

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Проект багатоквартирного житлового будинку
з приміщеннями громадського призначення в місті Тернопіль
з дослідженням конструкцій укриття»

Виконав: студент VI курсу, групи МБм-61
спеціальності 192

Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Попович М.З.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Гудь М.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

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

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 Магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Поповичу Миколі Зіновійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект багатоквартирного житлового будинку з приміщеннями громадського призначення в місті Тернопіль з дослідженням конструкцій укриття

Керівник роботи Гудь Михайло Іванович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 12 » листопада 2024 року № 4/7-1091

2. Термін подання студентом завершеної роботи 29.11.2024

3. Вихідні дані до роботи Район будівництва – місто Тернопіль, приміщення, що проєктуються житлові квартири, приміщення громадського призначення, гаражі для автомобілів, укриття, відомості про рельєф і інженерно-геологічні характеристики будівельного майданчика.

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

Архітектурно-будівельний розділ. Розрахунково-конструктивний розділ. Науково-дослідний розділ. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки.

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

План підвального поверху з гаражами на відм. -4.000 та приміщеннями подвійного призначення на відм. -3.000. План першого поверху з громадськими приміщеннями на відм. +0.000. План типового поверху з житловими квартирами. План покрівлі гаражів на відм. -0.300. План покрівлі будинку на відм. +26.100. Розріз 1-1. Фасад «А-О». Фасад «16-2». Фасад «О-А». Фасад «2-15». Схема улаштування фундаментів та фундаментних балок. Схема армування типової монолітних колон та монолітних стін на типовому поверсі. Схема армування типової монолітної плити перекриття. Схема армування типової монолітної плити перекриття додатковими каркасами. Дослідження конструкцій укриття/приміщень подвійного призначення.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурно-будівельний	Гудь М.І., к.т.н., доцент		
Розрахунково-конструктивний	Гудь М.І., к.т.н., доцент		
Науково-дослідний	Гудь М.І., к.т.н., доцент		
Охорона праці	Каспрук В.Б., к.т.н., доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С., старший викладач		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М., старший викладач		

7. Дата видачі завдання 12.11.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Попович М.З.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гудь М.И.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1.1 Відомості про ділянку будівництва	8
1.2 Відомості про кліматологічні умови.....	8
1.3 Відомості про інженерно-геологічні, -топографічні та -гідрологічні умови	9
1.4 Опис прийнятих рішень генерального плану.....	10
1.5 Техніко-економічні показники по генплану	12
1.6 Обґрунтування архітектурних рішень	13
1.7 Загальні відомості про об'єкт	17
1.8 Відомості про архітектурно-планувальні рішення у підвальному поверсі	17
1.9 Відомості про архітектурно-планувальні рішення на першому поверсі з приміщеннями громадського призначення.....	21
1.10 Відомості про архітектурно-планувальні рішення житлових приміщень	24
1.11 Заходи по доступності для маломобільних груп населення.....	28
1.12 Техніко-економічні показники житлової будівлі	28
1.13 Відомості про опорядження будинку	30
1.14 Відомості про енергоефективність будівлі	31
1.15 Відомості про інженерні мережі та обладнання	33
1.16 Розрахунок класу наслідків та забезпечення надійності споруди	33
1.17 Висновки до розділу 1	34
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	35
2.1 Основні параметри та конструктивні рішення будівлі	35

2.2 Створення розрахункової схеми.....	36
2.3 Визначення та прикладання навантажень	43
2.4 Сполучення розрахункових навантажень.....	45
2.5 Розрахунок і аналіз розрахункової схеми.....	46
2.6 Підбір арматури конструктивних елементів	49
2.7 Розрахунок фундаментів та основи.....	56
Висновки до розділу 2	59
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ	60
3.1 Загальні відомості	60
3.2 Конструктивні особливості СПП	60
3.3 Дослідження конструкцій СПП.....	61
3.4 Висновки до розділу 3	68
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	70
4.1 Охорона праці.....	70
4.1.1 Організація безпечних умов праці на будівельному майданчику	70
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	72
4.2.1 Стійкість споруд подвійного призначення в надзвичайних ситуаціях при дії ударної хвилі	72
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	75
БІБЛІОГРАФІЯ	76

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена потребою створення великої кількості доступного та якісного житла для постійного проживання в західних областях України, в тому числі внутрішньо переміщених осіб (далі ВПО).

За останні три роки зросла міграція людей в Україні із південних, північних та східних областей в центральні та західні [1]. Місто Тернопіль відіграє одну з ключових ролей в улаштуванні вимушено-переселених осіб. Найефективніший метод по забезпеченню житла для ВПО – це зведення тимчасових модульних містечок [2]. Такий метод є дуже швидким, але не підходить для постійного проживання людей. Оскільки деяка частина ВПО має наміри залишитися в тих місцях куди переїхала, то потрібно забезпечити їх комфортним та доступним житлом.

В Україні та світі найпопулярнішими методами зведення будинків є стінова система – коли стіни відіграють роль несучих і огорожуючих елементів, та каркасна система – коли несучими елементами виступають колони (в деяких місцях невеликі стіни) і зовнішні стіни виконані з легких пористих або пустотілих блоків [3].

Перший метод збільшує теплову інерційність будинку, оскільки його стіни складають 510 мм або 640 мм повнотілої керамічної цегли, також керамічні цегляні вироби краще регулюють мікроклімат приміщення і зменшують вплив від вібраційного та шумового забруднення. Мінусом методу є його довготривалість при зведенні, а також недостатній опір теплопровідності, що не забезпечує вимог чинного законодавства.

Другий метод на сьогоднішній день набрав великої популярності (особливо в місті Тернопіль), оскільки такі будинки можуть мати різні форми та розміри і бути розраховані під відповідні експлуатаційні характеристики, що може зменшити кількість матеріалу у відповідних місцях. Архітектурна виразність

таких будівель також є важливою частиною для покращення психоемоційного стану населення. Зазвичай для зведення житлових будівель використовують монолітний залізобетонний метод зведення, рідше із металевих конструкцій.

Монолітне каркасне будівництво прискорює виготовлення будівлі, на відміну від стінового, оскільки виконуються осередки – монолітні колони, на які потім обпирається монолітне перекриття із жорстким з'єднанням, що призводить до зменшення кількості робочої арматури. Мінусом даного методу будівництва є перерви під час виготовлення елементів, оскільки бетон набирає своєї розрахункової міцності протягом 27-ми діб, але даний аспект можна знівелювати виконавши правильний проект на виконання і організацію будівництва. А оскільки зовнішніми огорожуючими конструкціями виступають легкі пористі бетоні або пустотілі керамічні блоки то навантаження від них є меншими ніж від повнотілої керамічної цегли, а опір до теплопровідності є більшим, хоча також такі стіни потребують додаткової теплоізоляції, але товщина такого матеріалу може бути меншою.

Також важливим аспектом є дослідження монолітних конструкцій в спорудах подвійного призначення, які знаходяться у підвальному поверсі, на дію ударної хвилі від вибуху. Таке дослідження дозволить ефективніше проектувати дані приміщення для захисту і перебування людей під час надзвичайних ситуацій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ ім. І. Пулюя та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка проекту багатоквартирного житлового будинку з приміщеннями громадського призначення в місті Тернопіль з дослідженням конструкцій укриття.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні ***задачі***:

- розробити основні архітектурно-будівельні та конструктивні рішення;
- розрахувати основні параметри несучих конструкцій відповідно до груп граничного стану елементів;

- дослідити конструкції приміщення подвійного призначення;
- розробити основні рекомендації з охорони праці та цивільного захисту населення.

Об'єктом дослідження є монолітні конструкції, стіни і перекриття, приміщення подвійного призначення.

Предметом дослідження є вплив навантажень, які виникають при вибуху, на напружено-деформівний стан несучих конструкцій в приміщеннях подвійного призначення.

Методи дослідження. У роботі використано моделювання несучих конструкцій житлової будівлі методом скінчених елементів в ПК ЛІРА-САПР.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у визначенні зусиль які виникають у конструкціях приміщення подвійного призначення від вибуху, та їх оптимальне проєктування.

Практичне значення отриманих результатів – це можливість виготовлення надійних та оптимальних конструкцій приміщень подвійного призначення, що знаходяться в підвальному приміщенні житлового будинку.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи виконана на XIII Міжнародні науково-технічні конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 11-12 грудня 2024 року).

Публікації результатів кваліфікаційної роботи виконана на вищезгаданій конференції із публікацією тез доповіді.

Ключові слова: залізобетонні конструкції, скінчено-елементна модель, приміщення подвійного призначення.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Відомості про ділянку будівництва

На відповідній ділянці передбачене будівництво багатоквартирного житлового будинку з приміщеннями громадського призначення та гаражами в місті Тернопіль.

Ділянка розміщена в східній частині міста Тернопіль, а саме в житловому районі «Східний». Із південної та північної сторони ділянка оточена існуючою житловою забудовою, а із західної та східної сторони проїзною частиною.

Ділянка знаходиться за межами санітарних зон промислових, очисних та залізнично-дорожніх споруд. Також вона не відноситься культурно-історичних зон.

1.2 Відомості про кліматологічні умови

Проект розроблено з врахуванням таких кліматологічних даних:

- Будівельно-кліматологічна зона – І;
- Глибина промерзання ґрунту – 140 см;
- Нормативно-швидкісний тиск вітру – 520 Па;
- Нормативне навантаження снігового покриву – 1 390 Па;
- Середня швидкість вітру в січні 5,1 м/сек;
- Розрахункова зимова температура:
 - найбільш холодної доби – -25°C ;
 - найбільш холодних п'яти днів – -21°C ;
- Середня температура під час опалювального періоду – $-0,5^{\circ}\text{C}$;
- Розрахункова зимова температура для вентиляції – -9°C ;
- Тривалість опалювального періоду – 184 діб;
- Літня розрахункова температура – $24,1^{\circ}\text{C}$;
- Середньомісячна температура в липні – $18-20^{\circ}\text{C}$;

- Середня вологість протягом року – 79%;
- Сейсмічність будівельного майданчика – 6 балів.

Районування ділянки будівництва відповідно до ДБН В.1.1-12:2014 "Будівництво в сейсмічних районах України" для середніх ґрунтів при рівні небезпеки: 10% карта ЗСР-2004-А – 6 балів; 5% карта ЗСР-2004-В – 6 балів; 1% карта ЗСР-2004-С – 7 балів.

1.3 Відомості про інженерно-геологічні, -топографічні та -гідрологічні умови

Навколо ділянки забудови існують 2-о та 5-ти поверхові блокові житлові будівлі. На території розташована трансформаторна підстанція. Вздовж ділянки забудови проходять наступні комунікації: кабель електропостачання 10 кВ, водопровід та каналізація, труби газопостачання.

Рельєф ділянки – складний, з ухилом в південно-західному напрямку і перепадами висот до шести метрів.

На плямі забудови наявні самосійні чагарники, а навколо розташовані різні зелені насадження.

На ділянці виконано 6 розвідувальних свердловин, в результаті чого визначено 5 інженерно-геологічних елементів:

- Шар 1 – чорнозем, насипний глинистий ґрунт, супісок твердий з твердими будівельними відходами, сірий до темно-сірого $\gamma_{II} = 17,1 \text{ кН/м}^3$;
- Шар 2 – супіски з напливами гумусу, твердий, жовто-коричневий $\gamma_{II} = 18,2 \text{ кН/м}^3$;
- Шар 3 – суглинок тугопластичний з прошарками напівтвердого, жовтий до охристо-жовтого $I_L = 0,30$; $E = 17 \text{ МПа}$; $\gamma_{II} = 19,1 \text{ кН/м}^3$; $\varphi_{II} = 21^\circ$; $C_{II} = 26 \text{ кПа}$;
- Шар 4 – пісок дрібнозернистий, середньої щільності, кварцовий, маловологий, частково глинистий, в нижній частині з прошарками суглинку, світло-жовтий до жовтого $E = 30 \text{ МПа}$; $\gamma_{II} = 17,4 \text{ кН/м}^3$; $\varphi_{II} = 33^\circ$; $C_{II} = 2 \text{ кПа}$;

– Шар 5 – дресвяний ґрунт, дресва вапняку з глинистим заповнювачем до 30% із включенням щебню і глиб вапняку, сірий.

За основу під фундаментами прийнятий 3-й ПЕ. У виконаних свердловинах підземних вод – не виявлено. Ґрунти не проявляють шкідливих фізико-геологічних процесів та явищ. Площадка – не підтоплювана. Ґрунти – не просідні.

1.4 Опис прийнятих рішень генерального плану

Багатоквартирний житловий будинок з приміщеннями громадського призначення та гаражами відноситься до вже сформованого житлового кварталу з достатнім комплексом установ і місцевих підприємств, що його обслуговують.

Заклади дошкільної та загальноосвітньої підготовки знаходяться в межах 500 метрів від запланованого будинку.

Медичні та соціально-побутові заклади знаходяться в радіусі 1 000 метрів.

Окрім самої житлової будівлі в межах території планується влаштування наступних елементів:

- дитячий майданчик;
- майданчик для відпочинку дорослих;
- майданчик для фізичних занять;
- майданчик для стоянки тимчасового транспорту.

Кількість житлових приміщень: однокімнатні квартири – 24 штуки; двокімнатні квартири – 40 штук.

Розрахунковою кількістю жителів в будинку, відповідно до кількості квартир, є 147 осіб.

Таблиця 1.1 – Розрахунок площ майданчиків для функціонування будівлі

Майданчики	Площа при нормі м ² на 1 л.	Прийнято м ²	Примітка
Ігрові для дітей	$0,7 \times 147 = 102,90 \text{ м}^2$	Прийнято 112,61 м ²	
Для відпочинку дорослого населення	$0,2 \times 147 = 29,40 \text{ м}^2$	Прийнято 49,62 м ²	
Для стоянки автомашин: Для постійного зберігання; Для тимчасового зберігання	$64 \text{ кв.} \times 0,5 = 32 \text{ м.м.}$ $32 \times 0,15 \text{ м.м для гостей}$ $= 4,8 = 5 \text{ мм}$ Для прим. гром. призн.: Офіси: 3 м.м. Космет. кабінет: 1 м.м. Салон краси: 1 м.м. Промтов. Маг.: 2 м.м. Багетна майст.: 1 м.м. Разом: $32+5+3+1+1+2+1=45$	- 19 в гаражі - 7 в дворі будинку - 22 на парковці за межами ділянки.	
Спорт. майданчики	$147 \times 0,2 = 29,40 \text{ м}^2$	Приймаємо майданчик – 58,26 м ² .	
Для тимчасової стоянки велосипедів.	$147 \times 0,1 = 14,70 \text{ м}^2$	Прийнято майданчик – 22,64 м ² .	

Розрахунковий обсяг твердих відходів за добу:

- $147 \text{ осіб} \times 0,82 \text{ д./ос.} = 120,54 \text{ кг за добу};$
- $147 \text{ осіб} \times 4,6 \text{ л д./ос.} = 676,20 \text{ л за добу.}$

Для будинку передбачено майданчик з 4-ма контейнерами для роздільного сортування відходів, площею 27,52 м². Місткість одного контейнера 240 літрів, тоді загальна місткість становить 960 літрів.

В радіусі 1 000 метрів розміщений парк, для додаткового виходу тварин передбачене озеленення на відстані 50 метрів від будинку.

При проєктуванні генерального плану закладене рішення з максимальним збереженням існуючого рельєфу.

Дощові води відводяться в каналізацію, прилеглі проїзні частини та частково на існуючий рельєф.

Передбачене виконання пішохідних і під'їзних доріжок з твердим покриттям, при існуючому рельєфі це забезпечує нормальну прохідність дощових вод. Територію, яка не передбачає твердого покриття, озеленено газонами та багаторічними квітами. Також додаткове озеленення вирішене методом встановлення декоративних дерев та чагарників, які відповідають місцевим насадженням.

При проєктуванні враховані санітарні норми, протипожежні розриви та забезпечена достатня інсоляція приміщень та забудови.

1.5 Техніко-економічні показники по генплану

Таблиця 1.2 – Основні техніко-економічні показники по генплану

№ п/п	Назва	Кількість в межах діл. / за межами діл.
1	Площа земельної ділянки	2,6971 га
	- в тому числі для багатоквартирного житлового будинку з приміщеннями громадського призначення та гаражем	0,3314 га
2	Площа забудови житлового будинку	1233,43 м ²
	- в тому числі з експлуатованою покрівлею	705,25 м ²
3	Відсоток забудови земельної ділянки при розміщенні житлового будинку	31%
6	Площа мощення решіткою «ЕКО»	87,4 м ² /-
7	Площа мощення тротуарною плиткою	925,84 м ² /-
8	Площа майданчиків благоустрою	243,12 м ²
9	Площа мостіння гравієм	130,51 м ²
10	Асфальтобетон мостіння тип.1	968,29 м ²
11	Площа гумового спортивного покриття	112,60 м ²
12	Дерева, що висаджуються	-
13	Площа висадження багаторічних чагарників	583,88 м ²

1.6 Обґрунтування архітектурних рішень

Рішення, що прийняті в проєкті ґрунтовані на досвіді провідних українських та європейських будівельних організацій та архітектурних бюро, в сфері житлового будівництва.

Оскільки, за останні роки частка монолітно-каркасного будівництва зросла до 80% [4], то саме цей варіант був прийнятий для даного проєкту.

Прикладом таких проєктів, в місті Тернопіль, можуть бути заплановані або вже зведені житлові багатоквартирні будівлі. На масиві «Дружба» розміщено житловий комплекс [5], фасади будинку оздоблені панорамними вікнами розставленими в шаховому порядку (рис. 1.1), також перевагою цього проєкту є 4 тераси на останніх поверхах (рис. 1.2), таке рішення значно збільшує естетичну привабливість, а також покращує інсоляцію приміщень, хоча в той же час вартість таких приміщень значно зростають, що не задовольняє потреби сьогоденним споживачам. В будинку присутні громадські приміщення та підземні гаражі.



Рисунок 1.1 – Візуалізація першого фасаду будинку з житлового комплексу [5]



Рисунок 1.2 – Візуалізація другого фасаду будинку з житлового комплексу [5]

Хорошим прикладом, для компактної забудови квартир з малою кількістю кімнат, що на даний час є найпопулярнішим рішенням в Україні, може слугувати наступний будинок [6], що знаходиться в місті Київ (рис. 1.3). Даний будинок також є прикладом монолітно-каркасного будівництва.

Велика кількість компактних кімнат дає змогу заселити як можна більше людей на забудованій території, водночас цієї площі цілком достатньо для комфортного проживання.

