриманих результатів виконується підбір кількості паль у кожному окремому ростверку з урахуванням фактичного навантаження від конструктивних елементів будівлі.

Для моделювання палі використовується підсистема ВІЗОР-САПР в складі програмного комплексу ЛІРА-САПР. Процес моделювання починається зі створення вузла, який слугуватиме геометричним орієнтиром для розташування палі в тривимірному середовищі розрахункової моделі.

Після створення вузла, у відповідному меню використовується команда «Задання параметрів жорсткості паль / Вихідні дані для розрахунку», яка відкриває вікно введення характеристик палі. У цьому вікні задаються наступні вихідні параметри (рис. 2.7):

- довжина палі – 5 метрів;
- діаметр палі – 0,5 метра (50 см);
- кількість розрахункових ділянок – 5 (для більш точної дискретизації палі по довжині);
- коефіцієнт стиснутої товщі – 0,2 (характеризує взаємодію палі з оточуючим ґрунтом);
- тип з'єднання палі з ростверком – жорстке (палі вважається монолітно об'єднаною з ростверком, без ковзання або повороту);
- приблизне значення навантаження на одну палю – задається згідно з розрахунковими навантаженнями на фундаментний елемент.

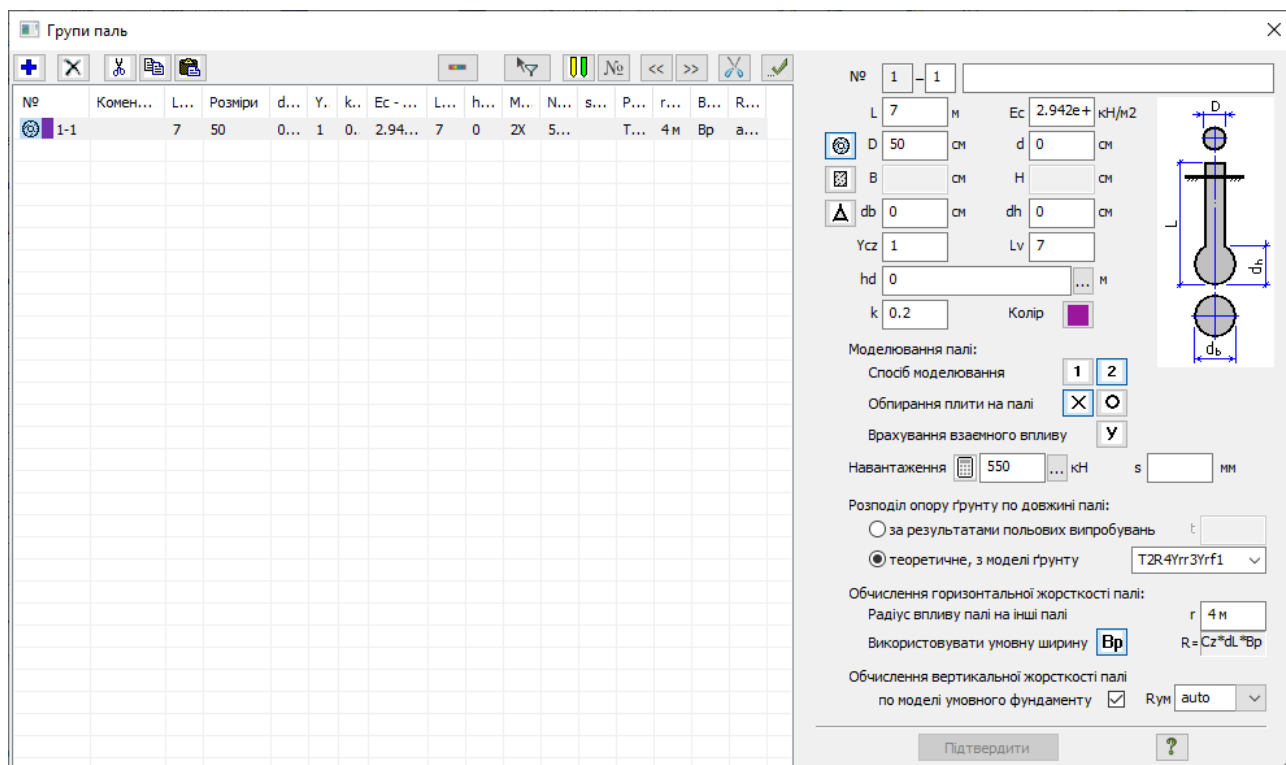


Рисунок 2.7 – Параметри буро-набивної палі

Також додатково задаємо параметри виду палі, а саме буро-набивний метод виготовлення паль (рис. 2.8).

Параметри визначення теоретичної несної здатності пальнової основи за СП 24.13330.2011

Ідентифі... Коментар

T2R4Yrr3Yrf1

В ☐ Фундамент мосту
☐ Врахування сейсміки

T2R4Yrr3Yrf1

T 1 ☐ Висячі забивні, вдавлювані всіх видів і палі-оболонки, що занурюються без виїмки ґрунту (забивні палі тертя)
2 ☒ Висячі набивні, бурові і палі-оболонки, що занурюються з виїмкою ґрунту і заповнюються бетоном (палі тертя)

R 1 ☐ Палі фундаментів під внутрішні перегородки одноповерхових виробничих будівель
2 ☐ Щільність пісків визначена за даними статичного зондування. Палі занурені без підмиву і лідерних свердловин
Бурові палі:
3 ☐ палі по п.6.4а* або набивні віброштамповані, що влаштовуються в пробитих свердловинах шляхом заповнення свердловин жорсткою бетонною сумішшю
4 ☒ набивна і бурова палі з розширенням і без розширення, паля-оболонка, що занурюється з повним видаленням ґрунтового
5 ☐ паля-оболонка, що занурюється зі збереженням ґрунтового ядра на висоту 0,5 м
6 ☐ паля-оболонка, що занурюється з частковою виїмкою ґрунту, але зі збереженням ґрунтового ядра висотою не менше трьох діаметрів оболонки на останньому етапі її занурення (за умови, що ґрунтове ядро утворене з ґрунту, що має ті ж самі характеристики, що й ґрунт під нижнім кінцем палі-оболонки)

Y_{R,R} 1 ☐ Палі з камуфлетним розширенням або буроін'єкційні РІТ (розрядно-імпульсна технологія)
2 ☐ Палі з розширеннями, бетоновані підводним способом ☐ механічне розбурювання ґрунту, без бурового шламу "
3 ☒ Інша (жодна з пп. 1, 2, 4)
4 ☐ Палі з розширеннями, бетоновані насухо, механічне розбурювання ґрунту ☐ без бурового шламу "

Y_{R,f} 1 ☒ Набивні, а також палі, влаштовані з витісненням ґрунту по 6.4а* при зануренні інвентарної труби з наконечником, що залишається в ґрунті, або бетонною пробкою
2 ☐ Набивні віброштамповані
Бурові, в тому числі з розширенням, бетоновані:
3 ☐ при відсутності води в свердловині (сухим способом) і при використанні обсадних інвентарних труб, а також при виконанні їх методом неперервно перемішуваного шнека (НПШ)
4 ☐ під водою або під глинистим розчином
5 ☐ жорсткими бетонними сумішами, що вкладаються за допомогою глибинної вібрації (сухим способом)
6 ☐ Палі-оболонки, що занурюються вібрацією з виїмкою ґрунту
7 ☐ Палі-стовпи
8 ☐ Буроін'єкційні, виготовлені під захистом обсадних труб або бентонітового розчину з обпресуванням тиском 200-400 кПа (2-4 атм), а також при виконанні їх з ін'єкцією бетонної суміші через колонну прохідних порожнистих шнеків
9 ☐ Буроін'єкційні РІТ (розрядно-імпульсна технологія)

*Палі по п.6.4а - це набивні палі, що влаштовуються шляхом занурення (забивання, вдавлювання або загвинчування) інвентарних труб, нижній кінець яких закритий залишає в ґрунті башмаком (наконечником) або бетонної пробкою, з подальшим втяганням цих труб у міру заповнення свердловин бетонною сумішшю, в тому числі після влаштування розширення з утрамбованою сухою бетонною сумішшю

Рисунок 2.8 – Параметри для розрахунку буро-набивних паль

Усі ці параметри є ключовими для правильного моделювання взаємодії палі з ґрунтовим середовищем і ростверком. Після задання всіх характеристик, палі включаються в загальну модель фундаментної системи, і виконується розрахунок їхньої роботи під дією прикладених навантажень.