Хоч і архітектурно-планувальні рішення, на мій погляд, є більш вдалими, але оздоблення фасаду та однаковий шаблон вікон (рис. 1.4), що повторюється на кожному поверсі зменшують його естетичну привабливість, хоча таке рішення призводить до економії коштів забудовника і в той же час покупця.

Відсутність балконів, лоджій та терас теж є великим мінусом, на відмінно від більш дорогих будинків.

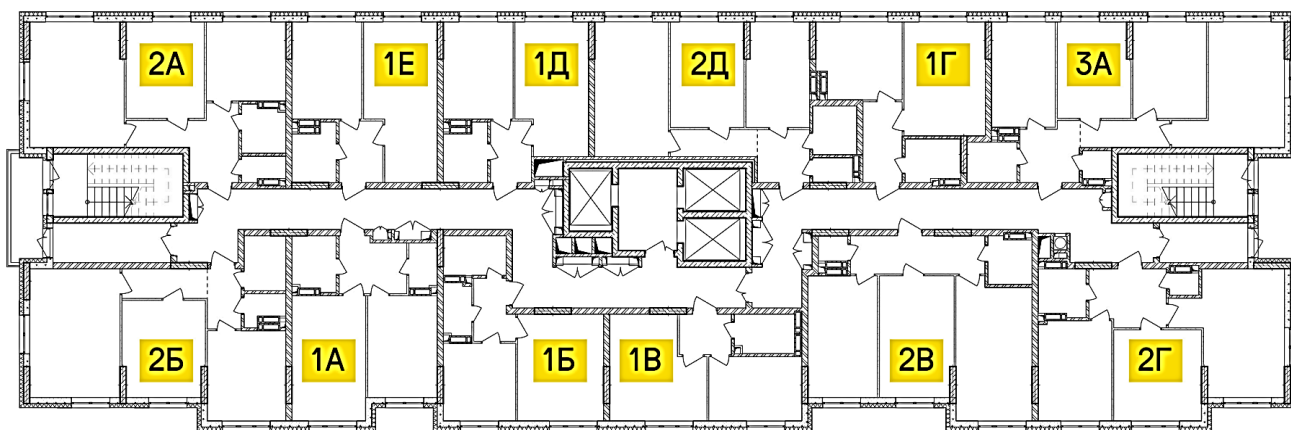


Рисунок 1.3 – Розміщення квартир на типовому поверсі в будівлі [6]



Рисунок 1.4 – Візуалізація фасадів будівель житлового комплексу [6]

На основі цих зразків прийняті рішення даного проєкту (рис. 1.5, 1.6).



Рисунок 1.5 – Візуалізація будівлі зі сторони житлових приміщень



Рисунок 1.6 – Візуалізація будівлі зі сторони гаражів

1.7 Загальні відомості про об'єкт

Проект об'єкта – багатоквартирний житловий будинок з приміщеннями громадського призначення та гаражами в місті Тернопіль. Відносна відмітка чистої підлоги першого поверху ± 0.000 відповідає абсолютній 361,40 м БС. Розміри будинку в плані: довжина – 36,35 м, ширина – 35,50 м, висота споруди від рівня планування – 29,2 м.

Призначення споруди – постійне проживання людей в житлових квартирах та тимчасове перебування людей у громадських приміщеннях. В підвальному поверсі розміщені гаражі для постійного зберігання транспорту та приміщення подвійного призначення, для укриття людей в разі надзвичайних ситуацій.

На першому поверсі облаштовані громадські приміщення з офісними та торговельними зонами. Поверх розділений на декілька приміщень із запропонованими приміщеннями. Так в проекті передбачено 3 офісних приміщення, косметичний салон, салон краси та магазин промислових товарів. За бажання орендаря призначення і планування приміщень може змінюватись.

Всі інші поверхи є житловими з квартирами.

Будівля є односекційною з розділеним в'їздом в гаражі, окремим входом в громадські та житлові приміщення.

1.8 Відомості про архітектурно-планувальні рішення у підвальному поверсі

Підвальный поверх представлений двома роздільними блоками, перший – приміщення гаражів, другий – технічні та приміщення подвійного призначення. Гаражі частково знаходяться за межами житлової споруди, а частково під нею.

Вхід в гаражі запроектовано з лівої та з правої сторони по похилих пандусах, а головний в'їзд передбачений в центральній зоні, з врахуванням габаритів для пожежної машини. Приміщення гаражів не мають прямого сполучення з громадськими та житловими приміщеннями.

Приміщення гаражів розраховане на 19 індивідуальних боксів під один легковий транспортний засіб в кожному (рис. 1.7). Площа гаражів варіюється від 20 м² до 24 м², але в середньому становить 22,2 м², таке рішення виходить від розміщення вертикальних несучих елементів – колон. Висота гаражів становить 3 м.

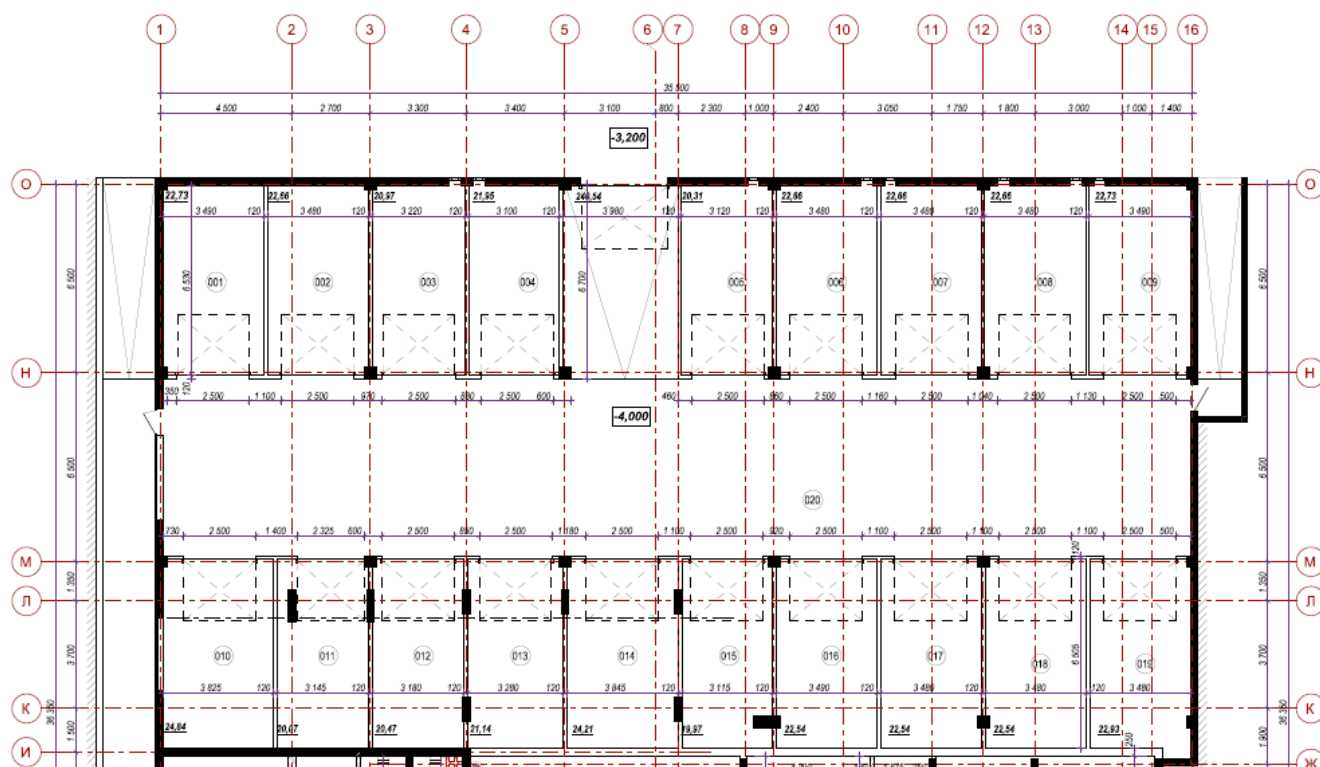


Рисунок 1.7 – План гаражів в підвальному поверсі

Таблиця 1.3 – Експлікація гаражного приміщення

№ приміщення	Найменування	Площа, м ²
001	Стоянка легкового автомобіля	22,73
002	Стоянка легкового автомобіля	22,66
003	Стоянка легкового автомобіля	20,97
004	Стоянка легкового автомобіля	21,95
005	Стоянка легкового автомобіля	20,31
006	Стоянка легкового автомобіля	22,66
007	Стоянка легкового автомобіля	22,66
008	Стоянка легкового автомобіля	22,66
009	Стоянка легкового автомобіля	22,73

Продовження таблиці 1.3

010	Стоянка легкового автомобіля	24,84
011	Стоянка легкового автомобіля	20,07
012	Стоянка легкового автомобіля	20,47
013	Стоянка легкового автомобіля	21,14
014	Стоянка легкового автомобіля	24,21
015	Стоянка легкового автомобіля	19,97
016	Стоянка легкового автомобіля	22,54
017	Стоянка легкового автомобіля	22,54
018	Стоянка легкового автомобіля	22,54
020	Проїзд гаража	420,59
Всього:		818,24

Перегородки між гаражами виконані із блоків ніздрюватого бетону D600-D2,5(M35)-F25-K товщиною 300 мм відповідно до ДСТУ 9184:2022 [7]. В стінах гаражів виконані отвори для природної вентиляції. Гаражі є неопалюваними приміщеннями. Двері в гаражі – металеві протипожежні класу EI 30 відповідно до ДСТУ Б В.2.6-77-2009 [8], які обладнані пристроями для самозачинення і ущільнення.

Секція, яка розміщена під будинком, з одного боку використовується як технічний поверх (підвал) з електрощитовими та вузлами входу води, а з іншого боку як приміщення подвійного призначення (рис. 1.8).

Підвальне приміщення має 3 розосереджених входи, 2 по одному фасаді і 1 по протилежному. Приміщення техпідвалу відмежовані з приміщеннями подвійного призначення, монолітними вертикальними стінами, без прохідних зон. Вхід в підвальне приміщення виконані ззовні будинку без прямого сполучення їх з житловими та громадськими приміщеннями.

Товщина і матеріал зовнішніх та внутрішніх стін приміщення подвійного призначення (далі ППП) прийняті на основі дослідження їх на вплив ударної хвилі (див. розд. 3). Приміщення подвійного призначення розроблено відповідно до ДБН В.2.2-5:2023 [9].



Рисунок 1.8 – План технічного поверху (підвалу) та приміщень подвійного призначення у підвальному поверсі

Перегородки між приміщеннями виконані з керамічної цегли відповідно до ДСТУ Б В.2.7-61:2008 [10] товщиною 120 мм на розчині М50.

На входах у ППП передбачені пандуси для МГН з ухилом 1:12. Ширина коридорів і пандусів становить 1,8 м, висота ППП – 2,6 м, при такій висоті передбачено дворівневі ліжка.

Таблиця 1.4 – Експлікація підвального поверху

№ приміщення	Найменування	Площа, м ²
021	Вентиляційна	28,74
022	Коридор	13,40
023	Кімната чергового	13,62
024	Електрощитова	8,56
025	Приміщення вузла керування АСПГ	17,56
026	Санвузол ППП	8,06
027	Тамбур і складова 1 ППП	43,13
028	Коридор	8,02
029	Основний простір ППП	67,44

Продовження таблиці 1.4

030	Вузол розміщення комунікацій ППП	24,60
031	Коридор	10,07
032	Технічне підпілля підвалу	188,85
033	Пральня і склад одягу	12,67
034	Електрощитова	9,38
Всього:		454,1

1.9 Відомості про архітектурно-планувальні рішення на першому поверсі з приміщеннями громадського призначення

В проєкті передбачені приміщення громадського призначення на першому поверсі, а саме 3 офіси, косметологічний кабінет, салон краси та промтоварний магазин (рис. 1.9). За бажання орендаря, призначення і планування приміщень може змінитись.

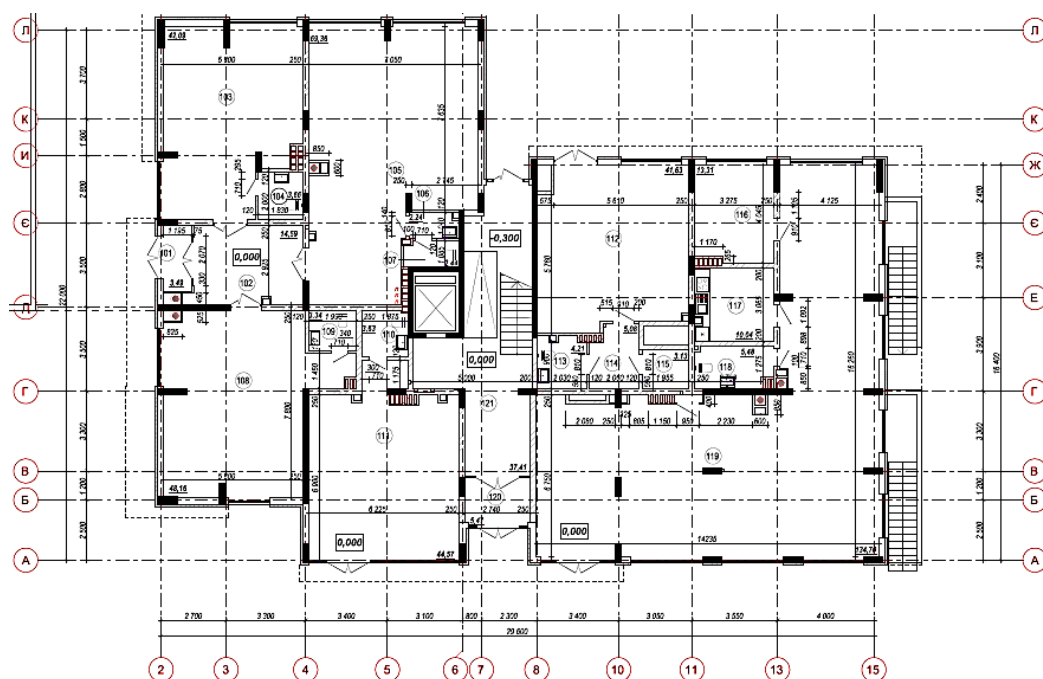


Рисунок 1.9 – План першого поверху з приміщеннями громадського призначення

Кожне приміщення має свій окремий вхід з вулиці, що не пересікаються з входами в житлові приміщення. Вхідні групи є доступними для МГН оскільки

запроектована відмітка підлоги приміщень відповідає зовнішній плановій відмітці.

Також на першому поверсі виконана вхідна група для житлових приміщень. Для доступності до ліфта і сходової клітки виконаний пандус з рівня -0.300 до підлоги першого поверху ± 0.000 з ухилом 1:12. Вхідна група передбачає 2 входи з протилежних сторін.

У кожному громадському приміщенні передбачений вільний простір для реалізації комерційних послуг, також в кожному приміщенні запроектований санвузол з доступністю для МГН і передбачена загальна вентиляція.

В більшості громадських приміщень стіни є продовженнями колони, які не перешкоджають функціонуванню приміщень. Висота громадських приміщень прийнята – 3,2 м та 3,5 м.

Зовнішні стіни громадських приміщень виконані із керамічних пустотілих блоків відповідно до ДСТУ Б В.2.7-61:2008 [10] 250 мм. Перегородки між приміщеннями громадського призначення виконані із блоків ніздрюватого бетону D600-D2,5(M35)-F25-K товщиною 250 мм а внутрішні товщиною 120 мм відповідно до ДСТУ 9184:2022 [7].

Світлопрозорі конструкції виконані із ПВХ-профілів двокамерних склопакетів класу теплопровідності А2 відповідно до ДСТУ EN 14351-1:2020 [11]. Зовнішні двері виконані із склопакетів в алюмінієвих рамах та металевими протиударними відповідно до ДСТУ EN 14351-1:2020 [11]. Вхідні двері в під'їзд є протиударними та обладнані пристроями для самозачинення і ущільнення відповідно до ДСТУ Б В.2.6-77-2009 [8].

Таблиця 1.5 – Експлікація поверху з громадськими приміщеннями

№ приміщення	Найменування	Площа, м ²
101	Тамбур	3,49
102	Коридор	14,59
Всього:		18,08

Продовження таблиці 1.5

Косметологічний кабінет		
103	Кабінет	42,09
104	Санвузол	3,66
Всього:		45,75
Офісне приміщення №1		
105	Офіс	69,36
106	Санвузол	2,24
107	Туалет	2,44
Всього:		74,04
Офісне приміщення №2		
108	Офіс	48,16
109	Санвузол	3,34
Всього:		51,50
Офісне приміщення №3		
110	Санвузол	3,63
111	Офіс	44,57
Всього:		48,20
Салон краси		
112	Зал	41,63
113	Санвузол	4,21
114	Коридор	5,08
115	Кладова	3,13
Всього:		54,05
Магазин промислових товарів		
116	Кабінет	13,31
117	Кімната персоналу	10,04
118	Санвузол	5,48
119	Торговий зал	134,70
Всього:		163,53
120	Тамбур	5,47
121	Сходова клітка	37,41
Всього:		42,88

1.10 Відомості про архітектурно-планувальні рішення житлових приміщень

Житлові приміщення починаються з другого поверху і до дев'ятого включно. Плани поверхів є типовими, в будинку запроектовано 64 квартири, з них однокімнатні – 24 штуки, двокімнатні – 40 штук (рис. 1.10).

На кожному поверсі розташовано 3 однокімнатних квартири і 5 двокімнатних. Площа однокімнатних квартир варіюється в межах 43-ох метрів квадратних, а площа двокімнатних запроектована від 58 м² до 82 м².

Вхід в житлові квартири виконаний із загального коридору, доступ до коридору відбувається із сходової клітки або з ліфта. Також в кожній квартирі передбачені евакуаційні простінки на балконах розмірами 1,2х1,2 м.

Висота житлових квартир прийнята 2,5 м. Стіни є продовженнями несучих колон, таке рішення дозволяє вільне перепланування основних зон в межах квартири. Мінімальна ширина загальних коридорів становить 1,6 м.

Житлові приміщення запроектовані відповідно до ДБН В.2.2-15-2019 [12].

Зовнішні стіни житлових приміщень виконані із керамічних пустотілих блоків відповідно до ДСТУ Б В.2.7-61:2008 [10] товщиною 250 мм. Міжквартирні перегородки виготовлені методом багатошарової конструкції, для покращення тепло- та звукоізоляційних властивостей, із трьома шарами: два зовнішні шари – керамічна цегла на розчині М50 товщиною 65 мм, заповнена пінополістирольними плитами ПСБ-С-35-1000х500х50 товщиною 100 мм, групи горючості Г1 відповідно до ДСТУ Б EN 13163:2012 [13]. Внутрішні квартирні перегородки виконані із керамічної цегли відповідно до ДСТУ Б В.2.7-61:2008 [10] товщиною 65 мм на розчині М50.

Вхідні двері в квартири виконані протиударними (EI 30) відповідно до ДСТУ Б В.2.6-11:2011 [14] обладнані пристроями для самозачинення й ущільненнями в притулах.



Рисунок 1.10 – План типового поверху житлових приміщень

Таблиця 1.6 – Експлікація типового поверху житлових приміщень

№ приміщення	Найменування	Площа, м ²
Однокімнатна квартира		
201	Коридор	5,61
202	Санвузол	4,51
203	Кухня	15,52
204	Лоджія	3,31
205	Спальня	14,83
Всього:		43,78
Двокімнатна квартира		
206	Коридор	8,55
207	Санвузол	3,93
208	Туалет	1,83
209	Кухня	14,29
210	Лоджія	5,08

Продовження таблиці 1.6

211	Спальня	18,11
212	Спальня	19,01
Всього:		70,80
Двокімнатна квартира		
213	Коридор	7,07
214	Санвузол	4,64
215	Туалет	2,06
216	Кухня	15,2
217	Лоджія	5,54
218	Спальня	16,42
219	Спальня	15,49
Всього:		67,05
Однокімнатна квартира		
220	Коридор	4,41
221	Санвузол	4,23
222	Кухня	15,35
223	Лоджія	3,43
224	Спальня	15,29
Всього:		42,71
Однокімнатна квартира		
225	Коридор	4,05
226	Санвузол	5,12
227	Кухня	14,89
228	Лоджія	3,37
229	Спальня	14,96
Всього:		42,39
Двокімнатна квартира		
230	Коридор	3,37
231	Санвузол	4,38
232	Кухня	18,04
233	Лоджія	4,05
234	Спальня	10,40
235	Спальня	16,80

Продовження таблиці 1.6

Всього:		60,74
Двокімнатна квартира		
236	Коридор	3,50
237	Санвузол	4,59
238	Туалет	1,96
239	Кухня	33,07
240	Лоджія	4,23
241	Спальня	16,64
242	Спальня	13,51
243	Лоджія	4,26
Всього:		81,76
Двокімнатна квартира		
244	Коридор	8,10
245	Санвузол	4,22
246	Кухня	14,76
247	Лоджія	4,32
248	Спальня	16,40
249	Спальня	10,86
Всього:		58,66

Світлопрозорі конструкції в житлових приміщеннях виконані такі ж самі як і для громадських приміщень. Площа вікон забезпечує норми природного освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 [15], вимоги по інсоляції виконані відповідно до ДСП 173-96 [16].

Вікна розміщені навпроти суцільних стін шириною не менше 1,2 м, та відчиняються у середину приміщення, при тому площа застосування зовнішніх стін становить більше 50%. Ширина лоджій прийнята не меншою 1,2 м. На сходовій клітці виконані вікна площею 2,25 м² які відчиняються з рівня сходових площадок.

1.11 Заходи по доступності для маломобільних груп населення

Для маломобільних груп населення передбачені заходи для безперешкодного доступу до приміщень будівлі відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 [17].

Ширина пішохідних шляхів з твердим покриттям запроєктовані не менше 1,8 м. Ухили вздовж пішохідних шляхів виконані не більше 5%, а також передбачене пониження тротуару в рівень проїжджої частини, в місцях перетину тротуарів проїжджою частиною. Для МГН в радіусі 50-ти метрів від будинку передбачене розширене місце для паркування. Всі пішохідні доріжки мають додаткові мощення із тактильної плитки. Для безперешкодного пересування по будівлі входи та виходи передбачені в рівень землі з незначними пандусами. Запроєктований ліфт на рівні нуля будівлі і рівним входом з сходової площадки. У внутрішніх сходах виконані поручні а сам мар має ширину 1,35 м відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 [17]. На бічних поверхнях сходів, які не мають повного примикання до стіни, запроєктовані із бортами висотою 20 см. Кожен поверх оснащений інформаційними табличками, на яких додатково дублюється рельєфні позначки поверху. Крайні сходинки оснащені світловідбиваючими елементами, а всі перешкоди позначені тактильними елементами.

Ліфт і його елементи, а також усі двері запроєктовані відповідно норм чинного законодавства для забезпечення інклюзивності та доступності МГН.

1.12 Техніко-економічні показники житлової будівлі

Таблиця 1.7 – Основні техніко-економічні показники житлової будівлі

№п/п	Найменування	Од. вим.	Кількість
1	Багатоквартирний житловий будинок з приміщеннями громадського призначення та гаражем		
2	Вид будівництва	Нове будівництво	
3	Поверховість	поверх	9

Продовження таблиці 1.7

4	Ступінь вогнестійкості		II
5	Умовна висота будинку	м	23,7
6	Площа земельної ділянки	га	
7	Площа забудови житлового будинку	м ²	1233,44
	- в тому числі з експлуатованою покрівлею	м ²	705,26
8	Кількість квартир у будинку, в тому числі:	один.	64
	- однокімнатних	один.	24
	- двокімнатних	один.	40
9	Площа багатоквартирного житлового будинку	м ²	5126,71
	- в тому числі сходові клітки	м ²	431,46
10	Житлова площа квартир	м ²	1552,0
11	Площа квартир у будинку	м ²	3442,4
12	Площа літніх приміщень	м ²	300,72
13	Загальна площа квартир у будинку	м ²	3743,12
14	Загальна площа громадських приміщень, у тому числі:	м ²	630,81
	- косметологічний кабінет	м ²	46,69
	- офісне приміщення №1	м ²	75,02
	- офісне приміщення №2	м ²	52,52
	- офісне приміщення №3	м ²	49,51
	- салон краси	м ²	58,20
	- промтоварний магазин	м ²	168,85
	- приміщення промтоварного магазину	м ²	104,40
15	Корисна площа громадських приміщень, у тому числі:	м ²	612,44
	- косметологічний кабінет	м ²	45,75
	- офісне приміщення №1	м ²	74,04
	- офісне приміщення №2	м ²	51,50
	- офісне приміщення №3	м ²	48,20
	- салон краси	м ²	54,05
	- промтоварний магазин	м ²	163,53
	- приміщення промтоварного магазину	м ²	102,11
	- багетна майстерня	м ²	55,18
16	Загальна площа гаража	м ²	790,06
17	Корисна площа гаража	м ²	743,00

Продовження таблиці 1.7

18	Загальний будівельний об'єм	м ³	20 858,73
	- вище відм. 0,000	м ³	15 924,97
	- нижче відм. 0,000	м ³	4 933,76
19	Показники енергоефективності - річна потреба:		
	- у газі	млн. нм ³	0,177
	- в умовному паливі	т	32,04
	- в електроенергії	тис.кВт.год	340,37
	- у воді	м ³ в рік	12530,45
	- в тепловій енергії на опалення	МВт	504,27
	- в тепловій енергії на гаряче водопостачання	МВт	995,16
20	Тривалість будівництва	місяць	9

1.13 Відомості про опорядження будинку

Будинок виконаний в біло-сірій кольоровій гаммі, для створення естетичного образу і для вписування споруди в місцевість з наявною забудовою. Кольори є нейтральними для зменшення візуального шуму і встановлення гармонійного середовища на прилеглих територіях.

Проектом передбачається зовнішнє опорядження фасадів та внутрішнє стін.

Цокольна частина має теплоізоляцію із екструдованого пінополістиролу, зовнішній шар виконаний із водовідштовхувальних та негорючих матеріалів по системі CERESIT.

Стіни по всій висоті виконані із керамічних пустотілих блоків з додатковим влаштування теплоізоляції із плит пінополістиролу групи горючості Г1. По висоті стіни влаштовані пояси з негорючої мінеральної вати шириною 300 мм на кожному третьому поверсі. Також навколо віконних і дверних отворів запроектовані смуги з негорючої мінеральної вати шириною 200 мм. Всі облицювальні матеріали прийняти групи горючості Г1. Фінішний шар відповідає шару на цокольній частині.

В середині будівлі по стінах та перегородках виконується гіпсова штукатурка, а стелі залізобетонного перекриття опоряджується гіпсовими шпаклівками. В житлових кімнатах початковий шар виконаний на клейових сумішах під фарбування.

В санвузлах передбачена опорядження підлоги і стін керамічною плиткою, а в зоні кухні – плитка по всій площі підлоги та у зоні фартуха, над робочою поверхнею.

В загальних коридорах та сходових клітках передбачене облицювання підлоги керамічною плиткою та високоякісна клеєва побілка по шпаклівці та олійне пофарбування на висоту 15 см.

1.14 Відомості про енергоефективність будівлі

Параметри матеріалів прийняті відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 [18].

Зовнішні стіни виконані із пустотілих керамічних блоків міцністю M100, та морозостійкістю F25, товщиною 250 мм, з додатковим теплоізоляційним матеріалом на зовнішній поверхні – плита пінополістиролу ПСБ-С-25 групи горючості Г1, товщиною 150 мм. Влаштування негорючих розривів дивитись в п. 1.13.

Перегородки між кімнатами виконані як одношарові конструкції без додаткової теплоізоляції, а міжквартирні стіни, для покращення тепло- та звукоізоляційних властивостей виконані як тришарова стіна, зовнішні елементи – цегляна кладка товщиною 65 мм, а внутрішній шар – ПСБ-С-35 групи горючості Г1, товщиною 100 мм.

Зовнішні стіни підвалу гідро- та теплоізолювані відповідно як і цокольна частина (п. 1.13). Перекриття над підвальним поверхом виконане товщиною 200 мм додатково теплоізолюється пінополістиролом ПСБ-С-35 товщиною 200 мм, по якій виконується ЦПІ стяжка. Розрахункова температура в техпідпіллі становить 5°C.

Покриття виконане із монолітної плити товщиною 200 мм з утеплення плитою пінополістиролу ПСБ-С-35 товщиною 300 мм, по якій виконана ЦП стяжка товщиною 60 мм. Для утворення ухилу використаний додатковий шар пінополістиролу товщиною від 200 до 0 мм. Покриття даху – інверсійне.

Світлопрозорі елементи є енергоефективними і відповідають чинним нормам законодавства.

Проектом передбачається водяне опалення будинку, від автоматизованих агрегатів, що розміщуються в кожній квартирі індивідуально, і працюють із газовим обладнанням.

Вентиляція в будинку є припливно-витяжка з природнім характером. Приплив свіжого повітря відбувається через вікна і двері, а видалення – через спеціальні канали.

Для функціонування будинку під час планових вимкнень електроенергії, в будинку передбачені акумулятори, які акумулюють енергію в періоди мінімального споживання. Альтернативних джерел відновлення електроенергії не передбачено.

Для покращення енергоефективності будівлі, в ній ведеться облік енергоресурсів:

- облік витрат газу – газовими лічильниками G-4 мембранного типу, в кожній квартирі окремо;
- електроенергії – лічильниками активної електричної енергії, в кожній квартирі окремо;
- облік витрат холодної води – лічильниками, в кожній квартирі окремо.

Також виконані інші методи для покращення енергоефективності будинку:

- перерізи електропроводів вибрані з урахуванням мінімально допустимих втрат електроенергії;
- система опалення виконана з регулюванням тепловіддачі нагрівальних приладів термостатичними вентилями;

- влаштування індивідуальних автоматизованих газових малометражних котлів в кухнях кожної квартири;
- управління освітленням сходових кліток і входів – автоматизоване.

1.15 Відомості про інженерні мережі та обладнання

Обладнання для приміщень громадського призначення підбирається під потреби орендаря, тому в проєкті вони не передбачаються. Обладнання для теплозабезпечення житлових приміщень та вентиляція описано в п. 1.14.

Оскільки об'єкт знаходиться в межах існуючої забудови, то підключення буде відбуватись до існуючої мережі, а саме вода для побутових потреб, каналізація для стічних вод, газове і електричне постачання.

В житлових приміщеннях запланований відвід угарних газів з індивідуальних котлів в спеціальні димохідні канали. Підключений газопровід розрахований на потреби кожної квартири при використанні газових котлів та газових плиток у зоні кухні.

1.16 Розрахунок класу наслідків та забезпечення надійності споруди

Розрахунок класу наслідків виконаний відповідно до рекомендацій ДБН В.1.2-14:2018 [19].

Кількість осіб які постійно перебувають у житлових приміщеннях становить 147 осіб, а з врахуванням громадських приміщень – 161 особа. За цією категорією будинок відноситься до класу СС2.

Кількість осіб які короткочасно перебувають у житлових приміщеннях рівна від постійної половини і становить 74 особи, а з врахуванням громадських приміщень – 134 особи. За цією категорією будинок відноситься до класу СС1.

Кількість осіб які можуть знаходитись зовні будинку становить 295 осіб, що відноситься до класу СС2.

За економічними наслідками будівля відноситься до класу СС1. Будинок не розміщений в зоні охоронних об'єктів і не являється культурною спадщиною.

Отже, при врахуванні усіх розрахункових факторів, будинок можна віднести до класу наслідків СС2.

Категорію за відповідальністю окремих конструкцій прийнято відповідно до вимог ДБН В.1.2-14:2018 [19]. Проектні рішення об'єкта забезпечують його надійність та безпеку, здатність зберігати необхідні експлуатаційні якості протягом встановленого терміну експлуатації.

В проекті передбачене використання матеріалів що відповідають сертифікатам та чинному законодавству.

1.17 Висновки до розділу 1

В першому архітектурно-будівельному розділі визначено основні параметри будівлі, встановлена її ширина, довжина та висота.

Виявлені основні особливості будівельного майданчика.

Визначені основні приміщення у підвальному, першому та типовому житловому поверсі.

Підібрані основні матеріали для оздоблення стін та світлових елементів.

Визначені параметри енергоефективності будівлі та встановлений її клас наслідку.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Основні параметри та конструктивні рішення будівлі

Будівля має монолітно-каркасну безригельну конструктивну схему. Просторова жорсткість забезпечена влаштуванням діафрагм, монолітним з'єднанням всіх несучих елементів для їх спільної роботи, що утворюють геометричну незмінну систему.

Для сприймання навантажень на будівлю прийняті монолітні залізобетонні фундаменти стовпчикового типу. Обґрунтування його розмірів та матеріалів прийняті в наступних пунктах.

Вертикальними несучими елементами служать монолітні колони із залізобетону, товщина колон прийнята 250 мм, для відповідності внутрішнім стінам, а їх ширина визначена і матеріал з несучої здатності. Обґрунтування прийнятих розмірів дивитись в наступних пунктах.

Перекрыття і покриття виконані монолітними залізобетонними, товщиною 200 мм із жорстким защемленням до колон, в місцях між колонами виконані «приховані балки», вони влаштовані в межах товщини плити з додатковим армуванням каркасами. Обґрунтування прийнятих матеріалів для конструювання плит подані в наступних пунктах.

Стіни підвалу та приміщень подвійного призначення прийняті відповідно до їх дослідження в розділі 3.

Сходи виконані збірними із площадок та маршів, шириною 1,35 м.

Відомості про не несучі вертикальні елементи дивитись в розділі 1.

Між несучими і не несучими конструкціями виконані деформаційні зазори товщиною 20 мм із гнучкими зв'язками.

Стіни сходової клітки та ліфтового каналу являються осередком жорсткості будівлі і забезпечують стійкість будівлі при сейсмічних або пульсаційних вітрових навантаженнях.

В місцях технологічних каналів та вузлів введення і відведення води, газу та інших комунікацій виконані підсилені отвори в монолітному перекритті.

Всі матеріали і розміри монолітних залізобетонних елементів прийняті відповідно до розрахунку за граничними станами. Розрахунок виконаний в ПК ЛІРА-САПР із скінченно-елементним моделюванням несучих конструкцій [20, 21]. Армування залізобетонних елементів виконане з допомогою модуля ЛАРМ-САПР.

2.2 Створення розрахункової схеми

Розрахункова модель створена із відповідних скінченних елементів, для колон – це стержні, для стін і плит – пластини. Аналітична модель включає в себе лише несучі елементи конструкції та її в'язі (якщо такі передбачені). Побудова моделі відбувається поетапно на кожному поверсі, оскільки житлові поверхи є типовими, то вони створюються методом копіювання другого поверху.

Фундаменти розраховуються та конструюються на зібрані навантаження з моделі, тому в початкову аналітичну модель вони не входять.

Підвальний поверх з гаражами представлений наступними конструкціями – колони, стіни та перекриття. Оскільки в підвальному поверсі знаходяться приміщення подвійного призначення із суцільних монолітних стін, то вони моделюються відповідними пластинчастими елементами, їх розрахунок і аналіз виконується на ударну хвилю в розділі 3.

Відповідно до плану підвального поверху, створюємо в розрахунковій схемі осі, для кращого розуміння конструкцій (рис. 2.1), за допомогою стержневих елементів моделюємо колони (рис. 2.2) а за допомогою пластин моделюємо несучі стіни (рис. 2.3), поверху підвальних конструкцій, за допомогою пластин, моделюємо перекриття (рис. 2.4), над приміщеннями подвійного призначення товщина плити перекриття буде більшою.

Додатково між колонами, в плитах перекриття, добавляємо стержні, які будуть імітувати конструкцію «прихованих балок», що знаходяться у товщині плити, а виконуються вони монтажем додаткових каркасів (рис. 2.5).