На основі результатів моделювання (наприклад, величин осідань, внутрішніх зусиль, контактних напружень) приймається остаточне рішення щодо кількості паль, їхнього розташування та необхідності зміцнення основи або оптимізації ростверків.

Отже виконуємо розрахунок одиничної палі, і визначаємо її несуча здатність (рис. 2.9).

Завантаження 1
Мозайка несучої здатності пальей
Одиниці виміру - кН

1.25e+003



Рисунок 2.9 – Несуча здатність одиначної палі

Отже, відповідно до розрахунку, несуча здатність буро-набивної палі становить 1 250 кН, відповідно до цього результату розставляємо відповідну кількість паль під конструктивними елементами (рис. 2.10). Далі розрахунок і дослідження основ і фундаментів ведемо для однієї секції будівлі.

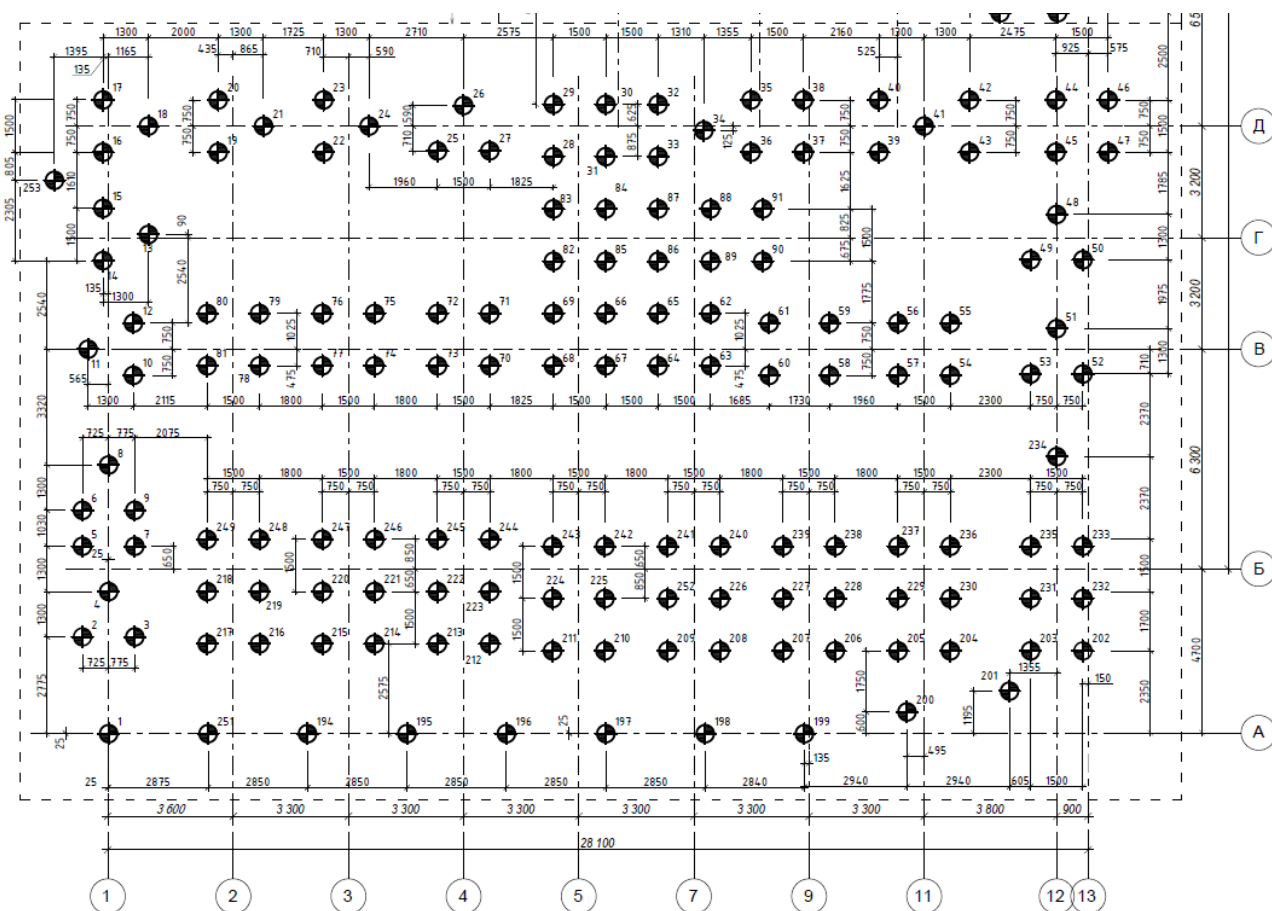


Рисунок 2.10 – Схема пального поля

Відповідно до попередньо розробленої схеми пальового поля, у програмному комплексі ЛПРА-САПР виконується просторове моделювання окремих паль. Палі розташовуються згідно з проектним положенням – під колонами, несучими стінами або іншими навантаженими елементами.

Для задання навантаження на палі вони об'єднуються між собою за допомогою плитного ростверка нульової жорсткості (рис. 2.11). Такий тип ростверка використовується в моделі як умовна конструкція, яка не вносить жорсткісних характеристик у загальну систему, але дозволяє правильно передати навантаження на палі. Таким чином, забезпечується рівномірне розподілення навантаження, яке надходить із верхньої частини конструкції, на всю площину пальового поля.

На поверхню плити нульової жорсткості задається розподілене навантаження, яке було визначене на попередніх етапах розрахунку – з урахуванням ваги конструкцій, тимчасових і постійних навантажень, а також коефіцієнтів надійності та комбінування згідно з ДБН.

Після задання всіх умов виконується розрахунок напружено-деформованого стану моделі. Оскільки в цьому випадку моделюється лише система «основа–фундамент», без урахування жорсткості надземної частини споруди (тобто фундамент моделюється окремо від будівлі), збільшення кількості ітерацій у процесі розрахунку не впливає суттєво на точність результатів. Тому для забезпечення розрахункової ефективності та економії ресурсів достатньо виконати два ітераційних розрахунки.

Після завершення розрахунку виводиться інформація про використання несучої здатності паль у відсотковому відношенні (рис. 2.12). Це дозволяє оцінити, наскільки ефективно працює кожна паля та чи потрібне коригування кількості або розташування паль.

Для подальшої перевірки роботи основи фундаменту, в підсистемі ГРУНТ комплексу ЛПРА-САПР виконується розрахунок ґрунтової основи під паловим фундаментом. Розрахунок проводиться з використанням методу Вінклера–Фуса, який базується на моделюванні основи у вигляді набору незалежних пружин (так

званих "ліній пружності"), що деформуються пропорційно прикладеним навантаженням. Це дозволяє враховувати нерівномірність роботи ґрунтів під окремими палями, а також визначити осідання палі та контактні напруження у зоні контакту з ґрунтом.

Таким чином, завдяки інтегрованому підходу до моделювання та розрахунку, забезпечується повна інженерна оцінка ефективності прийнятого пальового фундаменту з урахуванням реальних геотехнічних умов.