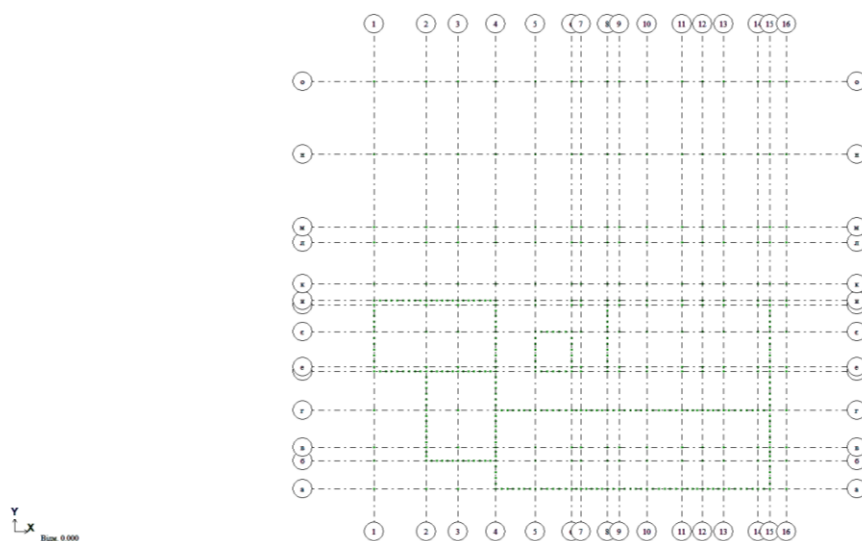


Рисунок 2.1 – Створення осей координат відповідно до архітектурно-планувальних рішень

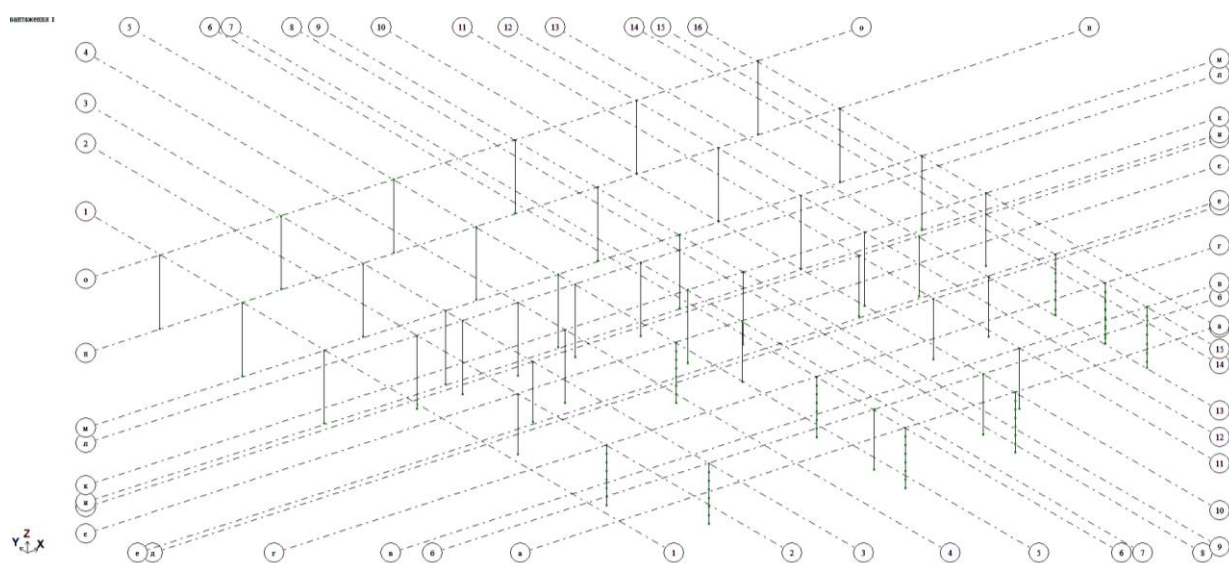


Рисунок 2.2 – Стержневі елементи колон підвального поверху

Для відповідних елементів конструкції, в редакторі жорсткості, створюємо їх поперечні перерізи та задаємо відповідні параметри (рис. 2.6). Для виконання підбору арматури в залізобетонних перерізах, потрібно задати характеристики і

матеріал, як бетону так і арматурної сталі, для кожного елемента задаємо відповідні значення (рис. 2.7).

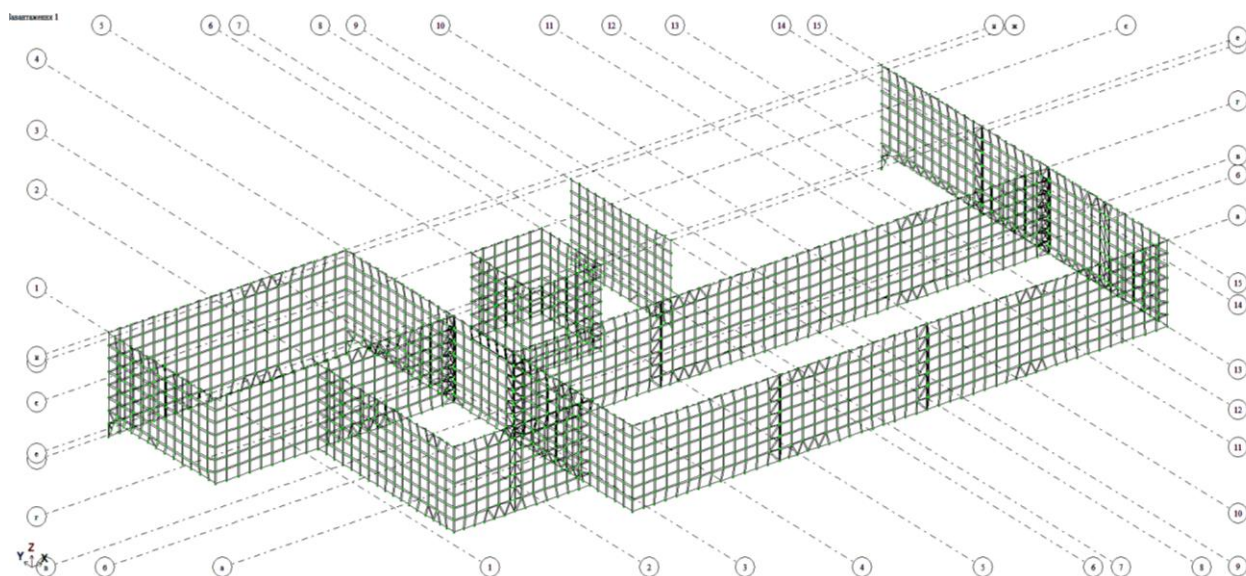


Рисунок 2.3 – Пластинчасті елементи несучих стін підвального поверху

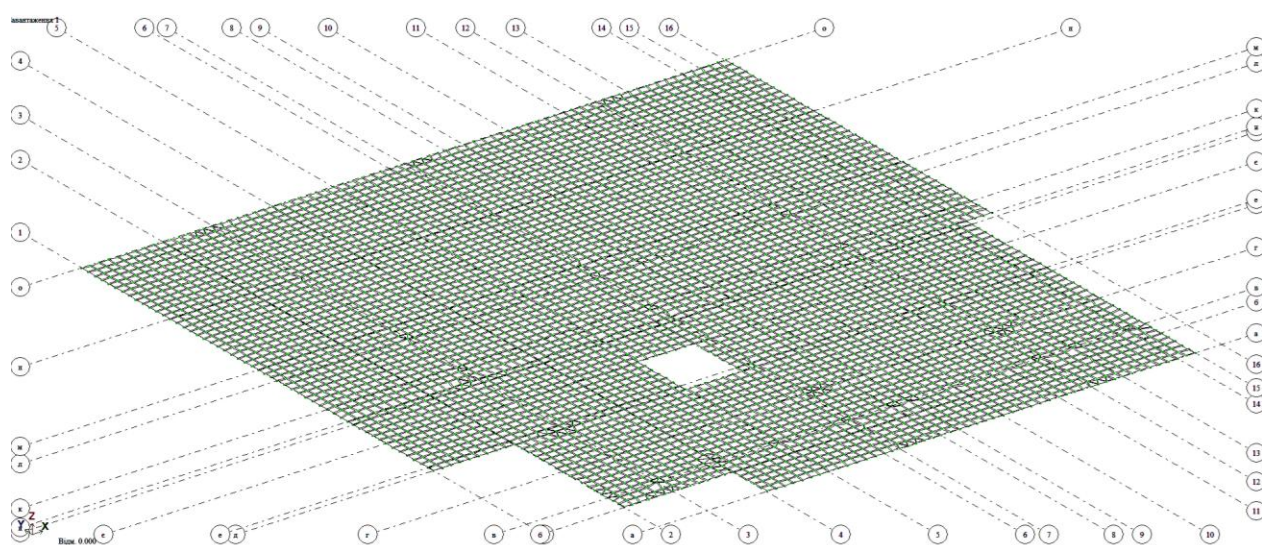


Рисунок 2.4 – Пластинчасті елементи плити перекриття над підвальним поверхом

Для того щоб зробити схему геометрично незмінною і правильно змодельовати з'єднання колон і стін з фундаментом, а саме монолітне жорстке з'єднання, потрібно в цих місцях на вузлах задати в'язі, які заборонятимуть їх переміщення по всіх осях і заборонятимуть обертання навколо усіх місцевих осей.

В розрахунковій моделі також потрібно врахувати місця обпирання плити перекриття на несучі стіни та колони, для цього по периметру стін та колон створюємо абсолютно жорсткі тіла, які забороняють деформацію в своїй області. Оскільки горизонтальні і вертикальні несучі елементи об'єднуються жорстко і в усіх місцях примикання, то додаткових вузлів обпирання (для моделювання шарнірів) створювати непотрібно.

Це ж саме і стосується поверхового з'єднання елементів конструкції, всі несучі елементи, які пересікаються в розрахунковій схемі є жорстко защемленні, повздовжні, поперечні та згинальні зусилля передаються відповідно до властивостей цих з'єднань.

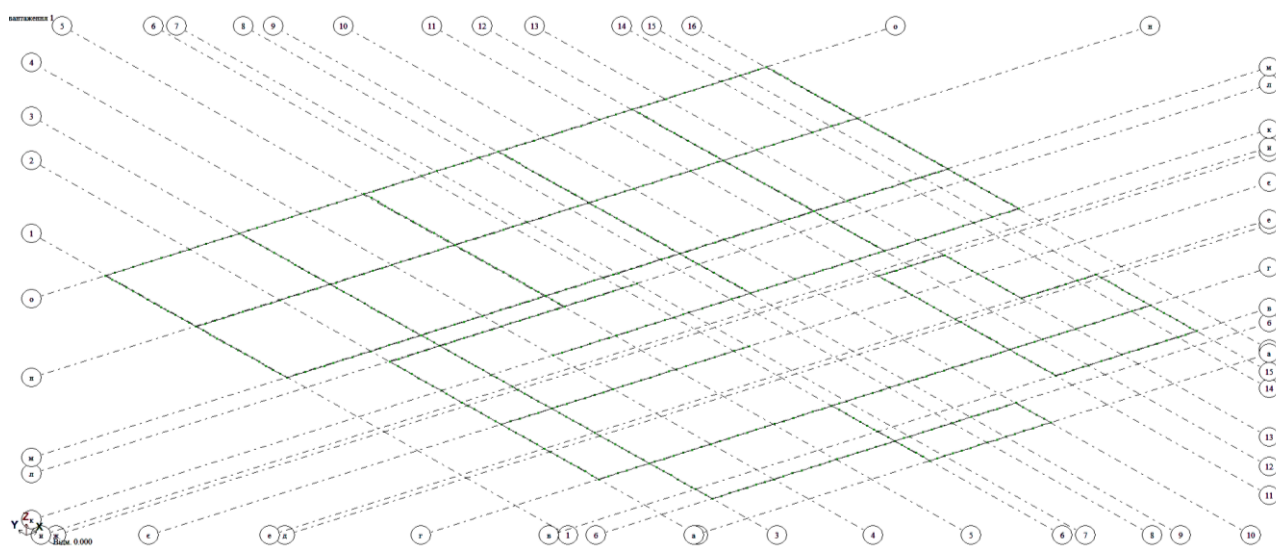


Рисунок 2.5 – Стержневі елементи «прихованих балок» плити перекриття

Після виконаних дій можна отримати візуалізацію підвального поверху із заданими характеристиками конструкцій, для оцінки правильності побудови розрахункової схеми (рис. 2.8).

Алгоритм створення продовжується за такою ж самою схемою. Створюється перший поверх для громадських приміщень, другий поверх для житлових квартир. Потім виділяється розрахункова схема типового поверху і копіюється на всі відповідна житлові поверхи, лише змінюється конструкція

покрівлі. Після чого випускаються стіни ліфта для розміщення його обладнання, також стіни сходової клітки, для можливості виходу на покрівлю (рис. 2.9, 2.10).

а)

б)

в)

г)

Рисунок 2.6 – Параметри конструктивних елементів

Задання стандартного перерізу

Переріз Жорсткість

Жорсткісні характеристики перерізу

☒ Розраховувати автоматично за розмірами перерізу

☐ Редагувати у вкладці 'Жорсткість'

☐ Врахування нелінійності

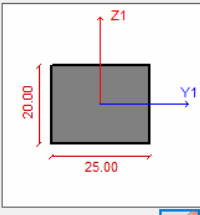
E кН/м²

V

B см

H см

Ro кН/м³



☐ Кроковий ☐ Ітераційний

☐ Розвантаження з початковою жорсткістю

☐ Нелінійний закон для арматури з ТЗА

Врахування зсуву ☐

Коментар

Колір

д)

а) – колона К-1; б) – колона К-3; в) – стіна несуча; г) – плита перекриття;

д) – «прихована балка»

Рисунок 2.6 – Параметри конструктивних елементів (продовження)

ДБН В.2.6-98:2009 Матеріали для розрахунків З/Б конструкцій

ТИП СТЕРЖЕНЬ ☐ Редаговані таблиці

#	Назва	Вид роз...	Симе...	Низ (...)	Верх...	Бік (...)	П гр...	Трив...	Нетр...	Крок/...	Дов...	Роз...	Ly	Lz	Ура...
1 (1)	Колона	Стержень	Н	3.00	3.00	3.00	+	0.30	0.40	Д 10 мм	0.00	КРД	1.00	1.00	-
4	Прихов ...	Стержень	Н	3.00	3.00	3.00	+	0.30	0.40	Д 10 мм	0.00	КРД	0.00	0.00	-

ПЛАСТИНА

#	Назва	Вид роз...	Вуд. ...	Низ X ...	Верх ...	Низ Y ...	Верх ...	1 кв...	П гр...	Трива...	Нетр...	Кро...	Ура...	Висо...
2 (1)	Стіна	Оболонка	-	3.00	3.00	3.00	3.00	+	+	0.30	0.40	К 10...	-	-
3 (1)	Перекриття	Оболонка	-	3.00	3.00	3.00	3.00	+	+	0.30	0.40	К 10...	-	-

БЕТОН

#	Назва	Клас б...	f _{ck} ...	f _{ct} ...	E _c ...	Діагра...	Віднос...	Асс ...	Ас ...	G _c ...	G _c ...	G Г...	SEY ...	SEZ ...
1 (1)	Вертикальні	C20/25	25.0	1.5	300...	2-ліній...	80.0	1.00	1.00	0.90	0.85	0.95	0.00	0.00
2 (1)	Горизонта...	C20/25	25.0	1.5	300...	2-ліній...	80.0	1.00	1.00	0.90	1.00	0.95	0.00	0.00

АРМАТУРА

#	Назва	RX П...	k=ft...	E _{uk} ...	RY П...	k=ft...	E _{uk} ...	RT П...	k=ft...	E _{uk} ...	Кар...	S1, ...	S2, ...	D ...	N...	P...	Ж...
1 (1)		A40...	1.05	2.50	A40...	1.05	2.50	A24...	1.08	2.50	В'яз...	1.00	1.00	32	1	-	-

ДБН В.2.6-98:2009 Назва

Арматура I типу k=ftk/fyk Eps_{uk}, %

Поздовжня

УЗДОВЖ X A400C d=6 1.05 2.5

Уздовж Y A400C d=6 1.05 2.5

Поперечна A240C d=6 1.08 2.5

Уздовж X A400C d=6..40 (МПа)

Es 210000.00

fyk 400.00

Gama_s 1.10

fyd 364.00

fywd 285.00

fywd* 263.00

Арматурний каркас В'язаний каркас

Урахування сейсмічного впливу

Коеф. з т.6.13 ДБН В.1.1-12:2014 1

Коеф. при розрахунках похилих перерізів, т.6.13 ДБН В.1.1-12:2014 1

☐ Розрахунки міцності похилих перерізів синхронізовані з EN 1992-1-1:2005

Арматура II типу

Вибрати...

Рисунок 2.7 – Задання матеріалів конструювання

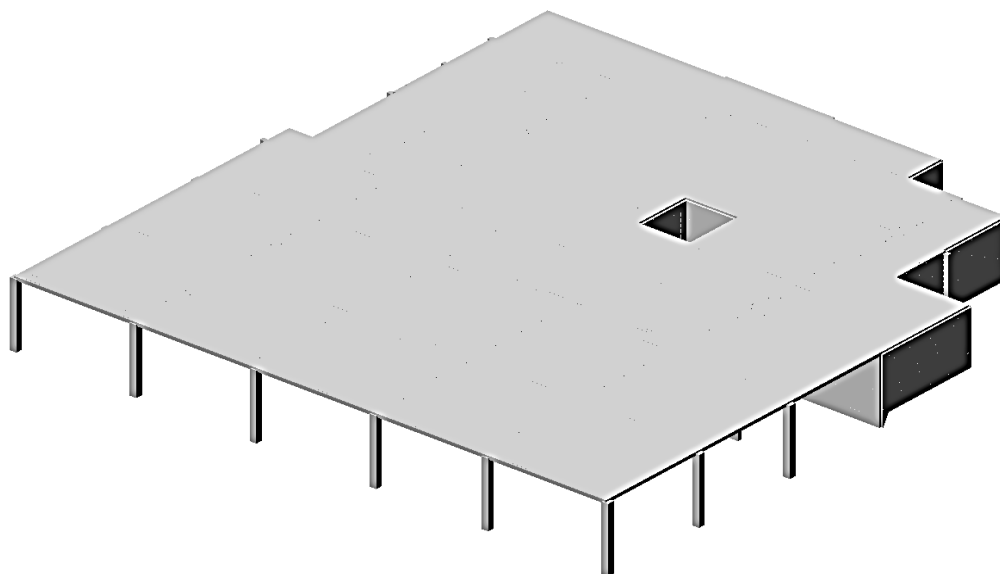


Рисунок 2.8 – Візуалізація підвального поверху з призначеними конструктивними елементами

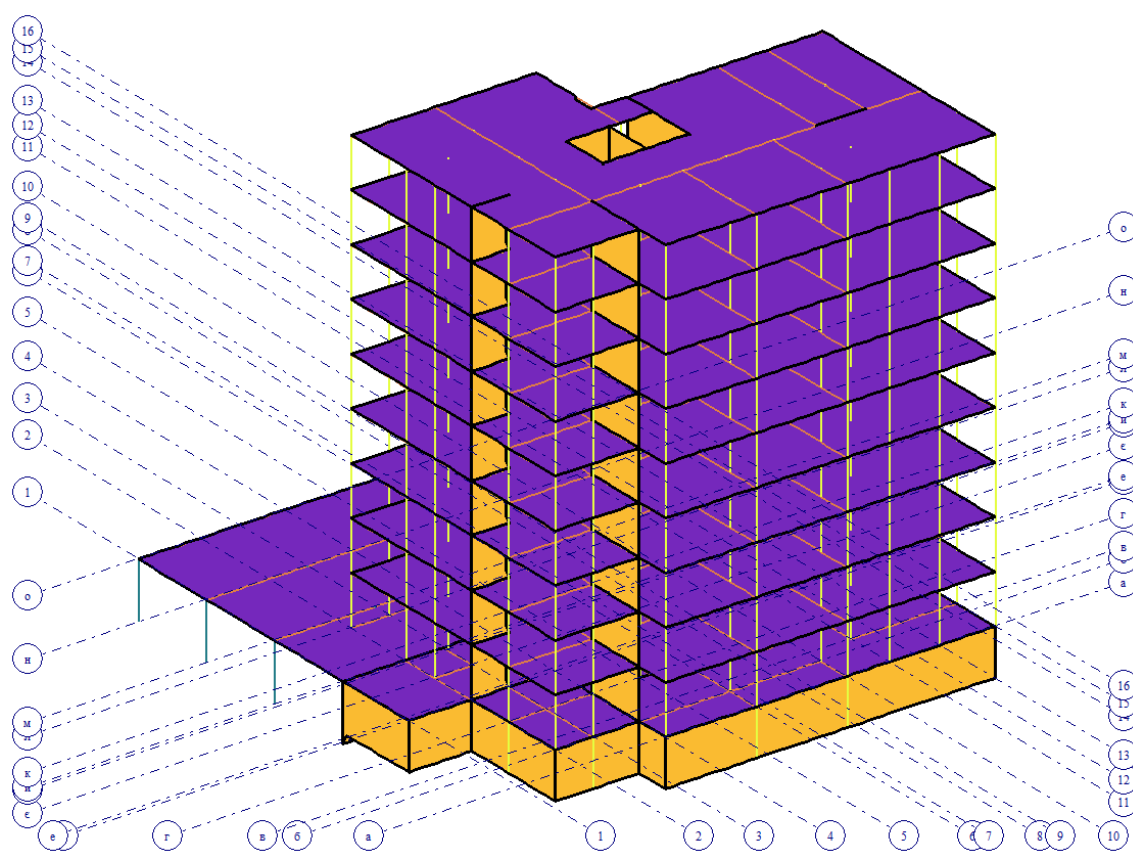


Рисунок 2.9 – Розрахункова схема споруди

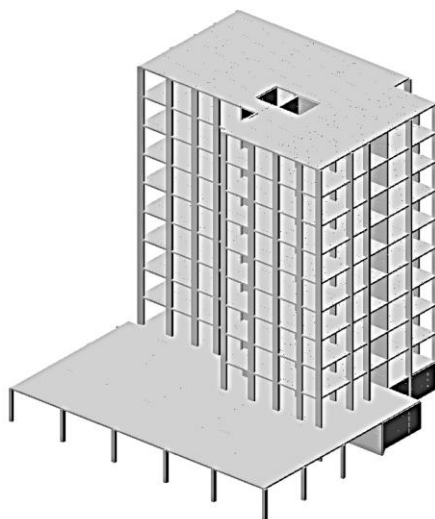


Рисунок 2.10 – 3D- вигляд розрахункової моделі

2.3 Визначення та прикладання навантажень

В розрахунках враховано два види навантажень, що діють на будівлю – це постійні та змінні. До постійних віднесені навантаження від власної ваги залізобетонних конструкцій, вага не несучих стін і їх облицювання, шари підлоги перекриття та покрівлі. Для залізобетонних матеріалів коефіцієнт надійності за навантаженням приймаємо 1,1, для матеріалів які виготовляються на заводі – 1,2, а для тих що на будівельному майданчику – 1,3.

До змінних тривалих відносимо вагу тимчасових перегородок, вагу устаткування та комунікацій.

До змінних короткотривалих відносимо корисне навантаження, на першому поверсі це навантаження для громадських приміщень, на всіх інших для житлових приміщень, в одній частині підвального поверху навантаження приймаємо як для технічного підпілля, а в іншій частині як для стоянки легкових автомобілів.

Також до змінних короткотривалих відноситься навантаження від снігу, з врахуванням регіону, коефіцієнтами надійності і схемами розміщення снігу по поверхні. Таке навантаження прикладається на покрівлі гаражів та покрівлі будівлі.

Також враховуємо вітер і його дію у всіх чотирьох напрямках з врахуванням його пульсації. Район проектування відноситься до 6-ти бального сейсмічного району, тому при розрахунку потрібно врахувати також цей вид навантаження.

Навантаження і коефіцієнти надійності приймаються відповідно до вимог ДБН В.1.2–2:2006 та ДБН В.1.2-14:2018 [22, 23].

Всі навантаження зібрані в табличній формі (див. табл. 2.1). В даному розділі не враховані навантаження від ударної хвилі, цей розрахунок дивитись розділ 3.

Таблиця 2.1 – Навантаження на конструкції будівлі

Вид навантаж.	Характерист. значення навантаж., кПа	Коефіцієнт надійності за експлуат. навантаж.	Розрах. експлуат. навантаж., кПа	Коефіцієнт надійності за граничним навантаж.	Розрахункове граничне навантаж., кПа
Власна вага конструкцій	авто	1,0	авто	1,1	авто
Вага підлоги типового поверху	2,134	1,0	2,134	1,2	2,561
Вага покрівлі	4,186	1,0	4,186	1,2	5,023
Вага зовнішніх стін	2,521	1,0	2,521	1,2	3,025
Вага тимчасових перегородок	0,5	1,0	0,5	1,3	0,65
Вага обладнання і комунікацій	0,2	1,0	0,2	1,3	0,26
Корисне для адмін.-офісних приміщень	2,0	1,0	2,0	1,2	2,4
Корисне для торгових приміщень	4,0	1,0	4,0	1,2	4,8
Корисне для підвалу	2,0	1,0	2,0	1,2	2,4
Корисне для гаражів	3,5	1,0	3,5	1,2	4,2
Корисне для житлових приміщень	1,5	1,0	1,5	1,3	1,95
Снігове	1,39	0,49	0,681	1,14	1,584
Вітрове	0,52	0,21	0,109	1,14	0,593

Визначені навантаження прикладають або як розподілені по площині або по довжині, в залежності до якого виду скінченного елемента вони прикладаються.

2.4 Сполучення розрахункових навантажень

Конструкції розраховуються за граничними станами при комбінації найневигодніших зусиль, для цього роблять сполучення цих навантажень. Відповідно до п. 4.17, 4.18 зміна №2 ДБН В.1.2–2:2006, навантаження сполучають з наступними коефіцієнтами: для всіх постійних $\psi = 1$; для тривалих $\psi_1 = 1$ – для визначного за ступенем впливу та $\psi = 0,95$ – для всіх інших; для короткочасних $\psi_1 = 1$ – для першого визначного за ступенем впливу, $\psi_2 = 0,9$ – для другого визначного, $\psi = 0,7$ – для всіх інших.

Ці сполучення дозволяють зменшити навантаження відповідно до їх можливості одночасного виникнення.

Також для зменшення величини корисних навантажень, в залежності від вантажної площі та від кількості поверхів, користуються вказівками п. 6.8 та 6.9 ДБН В.1.2–2:2006. Для елементів які розраховуються тільки від прямоприкладених навантажень, плити перекриття і колони поточних поверхів, ці понижуючі коефіцієнти можна приймати рівні одиниці, але для елементів, що знаходяться нижче, колони і фундаменти, цей коефіцієнт залежить від кількості поверхів де прикладається навантаження.

Для правильного розрахунку, щоб перекриття і колони останніх поверхів, розраховувались із більшим коефіцієнтом сполучення, а нижчі із нижчим коефіцієнтом, то створюється таблиця розрахункових сполучень навантажень, де для конструкцій кожного окремого поверху будуть свої коефіцієнти сполучення корисного навантаження.

Відповідно до заданих навантажень і врахування всіх коефіцієнтів за призначенням, надійністю та сполученнями, створюємо таблицю розрахункових сполучень зусиль (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Коефіцієнти розрахункових сполучень зусиль

№ завант.	Ім'я завантаження	Вид	Знакомін.	Гр. виключ.	Гр. супутніх	Коеф. над.	Квазіпост.	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(б С)
1	Власна вага конструкцій	Стала (П)	+	0	0 0	1,1	1	1	1	0,9	1
2	Вага підлоги типового поверху	Стала (П)	+	0	0 0	1,2	1	1	1	0,9	1
3	Вага покрівлі	Стала (П)	+	0	0 0	1,2	1	1	1	0,9	1
4	Вага зовн. стін	Стала (П)	+	0	0 0	1,2	1	1	1	0,9	1
5	Тимчасові перегородки	Тривала (Д)	+	0	0 0	1,3	1	1	0,95	0,8	0,95
6	Обладнання і комунікації	Тривала (Д)	+	0	0 0	1,3	1	1	0,95	0,8	0,95
7	Корисне адмін-офісне	Короткоч. (К)	+	0	0 0	1,2	0,35	1	0,9	0,5	0,8
8	Корисне торгові	Короткоч. (К)	+	0	0 0	1,2	0,35	1	0,9	0,5	0,8
9	Корисне підвал	Короткоч. (К)	+	0	0 0	1,2	0,35	1	0,9	0,5	0,8
10	Корисне гараж	Короткоч. (К)	+	0	0 0	1,2	0,35	1	0,9	0,5	0,8
11	Корисне житлове	Короткоч. (К)	+	0	0 0	1,3	0,35	1	0,9	0,5	0,8
12	Сніг	Короткоч. (К)	+	0	0 0	2,33	0,3	1	0,9	0,5	0,8
13	Вітер Х+	Миттєва (М)	+	1	0 0	5,43	0	1	0,9	0,5	0,8
14	Вітер Х-	Миттєва (М)	+	1	0 0	5,43	0	1	0,9	0,5	0,8
15	Вітер У+	Миттєва (М)	+	1	0 0	5,43	0	1	0,9	0,5	0,8
16	Вітер У-	Миттєва (М)	+	1	0 0	5,43	0	1	0,9	0,5	0,8
17	Сейсміка Х	Сейсміка (С)	+/-	2	0 0	1	0	0	0	1	0
18	Сейсміка У	Сейсміка (С)	+/-	2	0 0	1	0	0	0	1	0

Примітки:

1. Кожен номер завантаження є окремо заданий від інших.
2. Сейсмічні навантаження мають однакове значення але враховують два протилежних напрями.
3. Група взаємовиключних завантажень об'єднує завантаження які є несумісними в одному розрахунку і діють окремо один від одного.
4. Коефіцієнт надійності за граничними і експлуатаційними навантаженнями в ЛПРА-САПР задається як відношення коеф. за граничними до коеф. за експлуатаційними навантаженнями $\gamma_{fe} / \gamma_{fm}$.
5. Коефіцієнт квазіпостійних навантажень визначається як відношення граничних розрахункових до квазіпостійних розрахункових.
6. На розрахункову модель задаються граничні розрахункові значення.

2.5 Розрахунок і аналіз розрахункової схеми

Після виконання розрахунку доступна вкладка «Аналіз» де можна оцінити деформації будівлі, її переміщення і обертання в певних осях від певних навантажень чи їх сполучень (рис. 2.11). Аналіз деформацій на кожному завантаженні дозволяє зрозуміти правильність створення розрахункової схеми.

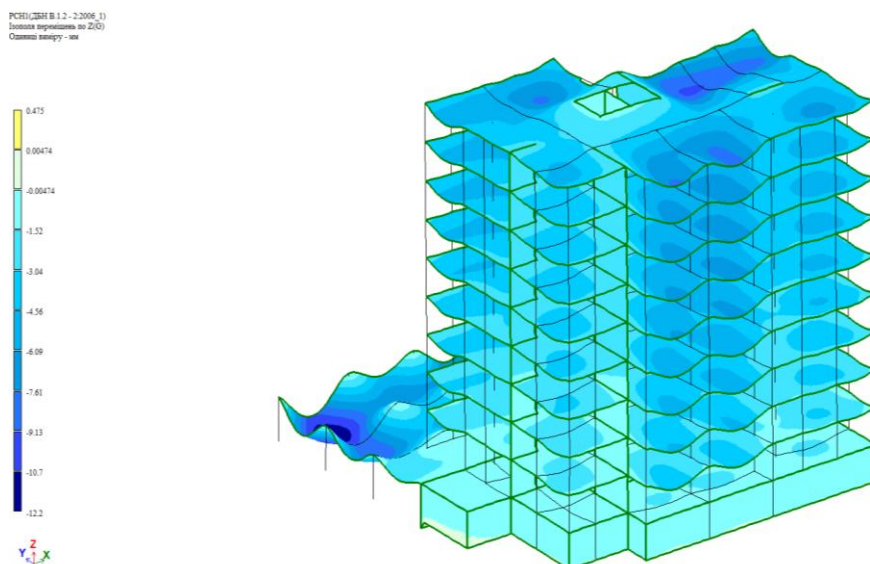


Рисунок 2.11 – Ізополю переміщення конструкцій по осі Z від сполучення постійних навантажень

Для аналізу стержневих елементів доступне визначення зусиль (повздовжніх, поперечних та згинальних у всіх напрямках) в їх перерізах, в даному випадку це колони і приховані балки (рис. 2.12).

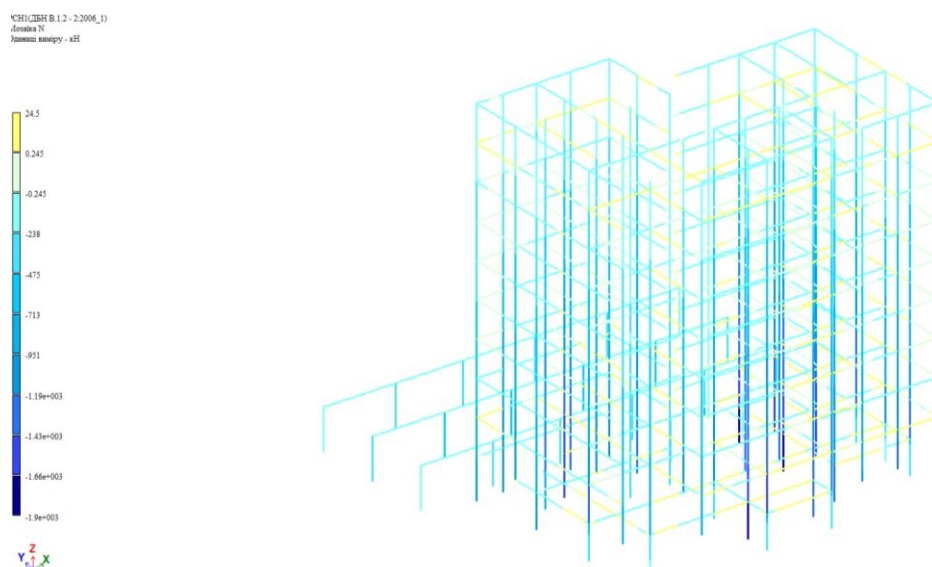


Рисунок 2.12 – Мозаїка повздовжніх зусиль в стержневих елементах конструкції від сполучення постійних навантажень

Для пластинчастих елементів (перекрытия, кровля і стіни) доступний аналіз ізополів згинальних, поперечних, нормальних та дотичних зусиль. Для стін,

які в більшості працюють на стиск, виводимо нормальні значення зусиль в перерізі (рис. 2.13), для плит, в яких виникають згинальні зусилля, виводимо ізополя згинальних зусиль в напрямку X та Y (рис. 2.14, 2.15).

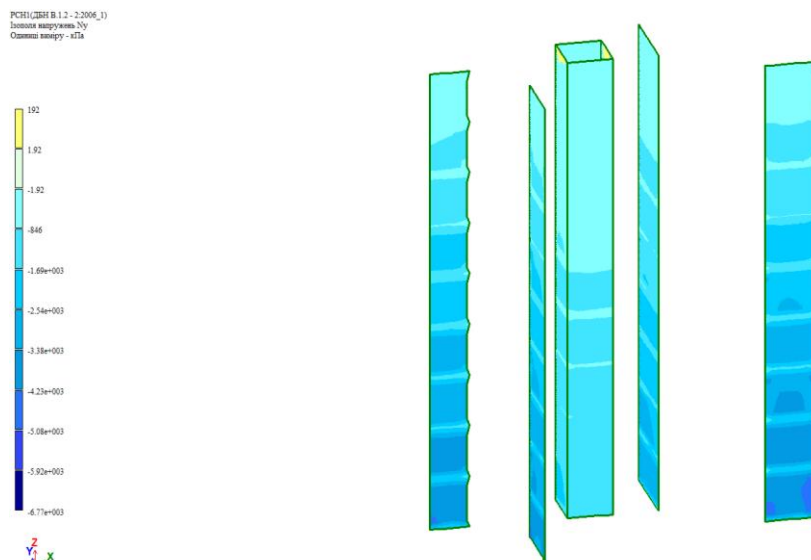


Рисунок 2.13 – Ізополя нормальних зусиль в елементах стін від сполучення постійних навантажень

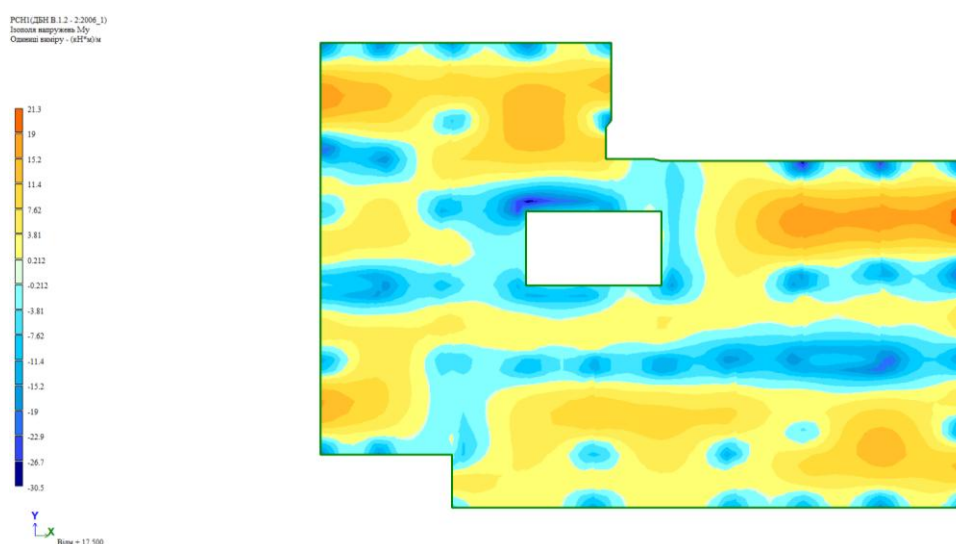


Рисунок 2.14 – Ізополя згинальних зусиль навколо осі Y в елементах типової плити перекриття від сполучення постійних навантажень

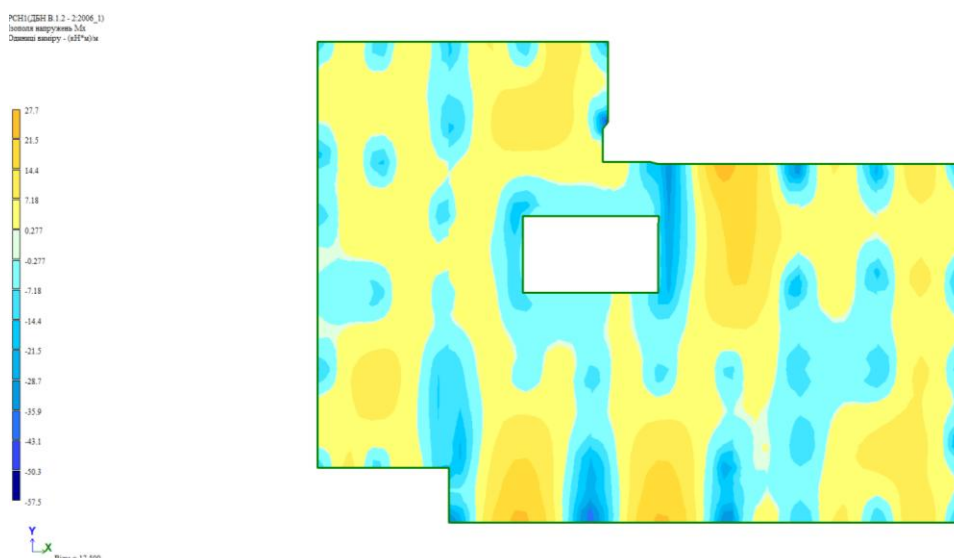


Рисунок 2.15 – Ізополя згинальних зусиль навколо осі X в елементах типової плити перекриття від сполучення постійних навантажень

На отримані зусилля від розрахункових сполучень виконується розрахунок конструкцій, підбір їх поперечного перерізу та арматури. Аналіз конструкцій приміщення подвійного призначення виконано в розділі 3.