КР2 фонд.13d

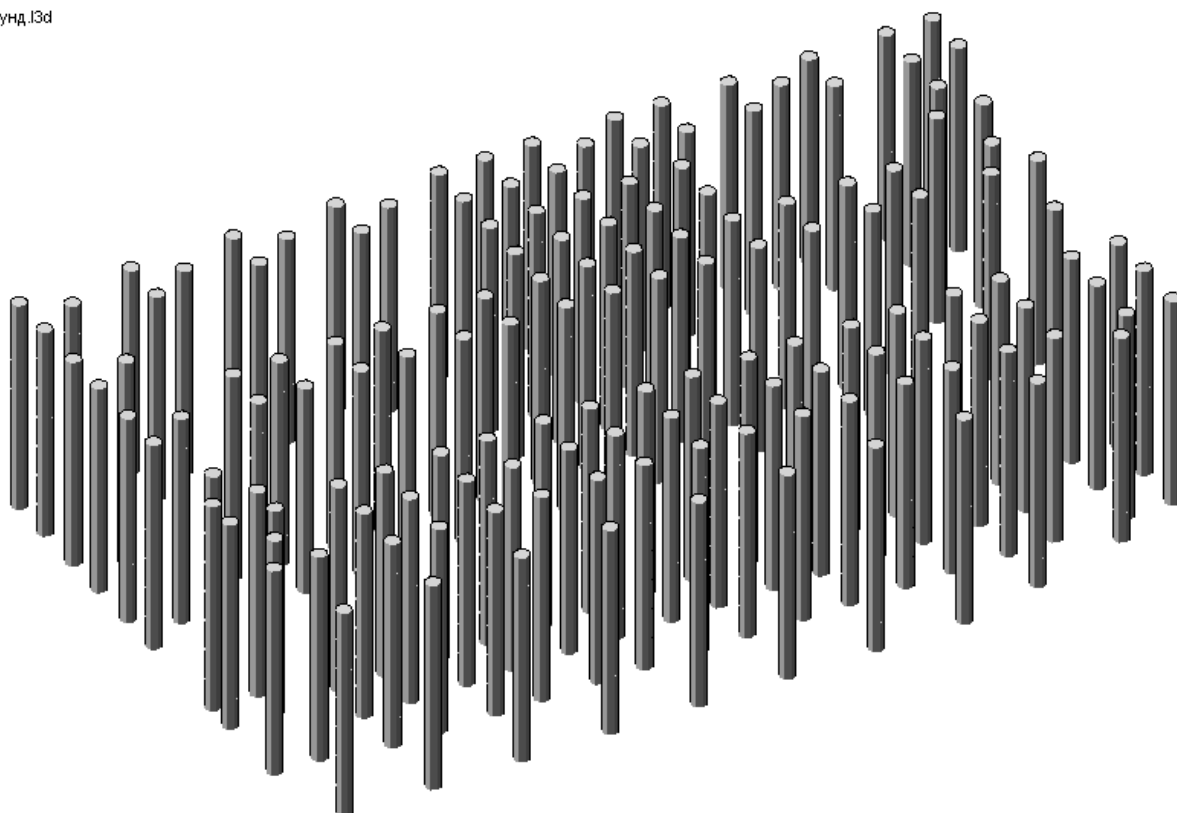


Рисунок 2.11 – Модель пальового поля

Виконавши розрахунок отримуємо результати осідання основи (рис. 2.13), глибини стиснутої товщі (рис. 2.14), коефіцієнти постелі С1 (рис. 2.15).