2.6 Підбір арматури конструктивних елементів

Для підбору арматури в елементах конструкції в ЛІРА-САПР реалізований модуль ЛАРМ-САПР.

В стержневих елементах арматура розставляється в кутах або в полицях елемента, також визначається переріз і крок хомутів в двох місцевих осях. Для пластинчастих елементів доступне визначення арматури в напрямку обох осей та з врахуванням верхнього та нижнього шару армування. Також для сприймання поперечних зусиль є розрахунок поперечної арматури.

Для визначення площі арматури в елементах типової плити перекриття, на вкладці «Залізобетон» виберемо мозаїку армування в напрямку X та Y (рис. 2.16, 2.17).

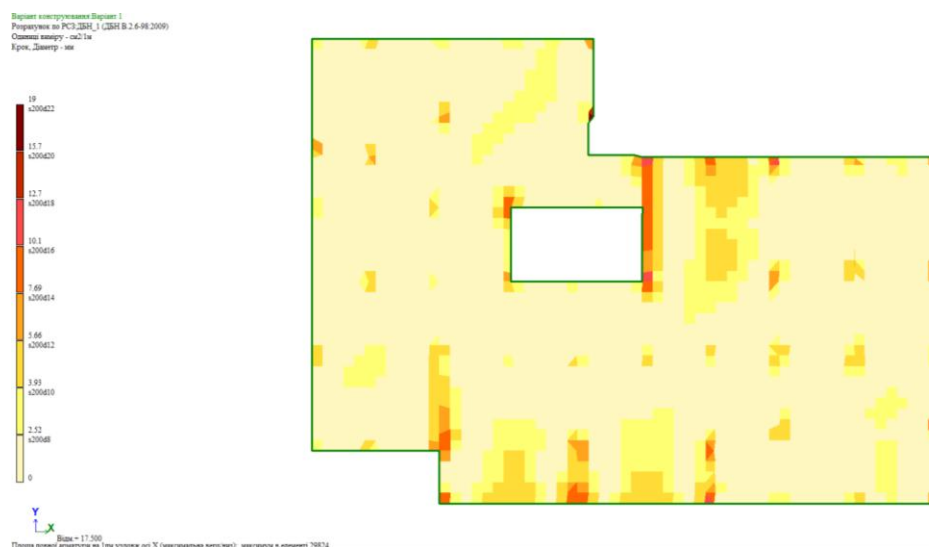


Рисунок 2.16 – Мозаїка армування типової плити перекриття в напрямку X від розрахункових сполучень зусиль



Рисунок 2.17 – Мозаїка армування типової плити перекриття в напрямку Y від розрахункових сполучень зусиль

Також для залізобетонних конструкцій важливим є визначення тривалості і ширини розкриття тріщин, для плит перекриття які експлуатуються в нормальних умовах, ширина розкриття довготривалих тріщин 0,3 мм, а короткотривалих – 0,4 мм (рис. 2.18).

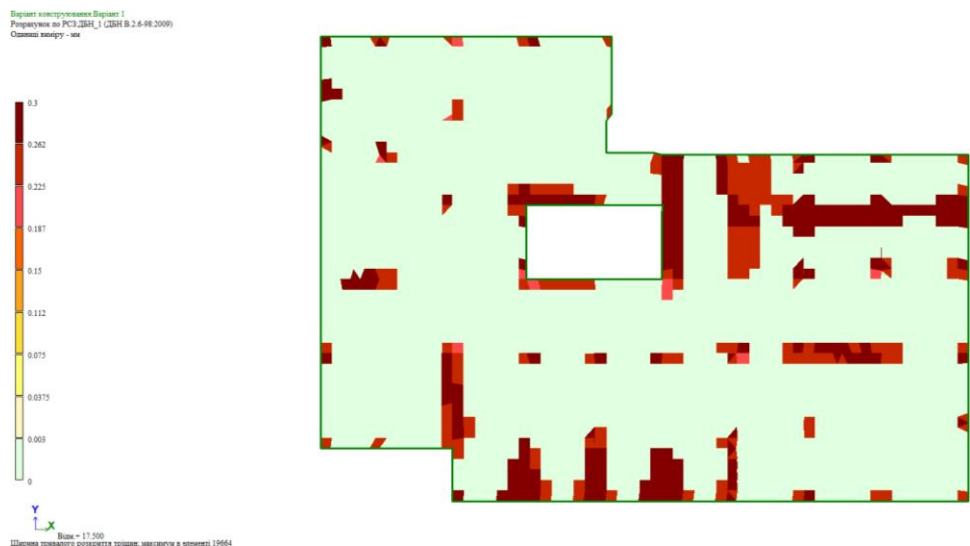


Рисунок 2.18 – Ширина розкриття тріщин в скінченних елементах типової плити перекриття від довготривалих сполучень навантажень

Для армування колони вибираємо локальний режим армування, аналізуємо крайню колону приміщень гаражів (рис. 2.19-2.21).

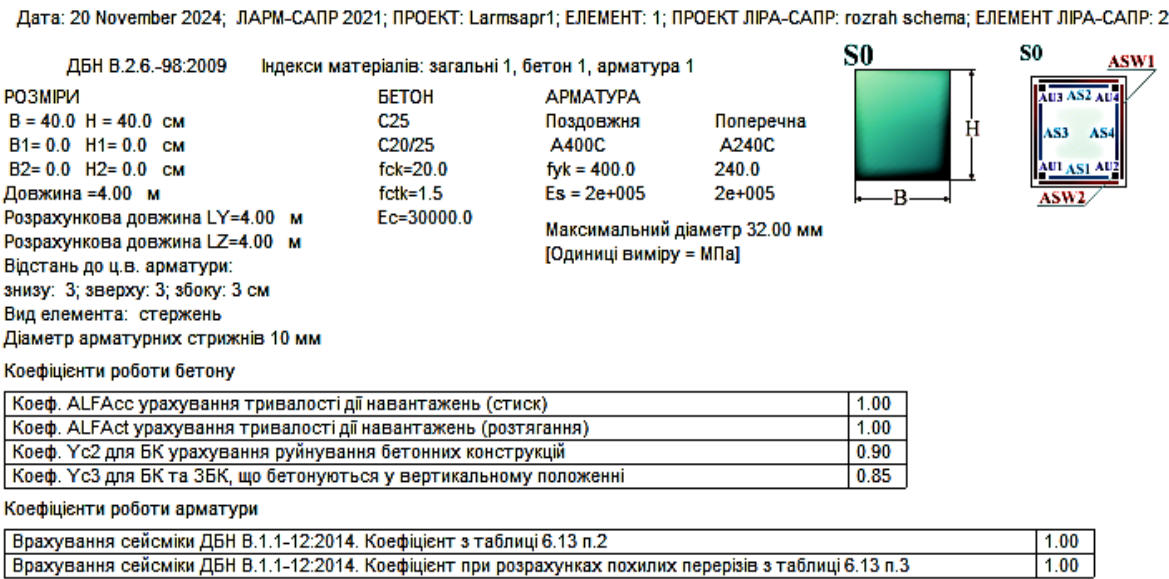


Рисунок 2.19 – Вихідні дані для визначення армування в колоні

СПОЛУЧЕННЯ (РСЗ (розрахункові сполучення зусиль))

Переріз	РС	Сейсміка	N (кН)	Мкр (кН*м)	My (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qy (кН)
1	1 A1		-347.6492	-0.0092	12.9578	-9.8308	64.4118	48.4237
	2 A1		-344.4728	-0.0123	12.7123	-9.6818	63.7087	47.8836
	3 B1		-344.5797	-0.0094	13.0692	-9.8235	63.7585	47.9157
	4 B1		-344.6291	-0.0231	12.3771	-9.5511	64.0992	48.0467
	5 B1		-344.6291	-0.0215	12.4507	-9.5813	64.0967	48.0438
	6 B1		-344.5180	-0.0088	13.0813	-9.8285	63.7180	47.8915
	7 B1		-344.4328	0.0030	13.2070	-9.8774	63.3689	47.7537
	8 B1		-344.5215	-0.0237	12.3493	-9.5399	64.0350	48.0076
2	1 A1		-338.8492	-0.0092	-6.7038	-9.8308	-32.4356	48.4237
	2 B1		-335.7812	-0.0120	-6.6960	-9.6010	-32.0691	47.9271
	3 B1		-335.6945	0.0024	-6.5499	-9.8724	-32.1463	47.7779
	4 B1		-335.7310	0.0015	-6.5529	-9.8658	-32.1495	47.7934
	5 B1		-335.8291	-0.0215	-6.7118	-9.5813	-31.9910	48.0438
	6 B1		-335.8290	-0.0231	-6.7251	-9.5511	-31.9943	48.0467
	7 B1		-335.7180	-0.0088	-6.5757	-9.8285	-32.0650	47.8915
	8 B1		-335.6328	0.0030	-6.5479	-9.8774	-32.1385	47.7537
	9 B1		-335.7310	0	-6.5661	-9.8357	-32.1527	47.7963
	10 B1		-335.7215	-0.0237	-6.7305	-9.5399	-31.9802	48.0076
3	1 A1		-330.0492	-0.0092	-26.3653	-9.8308	-129.2830	48.4237
	2 B1		-326.9796	-0.0094	-26.2248	-9.8235	-127.9044	47.9157
	3 B1		-327.0291	-0.0231	-25.8273	-9.5511	-128.0877	48.0467
	4 B1		-327.0291	-0.0215	-25.8744	-9.5813	-128.0786	48.0438
	5 B1		-326.9180	-0.0088	-26.2328	-9.8285	-127.8481	47.8915
	6 B1		-326.8329	0.0030	-26.3028	-9.8774	-127.6458	47.7537

Нормативні значення

Переріз	РС	Сейсміка	N (кН)	Мкр (кН*м)	My (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qy (кН)
1	1 A2		-273.2110	-0.0087	9.9875	-7.5939	49.3604	37.0969
	2 A2		-273.1757	-0.0084	9.9942	-7.5967	49.3372	37.0830
	3 B2		-285.9891	-0.0088	10.5504	-8.0112	52.4340	39.3972
	4 B2		-285.9891	-0.0101	10.4891	-7.9861	52.4361	39.3997
	5 B2		-285.9417	-0.0084	10.5598	-8.0151	52.4028	39.3786
	6 B2		-285.9136	-0.0077	10.5722	-8.0202	52.3812	39.3666
	7 B2		-285.8995	-0.0106	10.4659	-7.9767	52.3825	39.3670
	8 C2		-285.9890	-0.0087	10.5975	-8.0297	52.4318	39.3965
	9 C2		-285.9981	-0.0122	10.4222	-7.9600	52.4962	39.4225
	10 C2		-285.9981	-0.0109	10.4836	-7.9851	52.4940	39.4201
	11 C2		-285.9416	-0.0082	10.6068	-8.0336	52.4006	39.3779
	12 C2		-285.9045	-0.0055	10.6394	-8.0465	52.3199	39.3433
	13 C2		-285.9084	-0.0128	10.3990	-7.9506	52.4426	39.3898
2	1 A2		-265.2110	-0.0087	-5.2003	-7.5939	-24.8333	37.0969
	2 A2		-265.1757	-0.0084	-5.1991	-7.5967	-24.8288	37.0830
	3 B2		-277.9891	-0.0101	-5.4831	-7.9861	-26.3632	39.3997
	4 B2		-277.9611	-0.0081	-5.4698	-8.0163	-26.3581	39.3852
	5 B2		-277.9891	-0.0088	-5.4721	-8.0112	-26.3605	39.3972
	6 B2		-277.9417	-0.0084	-5.4705	-8.0151	-26.3544	39.3786
	7 B2		-277.9136	-0.0077	-5.4682	-8.0202	-26.3520	39.3666
	8 B2		-277.8995	-0.0106	-5.4876	-7.9767	-26.3515	39.3670
	9 C2		-277.9893	-0.0102	-5.4924	-7.9692	-26.3626	39.4005
	10 C2		-277.9519	-0.0059	-5.4551	-8.0426	-26.3729	39.3620
	11 C2		-277.9800	-0.0067	-5.4574	-8.0375	-26.3753	39.3739
	12 C2		-277.9981	-0.0109	-5.4867	-7.9851	-26.3461	39.4201
	13 C2		-277.9981	-0.0122	-5.4977	-7.9600	-26.3488	39.4225
3	1 A2		-257.2110	-0.0087	-20.3881	-7.5939	-99.0270	37.0969
	2 A2		-257.1757	-0.0084	-20.3925	-7.5967	-98.9948	37.0830
	3 B2		-269.9891	-0.0088	-21.4945	-8.0112	-105.1550	39.3972
	4 B2		-269.9891	-0.0101	-21.4553	-7.9861	-105.1625	39.3997
	5 B2		-269.9417	-0.0084	-21.5007	-8.0151	-105.1117	39.3786
	6 B2		-269.9136	-0.0077	-21.5086	-8.0202	-105.0853	39.3666
	7 C2		-269.9890	-0.0087	-21.5214	-8.0297	-105.1541	39.3965
	8 C2		-269.9981	-0.0122	-21.4176	-7.9600	-105.1937	39.4225
	9 C2		-269.9981	-0.0109	-21.4569	-7.9851	-105.1862	39.4201
	10 C2		-269.9416	-0.0082	-21.5276	-8.0336	-105.1108	39.3779
	11 C2		-269.9045	-0.0055	-21.5464	-8.0465	-105.0535	39.3433

Рисунок 2.20 – Сполучення розрахункових граничних і експлуатаційних зусиль на які відбувається розрахунок перерізу

АРМАТУРА (Режим: Підбір арматури)

Пер	Сим	Поздовжня									Поперечна		Т.кор	Т.три
		AU1	AU2	AU3	AU4	AS1	AS2	AS3	AS4	%	Asw1	Asw2		
1	H					0.53	0.48	0.97		0.12	0.03	0.03	0.13	0.13
	*					0.53	0.48	0.97		0.12				
2	H					0.02	0.02		0.04	0.01	0.03	0.03	0.04	0.04
	*									0.00				
3	H					2.53	3.22		5.06	0.68	0.03	0.03	0.09	0.10
						2.53	3.22		5.06	0.68				

У таблиці результатів армування:

AU1 - арматура кутова нижня (ліворуч) [см2];

AU2 - арматура кутова нижня (праворуч) [см2];

AU3 - арматура кутова верхня (ліворуч) [см2];

AU4 - арматура кутова верхня (праворуч) [см2];

AS1 - арматура нижня [см2];

AS2 - арматура верхня [см2];

AS3 - арматура бічна (ліворуч) [см2];

AS4 - арматура бічна (праворуч) [см2];

% - відсоток армування;

Asw1 - арматура поперечна вертикальна [см2/м];

Asw2 - арматура поперечна горизонтальна [см2/м];

Т.кр - ширина нетривалого розкриття тріщин [мм];

Т.дл - ширина тривалого розкриття тріщин [мм].

* (1*, 2*, 3*) - арматури від кручення.

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

* (1*, 2*, 3*) Поперечна арматура від кручення - площа перерізу замкнутого зовнішнього контуру.

- Для норм СП 63.13330.2012/2018 арматура від кручення видається для кожної грані перерізу.

- (Підібрана арматура від кручення не входить у результати повної арматури.)

Рядок 1 - повна арматура, підібрана з урахуванням тріщиностійкості

Рядок 2 - арматура підібрана по граничних станах першої групи

Рядок * - арматура обумовлена крученням.

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

У таблиці комбінацій:

РС - розрахункові сполучення

В - сполучення, що враховують усі завантаження

А - сполучення, що враховують завантаження, які мають тривалість

Сейсміка - С - позначається комбінація, в якій є сейсмічне завантаження

Рисунок 2.21 – Результат підбору площі робочої та поперечної арматури, визначення ширини розкриття тріщин в елементі колони

Для аналізу армування «прихованої балки» в типовій плиті перекриття використовуємо ті ж самі методи, що і для колони (рис. 2.22-2.23).

Також з допомогою локального розрахунку визначаємо армування в залізобетонних стінах (рис. 2.24-2.25). Детальний аналіз і розрахунок стін приміщень подвійного призначення виконаний в розділі 3.