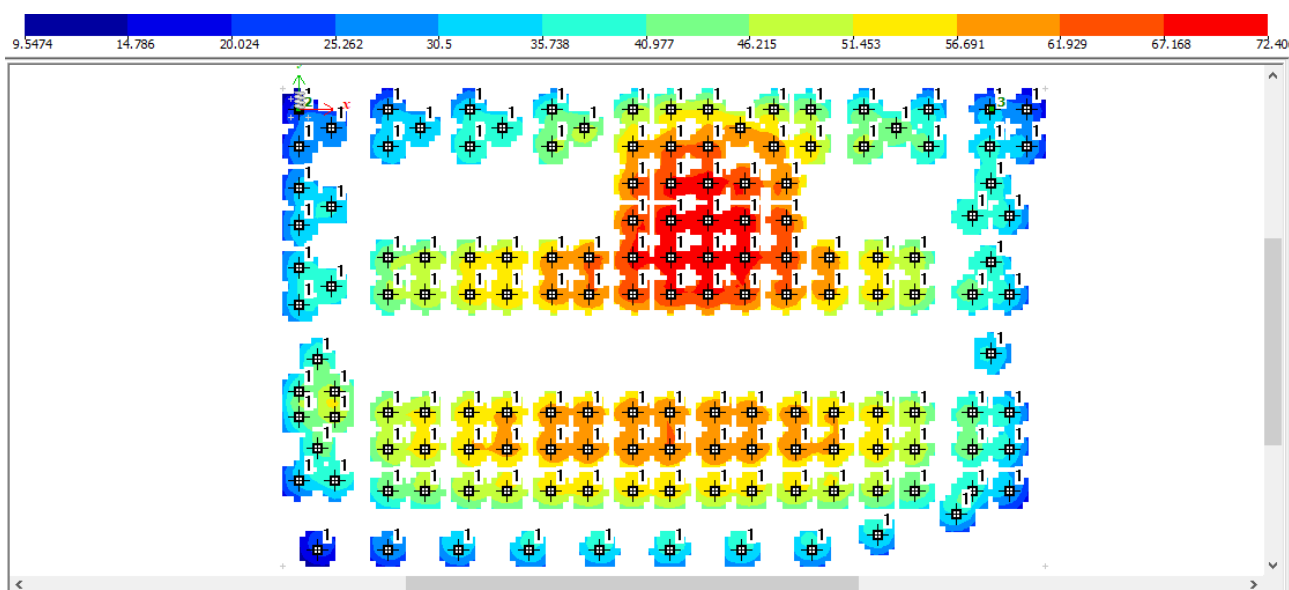


Рисунок 2.13 – Осідання основи під фундаментами

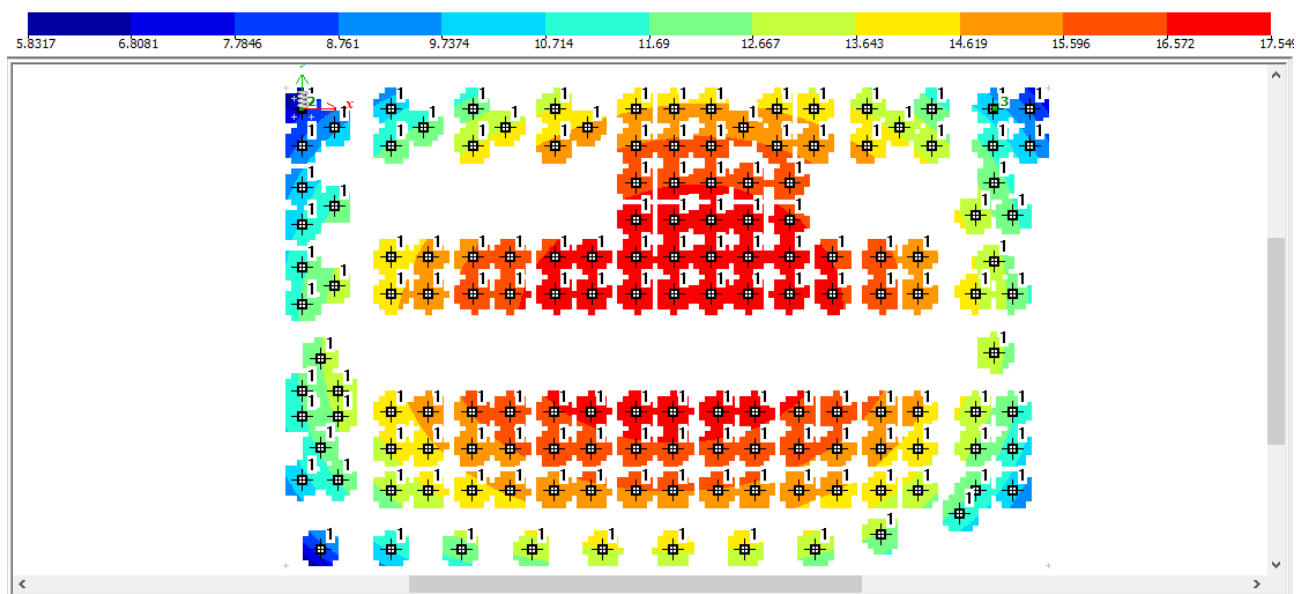


Рисунок 2.14 – Глибина стиснутої товщі основи

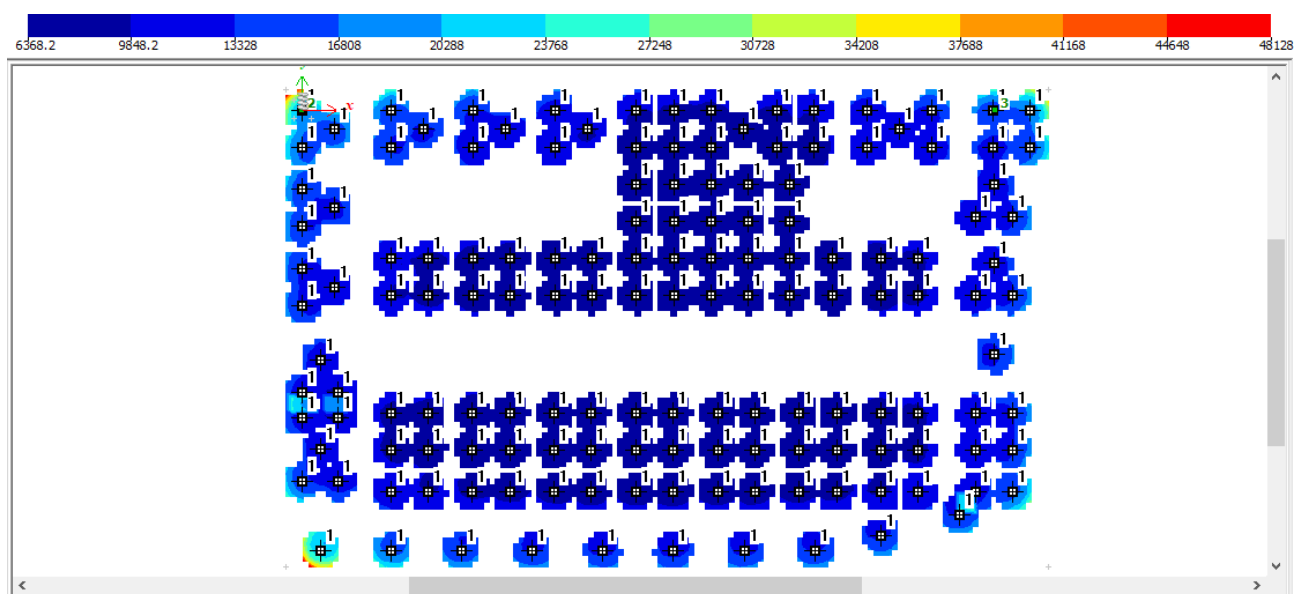


Рисунок 2.15 – Коефіцієнти постелі основи C1

Після завершення розрахунку в підсистемі ГРУНТ програмного комплексу ЛІРА-САПР можна виконати детальний аналіз розподілу напружень у ґрунтовій основі під дією навантаження від фундаменту. Зокрема, доступний перегляд епюр напружень у різних зонах основи (рис. 2.16). Ці епюри дозволяють:

- визначити зони концентрації напружень, які можуть свідчити про потенційно небезпечні ділянки з надмірним стисканням або ризиком пластичних деформацій;

- оцінити рівномірність роботи основи, зокрема, наскільки рівномірно передаються зусилля від ростверку на ґрунт через палі;
- зіставити напруження з розрахунковими характеристиками міцності ґрунтів, що дозволяє перевірити, чи не перевищується гранична несуча здатність;
- визначити ефективність роботи паль, тобто чи дійсно навантаження розподіляється на всю довжину палі або зосереджується лише у верхній частині (що може свідчити про необхідність коригування глибини закладання).

Епюри напружень є важливим аналітичним інструментом для інженера, оскільки дозволяють візуально і кількісно оцінити результативність проєктного рішення та, у разі необхідності, своєчасно внести зміни в конструкцію фундаменту або геометрію пального поля.

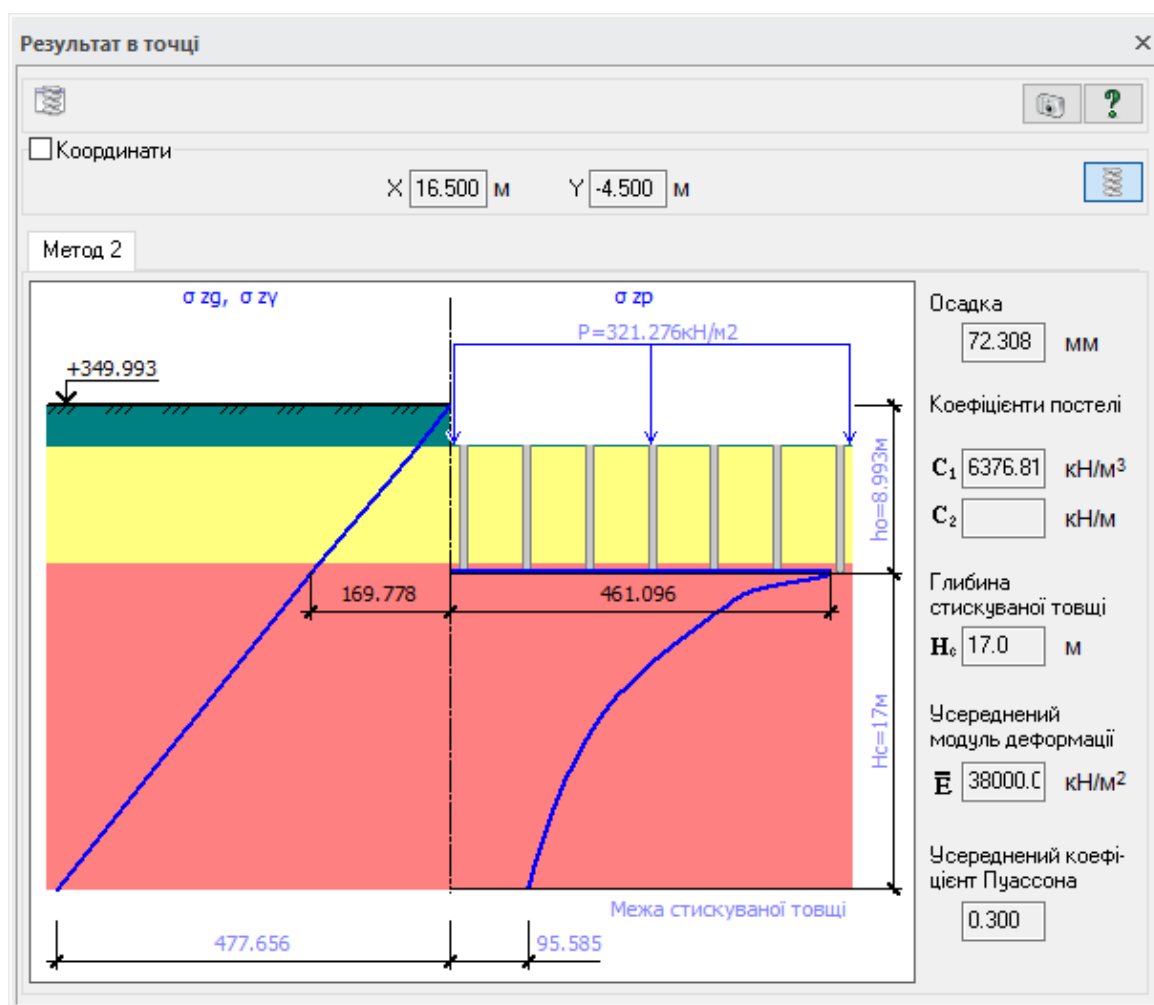


Рисунок 2.16 – Епюра напружень в основі

Максимальне осідання основи становить 72,4 мм, що менше допустимого значення 120 мм. Отже, фундаменти підібрано правильно.

2.6 Порівняння буронабивного і забивного пальового фундаменту

Для визначення оптимального типу пальового фундаменту для заданих інженерно-геологічних та конструктивних умов, доцільно провести порівняльний аналіз двох найбільш поширених типів паль — буронабивних і забивних. Такий аналіз дозволить обґрунтовано обрати технічно й економічно доцільне рішення з урахуванням особливостей ділянки забудови, навантажень від споруди та умов виконання будівельних робіт.

У відповідні моделі замінимо вид паль на забивні квадратного перерізу довжиною 7 м і поперечним перерізом 30х30 см (рис. 2.17 – 2.19).

Групи паль

№	Комен...	L...	Розміри	d...	Y...	k...	Ec - ...	L...	h...	M...	N...	S...	P...	г...	B...	R...
1-1		7	30x30	0...	1	0.	2.94...	7	0	2X	5...		T...	4м	Bp	a...

№ 1 - 1

L 7 м Ec 2.942e+10 кН/м2

D 30 см d 30 см

B 30 см H 30 см

db 0 см dh 0 см

Ycz 1 Lv 7

hd 0 м

k 0.2 Колір

Моделювання палі:

Спосіб моделювання 1 2

Обпирання плити на палі X O

Врахування взаємного впливу Y

Навантаження 550 кН s мм

Розподіл опору ґрунту по довжині палі:

☐ за результатами польових випробувань t

☒ теоретичне, з моделі ґрунту T1Yrr1

Обчислення горизонтальної жорсткості палі:

Радіус впливу палі на інші палі r 4 м

Використовувати умовну ширину Bp R = Cz*dL*Bp

Обчислення вертикальної жорсткості палі по моделі умовного фундаменту ☒ Rym auto

Підтвердити ?

Рисунок 2.17 – Параметри забивної палі

Параметри визначення теоретичної несної здатності пальової основи за СП 24.13330.2011

Т1Yrr1

Підтвердити

Ідентифі... Коментар

T1Yrr1

В ☐ Фундамент мосту

☐ Врахування сейсміки

T 1 ☒ Висячі забивні, вдавлювані всіх видів і палі-оболонки, що занурюються без виїмки ґрунту (забивні палі тертя)

2 ☐ Висячі набивні, бурові і палі-оболонки, що занурюються з виїмкою ґрунту і заповнюються бетоном (палі тертя)

R 1 ☐ Палі фундаментів під внутрішні перегородки одноповерхових виробничих будівель

2 ☐ Щільність пісків визначена за даними статичного зондування. Палі занурені без підмиву і лідерних свердловин

1 ☒ Занурення суцільних і порожнистих з закритим нижнім кінцем паль механічними (підвісними), пароповітряними і дизельними молотами

Y_{R,R} Занурення забивкою і вдавлюванням в попередньо пробурені лідерні свердловини із заглибленням кінців паль не менше 1 м нижче забою свердловини при її діаметрі:

та

Y_{R,f} 2 ☐ рівному стороні квадратної палі

3 ☐ на 0,05 м менше сторони квадратної палі

4 ☐ на 0,15 м менше сторони квадратної або діаметра палі круглого перерізу

5 ☐ Занурення з підмивом в піщані ґрунти за умови забивання паль на останньому етапі занурення без застосування підмиву на 1 м і більше

6 ☐ Віброзанурення паль-оболонки, віброзанурення і вібровдавлювання паль в ґрунти

7 ☐ Занурення молотами порожнистих залізобетонних паль з відкритим нижнім кінцем

8 ☐ Занурення будь-яким способом порожнистих паль круглого перетину з закритим нижнім кінцем на глибину 10 м і більше з подальшим влаштуванням у нижньому кінці паль камуфлетного розширення

9 ☐ Занурення вдавлюванням паль

Рисунок 2.18 – Параметри для розрахунку забивних паль

KP2 фонд забив.J3d

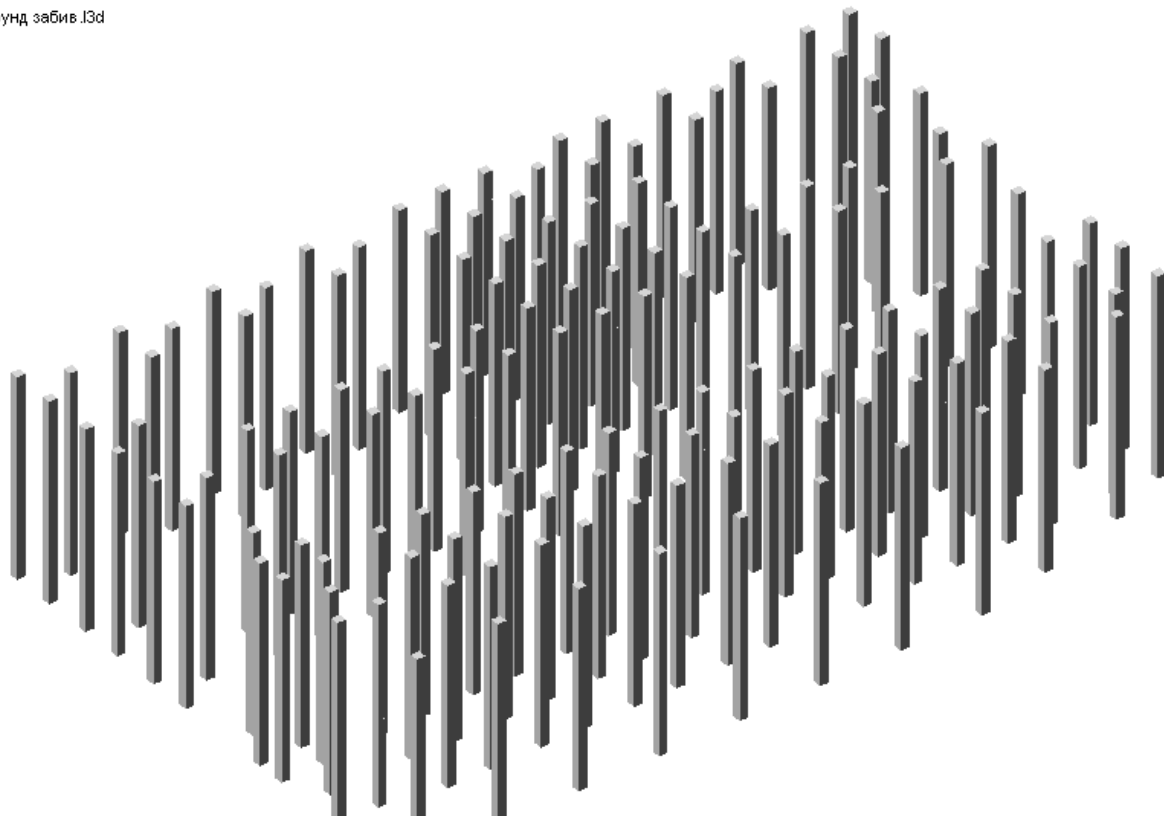


Рисунок 2.19 – Модель поля із забивних паль

Повторюємо розрахунок для забивних паль, використовуючи аналогічну розрахункову схему, як і для буронабивного фундаменту, з урахуванням відмінностей у конструкції та властивостях забивних елементів. Забивні палі моделюються у підсистемі ВІЗОР (ЛІРА-САПР) з відповідними геометричними та механічними параметрами: матеріал, довжина, поперечний переріз, тип з'єднання з ростверком, а також жорсткість палі.

Відповідно до розрахунку, несуча здатність однієї забивної палі становить 840 кН, що відповідає сумарному опору основи палі як за рахунок опору на підшві, так і за рахунок бокового тертя. Це значення враховує інженерно-геологічні характеристики ґрунтів, глибину занурення палі та наявність ущільнення навколо неї внаслідок процесу забивання, що підвищує ефективність роботи палі в ґрунтовому середовищі.

Після введення всіх параметрів у модель виконуємо ітераційний розрахунок системи "основа–фундамент", у результаті чого отримуємо вичерпну несучу здатність забивних паль, тобто максимальні зусилля, які палі можуть сприймати без втрати стійкості чи перевищення граничних деформацій ґрунту. Отримані результати виводяться у вигляді епюр напружень, діаграм осідань та коефіцієнтів використання несучої здатності для кожної палі (рис. 2.20).