Дата: 20 November 2024; ЛАРМ-САПР 2021; ПРОЕКТ: Larmsap1; ЕЛЕМЕНТ: 1; ПРОЕКТ ЛІРА-САПР: rozrah schema; ЕЛЕМЕНТ ЛІРА-САПР: 3572

ДБН В.2.6.-98:2009 Індекси матеріалів: загальні 4, бетон 2, арматура 1

РОЗМІРИ

V = 25.0 H = 20.0 см

B1= 0.0 H1= 0.0 см

B2= 0.0 H2= 0.0 см

Довжина = 0.49 м

Розрахункова довжина LY=0.00 м

Розрахункова довжина LZ=0.00 м

Відстань до ц.в. арматури:

знизу: 3; зверху: 3; збоку: 3 см

Вид елемента: стержень

Діаметр арматурних стрижнів 10 мм

Коефіцієнти роботи бетону

Коеф. ALFAcc урахування тривалості дії навантажень (стиск)	1.00
Коеф. ALFAct урахування тривалості дії навантажень (розтягання)	1.00
Коеф. Yc2 для БК урахування руйнування бетонних конструкцій	0.90
Коеф. Yc3 для БК та ЗБК, що бетонуються у вертикальному положенні	1.00

Коефіцієнти роботи арматури

Врахування сейсміки ДБН В.1.1-12:2014. Коефіцієнт з таблиці 6.13 п.2	1.00
Врахування сейсміки ДБН В.1.1-12:2014. Коефіцієнт при розрахунках похилих перерізів з таблиці 6.13 п.3	1.00

БЕТОН

C25

C20/25

fck=20.0

fctk=1.5

Ec=30000.0

АРМАТУРА

Поздовжня Поперечна

A400C A240C

fyk = 400.0 240.0

Es = 2e+005 2e+005

Максимальний діаметр 32.00 мм

[Одиниці виміру = МПа]

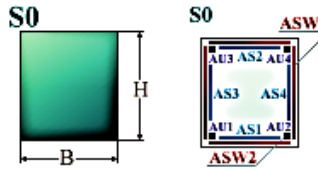


Рисунок 2.22 – Вихідні дані для визначення армування в прихованій балці

АРМАТУРА (Режим: Підбір арматури)

Пер	Сим	Поздовжня									Поперечна		Т.кор	Т.три
		AU1	AU2	AU3	AU4	AS1	AS2	AS3	AS4	%	Asw1	Asw2		
1	H					2.08	0.50	0.20	0.20	0.59	3.59	3.59	0.13	0.15
	*					2.08	0.50	0.20	0.20	0.59	3.58	3.58		
						0.40	0.40	0.20	0.20					
2	H					2.61	0.54	0.20	0.20	0.71	3.59	3.59	0.13	0.15
	*					2.61	0.54	0.20	0.20	0.71	3.59	3.59		
						0.40	0.40	0.20	0.20		3.58	3.58		
3	H					3.14	0.59	0.20	0.20	0.83	3.59	3.59	0.13	0.14
	*					3.14	0.59	0.20	0.20	0.83	3.59	3.59		
						0.40	0.40	0.20	0.20		3.58	3.58		

Рисунок 2.23 – Результат підбору площі робочої та поперечної арматури, визначення ширини розкриття тріщин в елементі прихованої балки

Дата: 20 November 2024; ЛАРМ-САПР 2021; ПРОЕКТ: Larmsap1; ЕЛЕМЕНТ: 1; ПРОЕКТ ЛІРА-САПР: rozrah schema; ЕЛЕМЕНТ ЛІРА-САПР: 1620

Модуль армування: Оболонка ДБН В.2.6.-98:2009 Індекси матеріалів: загальні 2, бетон 1, арматура 1

РОЗМІРИ

Товщина: H = 25.00 см

Відстані до ц.в. арматури:

знизу: 3; зверху: 3 см

знизу: 3; зверху: 3 см (Y)

Крок арматурних стрижнів 100 мм

Коефіцієнти роботи бетону

Коеф. ALFAcc урахування тривалості дії навантажень (стиск)	1.00
Коеф. ALFAct урахування тривалості дії навантажень (розтягання)	1.00
Коеф. Yc2 для БК урахування руйнування бетонних конструкцій	0.90
Коеф. Yc3 для БК та ЗБК, що бетонуються у вертикальному положенні	0.85

Коефіцієнти роботи арматури

Врахування сейсміки ДБН В.1.1-12:2014. Коефіцієнт з таблиці 6.13 п.2	1.00
Врахування сейсміки ДБН В.1.1-12:2014. Коефіцієнт при розрахунках похилих перерізів з таблиці 6.13 п.3	1.00

БЕТОН

C25

C20/25

fck_prism=18.5

fctk=1.5

Ec=30000.0

АРМАТУРА

Поздовжня X Поздовжня Y Поперечна

A400C A400C A240C

fyk = 400.0 fyk = 400.0 240.0

Es = 2e+005 Es = 2e+005 2e+005

Максимальний діаметр 32.00 мм

[Одиниці виміру = МПа]

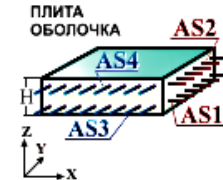


Рисунок 2.24 – Вихідні дані для визначення армування в стіні

СПОЛУЧЕННЯ (РСЗ (розрахункові сполучення зусиль))

РС	Сейсміка	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
1 A1		104.5002	-165.7103	2.3535	-7.9838	-37.7964	-1.1017	1.8984	-25.2556
2 A1		109.7231	-188.1974	5.6084	-8.9433	-41.9466	-1.5219	2.3723	-28.1064
3 A1		109.8308	-188.1821	5.6219	-8.9432	-41.9438	-1.5236	2.3741	-28.1076
4 A1		101.2852	-184.8589	13.7123	-8.5624	-39.5462	-1.8311	2.5508	-26.4949
5 B1		111.5950	-165.2165	31.8402	-7.9924	-37.7660	-1.2372	2.1403	-25.3098
6 B1		102.0538	-188.7085	-24.2437	-8.9342	-41.9698	-1.3851	2.1312	-28.0474
7 B1		116.9256	-187.6883	35.1086	-8.9517	-41.9134	-1.6590	2.6160	-28.1618
8 B1		107.0827	-189.6360	-1.1639	-9.0471	-42.9898	-1.4000	2.1107	-28.0468
9 B1		104.0506	-183.3448	19.9225	-8.4562	-38.4674	-1.9556	2.8220	-26.5569
10 B1		112.5962	-186.6680	11.8321	-8.8370	-40.8650	-1.6480	2.6453	-28.1696

Nx, Ny, Txy – кПа; Mx, My, Mxy – (кН*м)/м; Qx, Qy – кН/м.

Нормативні значення

РС	Сейсміка	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
1 A2		84.6657	-142.8243	6.6728	-6.7168	-31.4189	-1.1690	1.7850	-21.0100
2 A2		84.1484	-145.0995	8.2080	-6.7843	-31.6127	-1.2571	1.8612	-21.1428
3 B2		89.6145	-144.7805	2.2152	-6.9425	-32.8268	-0.9871	1.6758	-21.9480
4 B2		92.3301	-155.6556	3.5219	-7.4128	-34.8828	-1.1798	1.8982	-23.3595
5 B2		92.4198	-155.6429	3.5331	-7.4127	-34.8805	-1.1812	1.8997	-23.3605
6 B2		85.8111	-153.0491	9.7390	-7.1153	-33.0123	-1.4216	2.0396	-22.1075
7 C2		90.9211	-144.6895	7.6455	-6.9441	-32.8211	-1.0121	1.7203	-21.9580
8 C2		90.9177	-155.7498	-1.9757	-7.4111	-34.8871	-1.1546	1.8538	-23.3486
9 C2		93.7264	-155.5520	8.9635	-7.4143	-34.8749	-1.2061	1.9443	-23.3704
10 C2		91.8438	-155.9206	2.2747	-7.4319	-35.0750	-1.1573	1.8500	-23.3485
11 C2		86.3204	-152.7703	10.8827	-7.0958	-32.8136	-1.4445	2.0896	-22.1190
12 C2		92.9291	-155.3641	4.6768	-7.3931	-34.6819	-1.2041	1.9496	-23.3719

Nx, Ny, Txy – кПа; Mx, My, Mxy – (кН*м)/м; Qx, Qy – кН/м.

АРМАТУРА (Режим: Підбір арматури)

AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1	ASW2	Т.корот.	Т.трив.
1.25	2.05	1.25	5.16			0.37	0.30
1.25	2.05	1.25	5.10				

Рисунок 2.25 – Розрахункові сполучення зусиль і результати підбору арматури для елемента стіни

Отже, відповідно до розрахунку:

- типова колона гаражних приміщень має наступне січення 400х400 мм, з симетричним армуванням стержнями – 4Ø16A400С, та поперечними хомутами – Ø8A240С, з кроками 150-250 мм;
- монолітна стіна має товщину 250 мм, армується каркасами з повздовжньою арматурою – Ø16A400С, крок 350 мм, і поперечною – Ø8A400С;
- типова плита перекриття має товщину 200 мм, армується верхньою та нижньою сіткою – Ø10A400С 200х200 мм, з додатковим армування в більш напружених місцях окремими стержнями, та додатковим армуванням «прихованих балок» каркасами з стержнями – Ø16A400С, і хомутами – Ø8A400С.
- клас міцності бетону всіх залізобетонних конструкцій С20/25.

2.7 Розрахунок фундаментів та основи

Для визначення зусиль які діють на фундамент, вибираємо всі жорсткі вузли підвальних поверхів і виконуємо розрахунок фрагментів, після чого отримуємо значення повздовжніх, поперечних та згинальних зусиль які передаються на фундаменти для їх розрахунку (рис. 2.26).

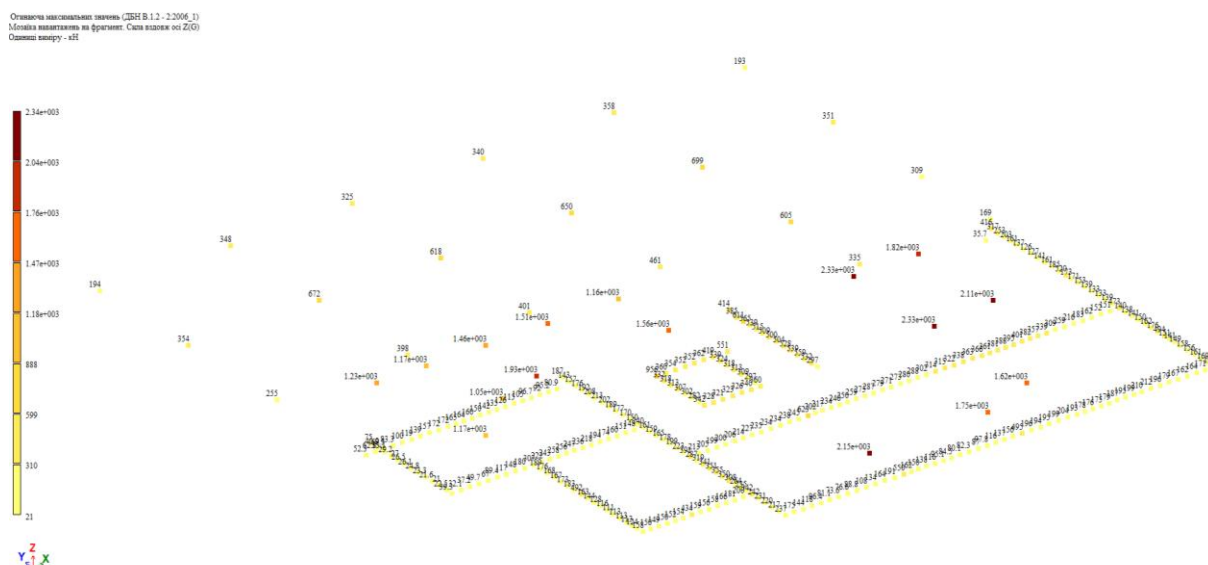


Рисунок 2.26 – Повздовжні зусилля на фундаменти від розрахункових сполучень навантажень

Для коректного дослідження фундаментів – розрахунок проводимо не на максимальні згинальні чи повздовжні зусилля, а на комбінацію зусиль де ці значення будуть відповідати сполученням навантажень і будуть максимальними.

Розрахунок виконуємо для фундаменту під колонами гаражів, оскільки для фундаментів під будинком та приміщеннями подвійного призначення додатково потрібно врахувати вплив ударної хвилі.

Розрахунок ведемо для двох комбінацій зусиль: 1 – коли повздовжні зусилля максимальні а згинальні і поперечні відповідні; 2 – коли згинальні зусилля максимальні а повздовжні та поперечні відповідні (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Зусилля на фундамент від розрахункових сполучень

Номер РСН	ВУЗОЛ	RX, кН	RY, кН	RZ, кН	RUX, кН*м	RUY, кН*м	RUZ, кН*м
1 - РСН1	87	9,03	4,94	610,57	-6,32	12,30	-0,03
2 - РСН2	87	9,04	5,01	609,94	-6,41	12,32	-0,03
3 - РСН3	87	9,03	4,97	610,32	-6,36	12,31	-0,03
4 - РСН4	87	9,01	4,94	610,59	-6,32	12,27	-0,03
5 - РСН5	87	9,13	5,53	605,96	-7,09	12,48	-0,03
6 - РСН6	87	9,03	4,94	610,57	-6,32	12,30	-0,03
7 - РСН7	87	9,03	4,94	610,57	-6,32	12,30	-0,03
8 - РСН8	87	9,03	4,92	610,54	-6,27	12,32	-0,03
9 - РСН9	87	10,20	5,46	698,99	-7,03	13,88	-0,03
10 - РСН10	87	8,89	4,94	610,56	-6,32	11,98	-0,03
11 - РСН11	87	9,16	4,95	610,58	-6,34	12,61	-0,03
12 - РСН12	87	9,11	4,62	610,53	-5,59	12,50	-0,03
13 - РСН13	87	8,94	5,26	610,60	-7,06	12,11	-0,03
14 - РСН14	87	10,06	6,01	685,16	-7,69	13,60	-0,03
15 - РСН15	87	10,30	6,02	685,18	-7,71	14,16	-0,03
16 - РСН16	87	10,26	5,73	685,14	-7,04	14,07	-0,03
17 - РСН17	87	10,11	6,30	685,20	-8,36	13,71	-0,03
18 - РСН18	87	8,70	5,07	590,71	-6,48	11,80	-0,03
19 - РСН19	87	8,70	5,07	590,71	-6,48	11,80	-0,03
20 - РСН20	87	8,84	5,07	590,72	-6,49	12,11	-0,03
21 - РСН21	87	8,84	5,07	590,72	-6,49	12,11	-0,03
22 - РСН22	87	8,82	4,91	590,70	-6,12	12,06	-0,03
23 - РСН23	87	8,82	4,91	590,70	-6,12	12,06	-0,03
24 - РСН24	87	8,73	5,23	590,73	-6,86	11,86	-0,03
25 - РСН25	87	8,73	5,23	590,73	-6,86	11,86	-0,03
26 - РСН26	87	8,70	5,07	590,71	-6,48	11,80	-0,03
27 - РСН27	87	8,70	5,07	590,71	-6,48	11,80	-0,03
28 - РСН28	87	8,84	5,07	590,72	-6,49	12,11	-0,03
29 - РСН29	87	8,84	5,07	590,72	-6,49	12,11	-0,03
30 - РСН30	87	8,82	4,91	590,70	-6,12	12,06	-0,03
31 - РСН31	87	8,82	4,91	590,70	-6,12	12,06	-0,03
32 - РСН32	87	8,73	5,23	590,73	-6,86	11,86	-0,03
33 - РСН33	87	8,73	5,23	590,73	-6,86	11,86	-0,03

Комбінація 1 (РСН 9) – $N = 698,99$ кН, $Q_X = 10,20$ кН, $Q_Y = 5,46$ кН,
 $M_X = 7,03$ кН·м, $M_Y = 13,88$ кН·м, $M_Z = 0,03$ кН·м.

Комбінація 2 (РСН 15) – $N = 685,18$ кН, $Q_X = 10,30$ кН, $Q_Y = 6,02$ кН,
 $M_X = 7,71$ кН·м, $M_Y = 14,16$ кН·м, $M_Z = 0,03$ кН·м.

Попередні розміри фундаменту приймаємо 1,5х1,5 м, відповідно до умов продавлення приймаємо товщину плити фундаменту – 400 мм, а розмір підколонника – 800х800 мм. Глибину закладання приймаємо 1 м.

Відповідно до ДБН В.2.1-10-2018 та ДБН В.2.1-10-2009 [24, 25] визначаємо розрахунковий опір ґрунту. Відомості про основу наведені в розділі 1.

Основою прийнятий ПГЕ-3 – суглинок тугопластичний.

Отже, розрахунковий опір ґрунту під подошвою становить 249,86 кПа, тоді як середній тиск під фундаментом становить 335,68 кПа, розрахунок не проходить, збільшимо розмір до 1,6х1,8 м.

Тоді, розрахунковий опір ґрунту під подошвою становить 252,14 кПа, тоді як середній тиск під фундаментом становить 242,7 кПа, середній тиск не перевищує значень опору ґрунту, перевіримо крайовий тиск з врахуванням моменту.

Крайовий тиск фундаменту становить 285,49 кПа, тоді як крайовий розрахунковий опір збільшується в 1,2 рази і становить 302,57 кПа.

Виконуємо розрахунок за осіданням основи методом пошарового розрахунку відповідно до ДБН В.2.1-10-2018 та ДБН В.2.1-10-2009 [24, 25]. Тоді осідання основи становить 17,95 мм, при граничному значенні 120 мм. Отже, фундамент підібрано правильно. Виконуємо його конструювання (рис. 2.27)

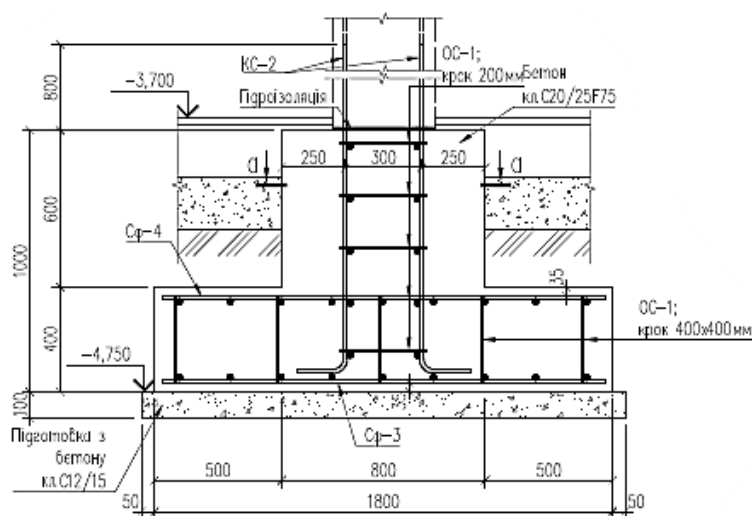


Рисунок 2.27 – Конструювання фундаменту під колону гаражів

Висновки до розділу 2

В другому розрахунково-конструктивному розділі визначені основні конструктивні елементи будівлі їх форми та розміри.

Створена розрахункова схема будівлі в програмному комплексі ЛІРА-САПР із призначенням відповідних жорсткостей елементів, їх матеріалів та характеристик.