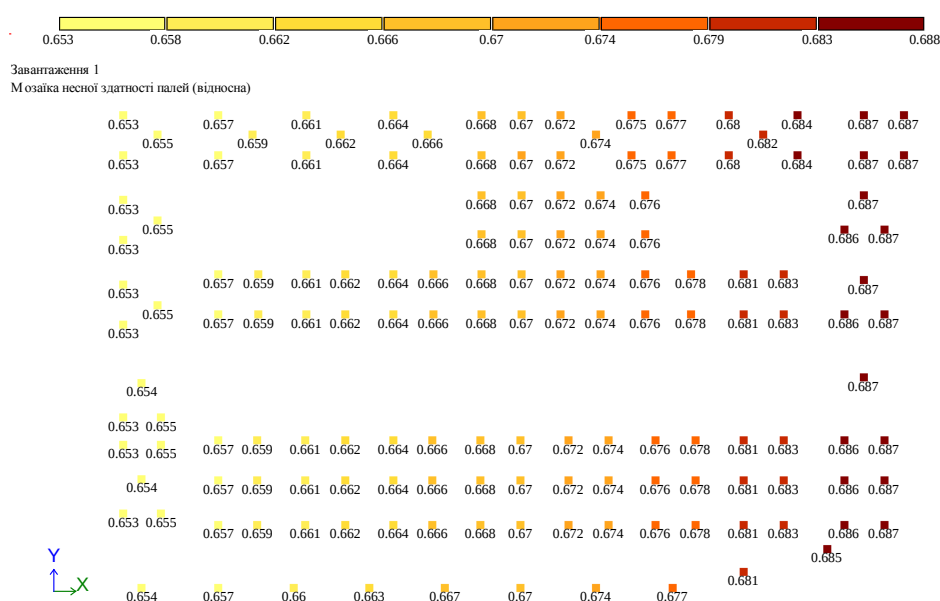


Рисунок 2.20 – Коефіцієнти вичерпної несучої здатності забивних паль

Виконуємо розрахунок основи і отримуємо результати осідань (рис. 2.21) та епюри напружень в основі (рис. 2.22).

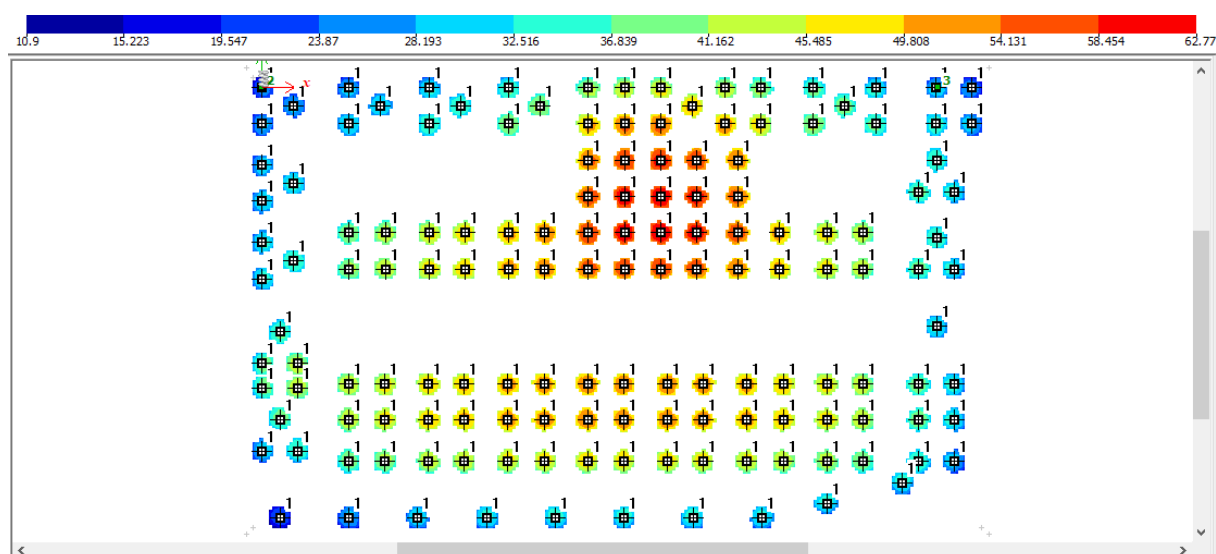


Рисунок 2.21 – Осідання основи під фундаментом із забивних паль

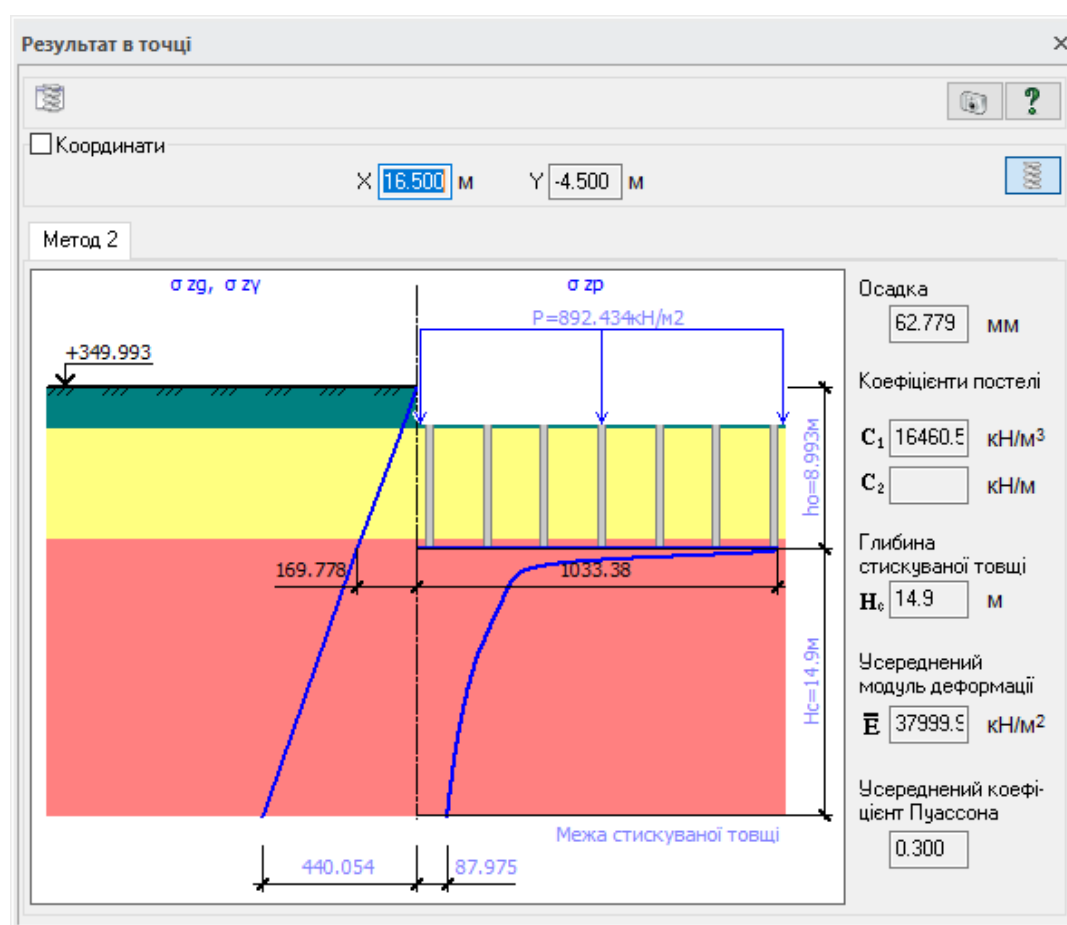


Рисунок 2.22 – Епюра напружень в основі під фундаментом із забивних паль

Для обґрунтованого вибору найбільш раціонального типу фундаменту в умовах конкретної будівельної ділянки виконуємо детальне порівняння двох варіантів пальових фундаментів – з використанням буронабивних та забивних паль. Порівняльний аналіз представлено в таблиці 2.2, де наведено основні параметри та характеристики обох типів фундаментів. На основі порівняльного аналізу можна зробити висновок про переваги кожного з типів фундаменту залежно від конкретних умов реалізації проєкту, що в подальшому дозволяє вибрати оптимальне конструктивне рішення з урахуванням надійності, вартості та технологічності будівництва.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку різних типів фундаментів і основи під ними

Вид паль	Навант. на палю	Несуча здатність палі	Коефіцієнт використання	Максимальне осідання	Об'єм бетону
	кН	кН	%	мм	м ³
Буро-набивна	550	1250	44,0	72,31	1,37
Забивна	550	840	65,5	62,78	0,63

Отже, проведений аналіз показує, що забивні палі мають меншу несучу здатність на 32,8% порівняно з буро-набивними палями. Це свідчить про те, що вони менш ефективні у сприйнятті вертикальних навантажень.

Разом з тим, забивні палі характеризуються меншим обсягом використання бетону – на 54%, що є суттєвою перевагою з точки зору економії матеріалів і зменшення загальної вартості будівництва. Зменшене споживання бетону також позитивно впливає на екологічну складову проєкту, оскільки зменшується вуглецевий слід.

Ще однією позитивною характеристикою забивних паль є менші осідання фундаменту – на 13,2%. Менші осідання знижують ризик деформацій, появи

тріщин у конструкціях та інших негативних наслідків, пов'язаних з нерівномірним просіданням основи.

У даному випадку кожен із розглянутих типів фундаменту має свої переваги:

- Фундамент на буронабивних палях забезпечує вищу несучу здатність, що є критично важливим при зведенні масивних чи багатопверхових споруд та може використовуватись у щільно забудованих міських умовах, оскільки процес їх улаштування не супроводжується сильними вібраціями та шумом, як у випадку забивання.
- Фундамент на забивних палях вимагає менше бетонної суміші, що дозволяє знизити матеріальні та фінансові витрати та має менші значення осідання основи, що сприяє стабільнішій роботі конструкції у процесі експлуатації.

2.7 Висновки до розділу 2

1. На основі даних про інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови ділянки будівництва та розроблених конструктивних рішень будинку запропоновано пальовий тип фундаменту.

2. Проведено порівняльний аналіз фундаментів з буронабивними і забивними палями із застосуванням комп'ютерної програми “Ліра-САПР”. Встановлено, що забивні палі мають менше несучу здатність на 32,8 %, при меншій кількості використання бетону, а саме на 54%, але осідання під фундаментами із забивних паль менші на 13,2%.

РОЗДІЛ 3

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Охорона праці та техніка безпеки. Протипожежні заходи та протипожежний захист

Охорона праці та техніка безпеки при будівництві та експлуатації об'єктів забезпечується прийняттям всіх проектних рішень у відповідності з ДБН А.3.2-2-2009 “Охорона праці і промислова безпека в будівництві” та “Правилами влаштування електроустановок”., 2017р., вимоги яких враховують умови безпеки праці, попередження виробничого травматизму, професіональних захворювань, пожеж та вибухів.

Для забезпечення охорони праці та техніки безпеки проектом передбачено:

- використання технічно досконалого обладнання,
- розміщення обладнання так, щоб мати вільний доступ до нього при обслуговуванні,
- використання при виконанні будівельно-монтажних робіт машин та механізмів, в конструкціях яких закладені принципи охорони праці;
- високий рівень механізації будівельно-монтажних робіт,
- виконання будівельно-монтажних робіт згідно типових технологічних карт.

Для забезпечення охорони праці та техніки безпеки необхідно також, щоб будівельні, монтажні та налагоджувальні роботи та експлуатація електроустановок проводилась згідно з ДБН А.3.2-2-2009” і “Правил техніки безпеки при виробництві електромонтажних робіт на об'єктах Міненерго України” .

Будівництво ділянок поблизу ліній діючих електромереж, повинно виконуватись у відповідності з ГКД 34.20.507-2003 “Правила технічної експлуатації електричних мереж і станцій” з дотриманням нормованих відстаней від проводів до працюючих машин та механізмів, їх належного заземлення та інших заходів по безпеці ведення робіт.

В тих випадках, коли вимоги “Правил техніки безпеки при виробництві електромонтажних робіт на об’єктах Міненерго України” та “Правил технічної експлуатації електричних станцій та мереж” щодо відстані від елементів діючих електроустановок, що знаходяться під напругою, до працюючих механізмів виконати неможливо, тоді необхідно відключати та заземляти ці електроустановки. Кількість, тривалість та час таких відключень повинні вказуватись в проекті ведення робіт та погоджуватись з енергопостачаючою організацією. Пожежна безпека ЛЕП забезпечується застосуванням вогнетривких конструкцій, автоматичним відключенням струмів короткого замикання.

У будинку прийняті конструкції, які забезпечують II ступінь вогнестійкості будівлі. Для під’їзду пожежних автомобілів передбачений асфальтобетонний під’їзд шириною 5,5 м та смуга з твердим покриттям шириною 6 м.

Для евакуації мешканців у будинку запроектовано сходові клітки типу СК1 та евакуаційні балкони. Приміщення техпідвалу мають безпосередній вихід назовні.

Всі конструкції і матеріали, що використовуються у будівництві повинні мати сертифікати, що підтверджують їх відповідність наступним нормованим протипожежним характеристикам:

- Несучі стіни – REI 120, M0;
- Стіни сходових кліток - REI 120, M0;
- Елементи сходових кліток – R 60, M0;
- Міжповерхові перекриття – REI 45, M0; :
- колони – R 120, M0
- стіни зовнішні ненесучі - E 15, M0
- міжквартирні перегородки - EI 45, M0
- перегородки між житловими і громадськими приміщеннями - EI 45, M0
- перегородки - EI 15, M0
- перегородки в технічному приміщенні - EI 60, M0
- перекриття - REI - 45, M0.
- перекриття над гаражем - REI 180 MO

- перекриття над приміщеннями громадського призначення - REI 45 MO
- колони в гаражі – R 180.

Приміщення громадських приміщень відокремлені від приміщень житлової частини протипожежним перекриттям 3-го типу REI 45, без прорізів та протипожежними перегородками 1-го типу EI 45.

Двері в технічний підвал, вузол вводу, електрощитову, вихід в суміжний протипожежний відсік – металеві протипожежні (EI 30) згідно ДСТУ Б В.2.6-77:2021, обладнані пристроями самозачинення та ущільнення в притулах.

Приміщення техпідвалу відокремлене від вбудованого гаража металевими протипожежними дверима (EI 30) згідно ДСТУ Б В.2.6-77:2021, обладнаними пристроями самозачинення та ущільнення в притулах.

Вводи інженерних мереж в будинок виконати відповідно до типових деталей вводів інженерних мереж Комплекс 7373-3 з класом вогнестійкості проходок EI 120, що відповідає нормативному класу вогнестійкості огорожуючої конструкції.

Будинкові інженерні комунікації, що проходять через вбудований гараж, крім водопроводу і каналізації, які виконуються з металевих труб, ізолюються протипожежними листами з межею вогн. EI 45.

Двері вхідні в квартири металеві протиударні (EI 30) згідно (ДСТУ Б В.2,6-11-2011), обладнані пристроями для самозачинення й ущільненнями в притулах.

Над прорізом в'їзних-виїзних воріт вбудованого у житловий будинок гаража передбачено влаштування козирка з матеріалів з класом вогнестійкості не менше EI 60 шириною 1 м. Вікно, що на відстані менше ніж 4 м від краю козирка до низу віконних прорізів виконано протипожежним 2-го типу EI 30.

Площу вікон у зовнішніх стінах сходової клітки типу СК1 передбачено не менше ніж 1,2 м². Вікна сходової клітки типу СК 1 обладнано пристроями для їх відчинення з рівня сходових площадок.

Зовнішнє утеплення передбачене плитами пінополістиролу ПСБ-С-25 групи горючості Г1, з влаштуванням поясів з негорючої мінеральної вати висотою 300 мм через кожні три поверхи. Навколо віконних і дверних прорізів

утеплення здійснюється смугами негорючої мінеральної вати шириною 200 мм. Облицювальний матеріал групи горючості НГ (згідно п.5.3.4 ДБН В.2.6-33:2018 "Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією").

Мережі живлення в коридорах і сходових клітках виконуються дротом з низьким димо- і газовиділенням, а в квартирах – дротом стійким до поширення полум'я.

Мережі евакуаційного освітлення виконуються кабелем з межею вогнестійкості не менше 15хв.

Проектом передбачається автоматичний контроль довибухонебезпечних концентрацій паливних газів та мікроконцентрацій чадного газу.

Згідно ДСТУ EN 62305:2012 “Блискавкозахист” передбачається блискавкозахист будівлі.

3.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека населення в умовах надзвичайних ситуацій (НС), зокрема при ракетних ударах, є одним із пріоритетних напрямів державної політики у сфері цивільного захисту. Ефективність цього захисту можлива лише за умов усвідомленого і системного підходу до планування, підготовки та реалізації заходів, спрямованих на зниження ризиків, мінімізацію наслідків і забезпечення життєздатності населення в умовах небезпеки.

Надзвичайні ситуації техногенного, природного або воєнного характеру можуть нести загрозу життю та здоров'ю людей, навколишньому середовищу, інфраструктурі. Ракетні удари особливо небезпечні через їхню раптовість, високу руйнівну силу, а також можливість застосування зброї масового ураження, зокрема хімічної, біологічної або радіологічної.

Ефективність захисту населення в надзвичайних ситуаціях досягається лише при дотриманні певних принципів безпеки, які умовно поділяють на три основні групи:

Перша група – завчасна підготовка. Це основа безпеки. Вона включає:

- накопичення та технічне обслуговування засобів колективного і індивідуального захисту, зокрема фільтрувальних масок, костюмів хімічного захисту, аптечок тощо;

- підготовка та оснащення захисних споруд: бомбосховищ, укриттів, підвалів;
- планування і організацію евакуаційних заходів, а саме створення планів евакуації, маршрути вивезення, визначення місць тимчасового розміщення евакуйованих осіб;

- інформування населення та навчання поведінці в умовах НС – через систему оповіщення, тренування, роз'яснення правил дій під час повітряної тривоги.

Друга група – диференційований підхід. Він передбачає:

- оцінку ризиків залежно від типу загроз, а саме хімічне забруднення, руйнування будівель, термічний вплив вибухів, радіаційне ураження, тощо;

- урахування географічних, кліматичних, демографічних та інфраструктурних особливостей регіону;

- адаптацію заходів захисту до конкретної ситуації – наприклад, у містах із розвиненою інфраструктурою акцент може бути на укриттях, у сільських районах – на евакуації.

Третя група – комплексне і скоординоване застосування заходів, це:

- інтеграція усіх наявних ресурсів: технічних, людських, фінансових;
- єдина система управління та комунікацій між органами державної влади, службами порятунку, медичними установами, поліцією;

- оперативне реагування, взаємодія і злагоджена робота у надзвичайних умовах;

- післяаварійне відновлення та надання допомоги постраждалим.

До основних засобів захисту належать:

- евакуація населення, яка є найефективнішим засобом зниження впливу НС. Вона має бути організованою, плановою, забезпеченою транспортом, медичним та логістичним супроводом;

- укриття в захисних спорудах, до яких належать бомбосховища, сховища подвійного призначення, протирадіаційні укриття, які здатні захистити від ударної хвилі, уламків, хімічного та радіаційного ураження;
- засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), такі як респіратори, протигази, захисний одяг, аптечки першої допомоги;
- медична профілактика та допомога, яка включає вакцинацію, застосування радіопротекторів, антидотів, сорбентів, організацію мобільних медичних пунктів.

Захисні споруди – це інженерні об'єкти, спеціально створені для тимчасового перебування людей у разі загроз. Вони поділяються на:

захисні укриття (сховища) – повністю герметичні споруди, які можуть витримати вплив вибухової хвилі, уламків, отруйних речовин;

протирадіаційні укриття (ПРУ) – забезпечують захист від іонізуючого випромінювання, але можуть бути менш стійкими до інших факторів.

Кожна споруда повинна відповідати будівельним нормам, мати запас води, їжі, медикаментів, вентиляцію, санвузол та бути готовою до негайного використання в умовах повітряної тривоги.

Отже забезпечення безпеки населення в умовах надзвичайних ситуацій, особливо при ракетних ударах, потребує системного підходу, відповідальності як з боку держави, так і самих громадян.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано вибір конструктивної схеми споруджуваного будинку а саме монолітно каркасну схему.
2. Розроблено основні конструктивні проти сейсмічні заходи та заходи для зменшення рівня шуму у будинку, що проектується.
3. Запропоновано конструктивні заходи для покращення енергозбереження та енергоефективності запроектованого будинку.
4. На основі даних про інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови ділянки будівництва та розроблених конструктивних рішень будинку запропоновано пальовий тип фундаменту.
5. Проведено порівняльний аналіз фундаментів з буро набивними та забивними палями із застосуванням комп'ютерної програми “Ліра-САПР”. Отримані результати несучої здатності та осідання обох видів пальових фундаментів. Зважаючи на густоту існуючої забудови вибрано фундамент на буро набивних палях.
6. Розглянуто заходи з охорони праці при проведенні будівельних робіт та з безпеки життєдіяльності.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. ДБН В.1.1-7:2016. Навантаження і впливи. — К.: Мінрегіон України, 2016. — 87 с.
3. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний від 01-01-2019]. – 40 с. – [Державні будівельні норми].
4. ДСТУ Б В.2.6-65:2008 Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні. Технічні [Чинний від 01-01-2010]. – 74 с. – [Державний Стандарт України].
5. ДСТУ Б В.2.6-108:2010 Конструкції будинків і споруд. Блоки бетонні для стін підвалів. Технічні умови [Чинний від 01-07-2011]. – 27 с. – [Державний Стандарт України].
6. ДСТУ Б В.2.6-109:2010 Конструкції будинків і споруд. Плити залізобетонні стрічкових фундаментів [Чинний від 01-07-2011]. – 52 с. – [Державний Стандарт України].
7. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 68 с.
8. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація. — К.: Держбуд України, 1996. — 20 с.
9. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія – [Чинний від 01-11-2011]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 127 с.
10. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. — К.: Мінрегіон України, 2018. — 24 с.
11. ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2007. – 44 с.

12. ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 112 с.
13. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Київ: Мінрегіон України, 2021. – 75 с.
14. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 90 с.
15. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 65 с.
16. 20. Каспрук В.Б. Методичні вказівки до написання розділу з Охорони праці в будівництві для спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" - Тернопіль:ТНТУ ім.І.Пулюя,2024 -15с.
17. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти / [М.Л. Зоценко, В.І. Коваленко, А.В. Яковлєв та ін.]. – Полтава: ПНТУ, 2004. –568 с.
18. Механіка ґрунтів. Основи і фундаменти: Підручник / В. Б. Швець, І.П. Бойко, Ю.Л. Винников та ін. – Дніпропетровськ: “Пороги”, 2014. – 231 с.
19. Дослідження впливу конструктивних рішень пальово-плитного фундаменту металевих силосів на особливості деформування фундаментної плити / Підгурський М. І., Підгурський І. М., Підвисоцький О. І., Биків Д. З.// Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2023. - Вип. 43. - С. 244-254.
20. Дослідження осідань фундаментних плит металевих силосів при однорядному розташуванні та моделюванні варіантів їх завантаження / Підгурський М. І., Підгурський І. М., Сорочак А.П., Биків Д.З. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2023. – Вип. 44. - С. 239-251.
21. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. Методичні вказівки для виконання курсового проекту студентів освітнього рівня “бакалавр” спеціальності 192 “Будівництво та цивільна інженерія” на тему: “Проектування фундаментів мілкового закладання та пальових фундаментів” /М.І. Підгурський, І.М. Підгурський – Тернопіль: ТНТУ ім І. Пулюя, 2023. – 132 с