Для розрахункової схеми задані граничні умови з'єднання конструкцій з фундаментами та задані відповідні навантаження, що діють (або можуть діяти) на конструкцію під час її експлуатації.

Виконаний розрахунок скінченно-елементної схеми будівлі та підібране армування її конструктивних елементів.

Визначений розмір фундаментів та значення осідання основи під ним.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Загальні відомості

Відповідно до теперішньої ситуації в країні, для житлових, громадських і виробничих будівель є обов'язкове розміщення споруд подвійного призначення (далі СПП), які використовуються для захисту цивільного населення під час надзвичайних ситуацій.

Зазвичай СПП встановлюють в межах забудованої території, але не далше ніж 100 метрів від місця збору людей, для житлових будівель зазвичай це приміщення вхідної групи.

Якщо неможливо розмістити СПП в межах території, то її виконують заглибленою, зазвичай це підвальні поверхи будівлі. Таке розміщення є більш функціональне, щоб під час НС люди, за час підходу до СПП, не наражались на небезпеку. Перелік обов'язкових приміщень для сховищ наведено в ДБН В.2.2-5:2023 [9].

3.2 Конструктивні особливості СПП

Характеристичне навантаження від дії ударної хвилі, на СПП в межах проектної забудови території, становить 100 кПа.

Це значення в десятки разів більше від експлуатаційних навантажень для житлових будівель, тому розрахунок несучої здатності СПП є обов'язковим при їх створенні.

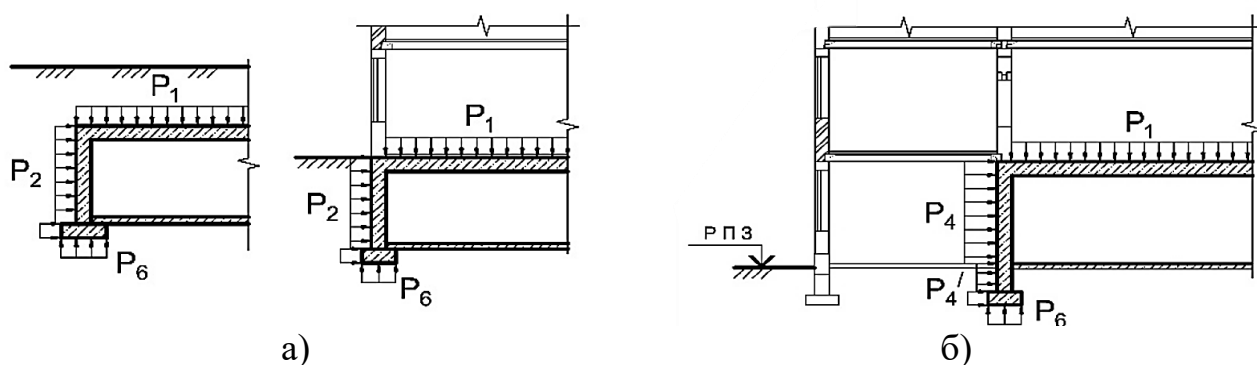
Для прикладу, корисне навантаження на перекриття в адміністративно-офісних приміщеннях становить 2 кПа, тоді як навантаження від ударної хвилі в 50 разів більше, при таких навантаженнях використання типових збірних конструкцій є недопустимим [26].

Конструкції СПП зазвичай найвигідніше виконувати із залізобетону, для оптимального армування стін і перекриття.

Якщо СПП знаходиться в підвальному приміщенні будівлі і є частиною її конструктивних елементів, то потрібно враховувати два можливих випадки: 1 – коли надземна частина уціліла, і навантаження передаються на конструкції СПП; 2 – надземна частина зруйнована, і не відбувається перерозподіл зусиль по конструкціям будівлі та СПП, оскільки під час пошкоджень залізобетонні елементи будуть працювати по іншому ніж при експлуатаційних умовах [27, 28, 29].

3.3 Дослідження конструкцій СПП

Огороджуючими конструкціями СПП служать монолітні залізобетонні стіни, з трьох сторін оточені землею, а з одного боку приміщеннями гаражів. Відповідно цьому розрахунок ведеться на прикладені зусилля, як на рисунку 3.1 (а) – для сторони заглибленої в землю, і 3.1 (б) – для сторони з примиканням до внутрішніх приміщень.



а) – схема навантаження при заглибленому в землю приміщенні; б) – схема навантаження при розміщенні зовнішніх стін в приміщенні

Рисунок 3.1 – Схеми прикладання навантаження до СПП від ударної хвилі

Визначимо навантаження, які діятимуть на конструкції СПП. Для перекриття це значення визначається за формулою:

$$P_1 = \Delta P_{ex} = 100 \text{ кПа}$$

де, ΔP_{ex} – надмірний тиск повітряної ударної хвилі.

Для стін які розміщуються під землею це значення визначається за формулою:

$$P_4 = K_{\sigma} \cdot \Delta P_{ex} = 0,5 \cdot 100 = 50 \text{ кПа}$$

де, K_{σ} – коефіцієнт який залежить від типу ґрунтів, що оточують конструкцію.

Для стін які розміщуються в середині приміщень це значення визначається за формулою:

$$P_4 = \Delta P_{ex} + 2,5 \cdot \frac{\Delta P_{ex}^2}{\Delta P_{ex} + 720} = 100 + 2,5 \cdot \frac{100^2}{100 + 720} = 130,5 \text{ кПа}$$

Задаємо ці значення навантажень на створену розрахункову модель в попередньому розділі, із врахуванням всіх навантажень, що діють на будівлю. Виконавши розрахунок, отримали результати зусиль в елементах (рис. 3.2-3.5).

РСУ розрахунок. Основна інформація про об'єкт (Таблиця 2.01_1)
Виконав розрахунок: М.В.
Остання версія: 14.07.2014

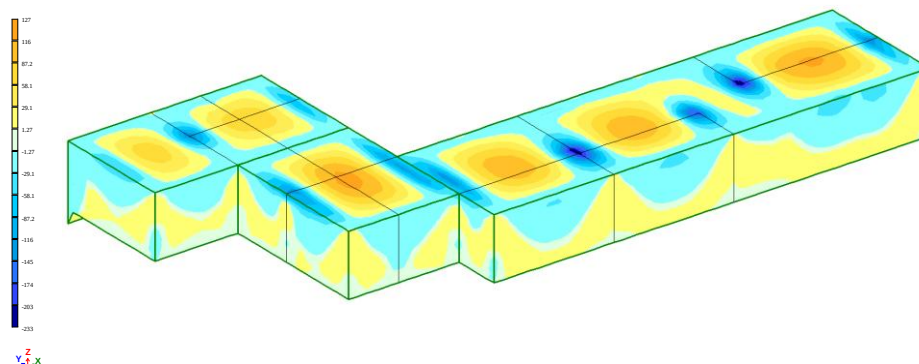


Рисунок 3.2 – Ізополя згинальних зусиль в напрямку X для стін та перекриття

РСУ розрахунок. Основна інформація про об'єкт (Таблиця 2.01_1)
Виконав розрахунок: М.В.
Остання версія: 14.07.2014

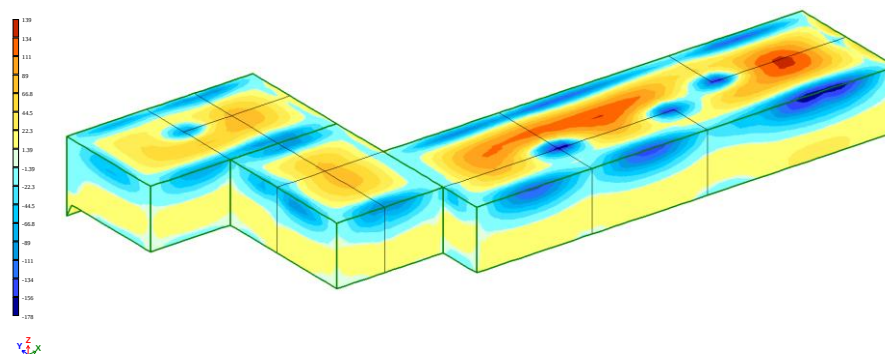


Рисунок 3.3 – Ізополя згинальних зусиль в напрямку Y для стін та перекриття

Варіант конструювання: Варіант 1
Розрахунок по РСН ДБН 1 (ДБН В.2.6-98:2009)
Одиниця виміру: см²/м
Крім, діаметр: мм

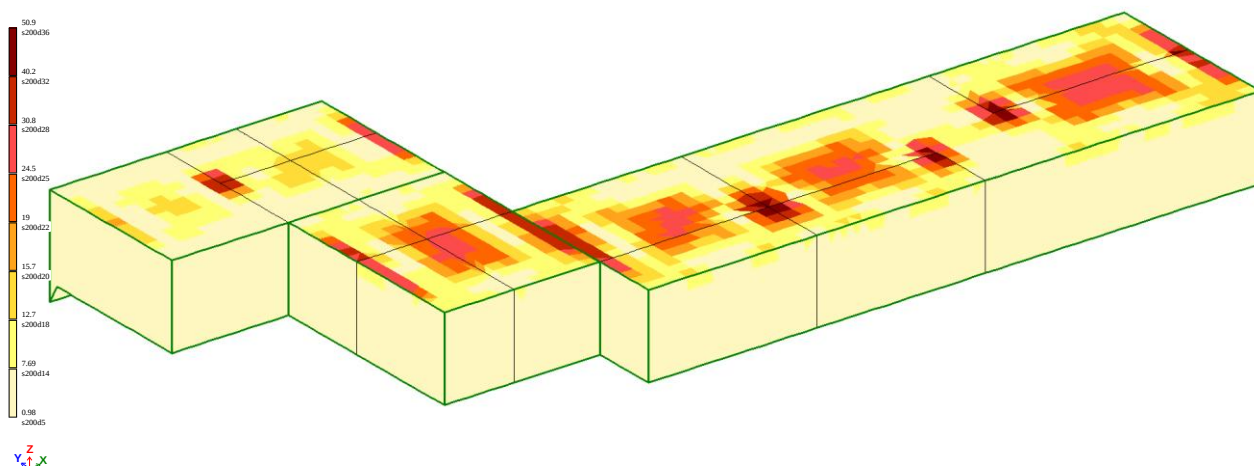


Рисунок 3.4 – Мозаїка армування стін та плит перекрыття в напрямку X

Варіант конструювання: Варіант 1
Розрахунок по РСН ДБН 1 (ДБН В.2.6-98:2009)
Одиниця виміру: см²/м
Крім, діаметр: мм

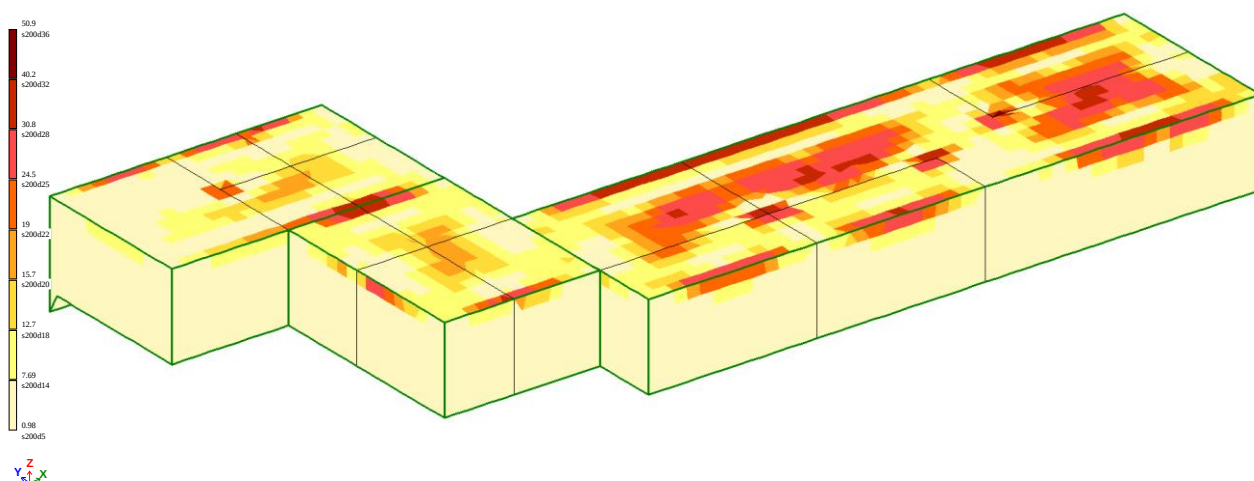


Рисунок 3.5 – Мозаїка армування стін та плит перекрыття в напрямку Y

Для наступного порівняння конструкцій в ЛІРА-САПР доступний автоматичний підрахунок об'ємів бетону та ваги арматури. Для даного розрахунку кількість арматури в плиті та «прихованих балках» становить – 6,832 т, а об'єм бетону (класу С20/25) – 60,15 м³; кількість арматури в стінах та колонах – 2,689 т, а об'єм бетону (класу С20/25) – 102,12 м³.

Тепер дослідимо цю ж саму конструкцію але без врахування надземної частини, врахувавши руйнування цих конструкцій (рис. 3.6-3.10).

РСУ розрахунок. Оптимізація максимальних значень (Таблиця ДВН_1)
 Ізополі напружень, МПа
 Одиниця виміру: $\text{e}6/\text{Pa}$

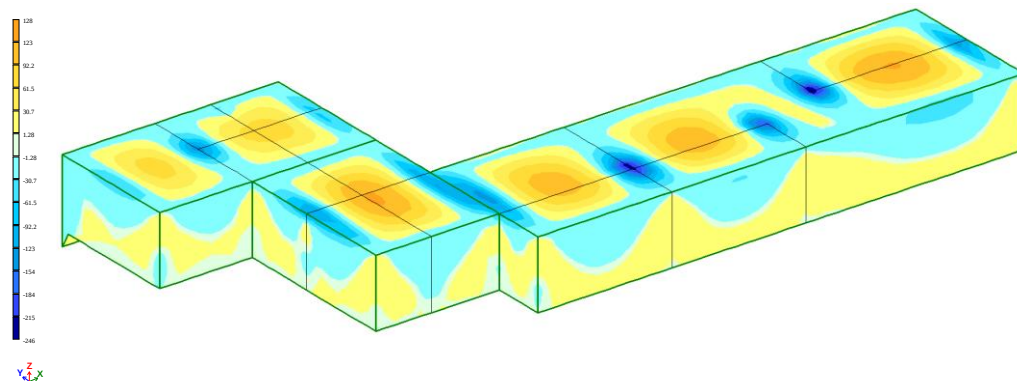


Рисунок 3.6 – Ізополя згинальних зусиль в напрямку X для стін та перекриття

РСУ розрахунок. Оптимізація максимальних значень (Таблиця ДВН_1)
 Ізополі напружень, МПа
 Одиниця виміру: $\text{e}6/\text{Pa}$

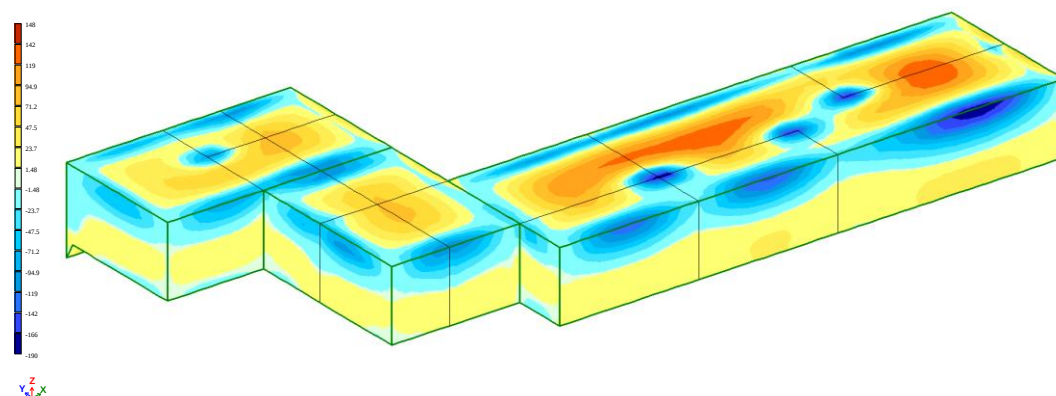
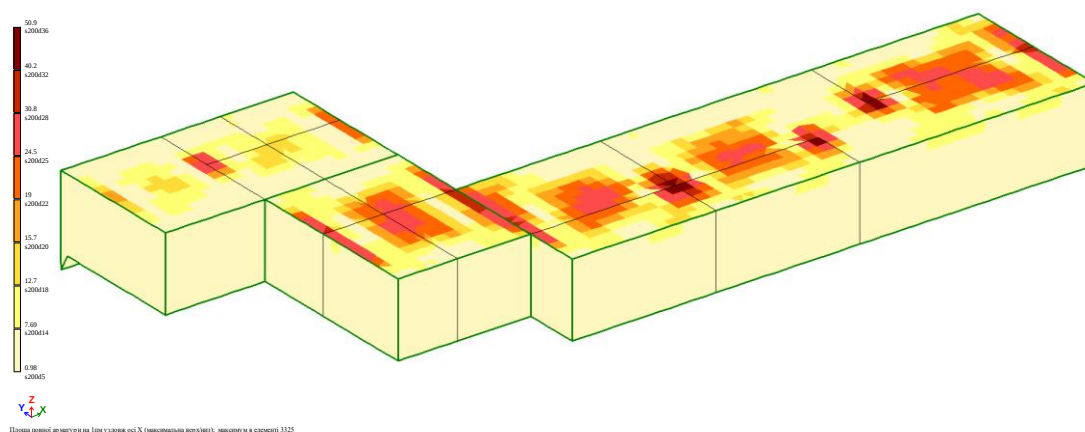


Рисунок 3.7 – Ізополя згинальних зусиль в напрямку Y для стін та перекриття

Варіант конструкції: Варіант 1
 Розрахунок по РСН ДВН_1 (ДВН 8.2.6-98:2009)
 Одиниця виміру: $\text{e}6/\text{Pa}$
 Кресло: Диметр - мм



Площа повної армування на один уздовж осі X (максимальна перетин), мм²/мм і елемент 3325

Рисунок 3.8 – Мозаїка армування стін та плит перекриття в напрямку X

Таблиця 3.1 – Кількість використаного матеріалу в перекритті СПП

бетон, м
арматура, т

() в залежності від його товщини

Товщина констр., мм	Вся будівля	Лише СПП	Приблизна вартість матеріалів тис.грн.		
			Бетон	Арматура	Разом
100	—	$\frac{23,98}{14,835}$	72,372	504,39	576,762
150	—	$\frac{45,39}{9,454}$	136,987	321,436	458,423
200	$\frac{60,15}{6,832}$	$\frac{60,22}{6,616}$	181,744	224,944	406,688
250	—	$\frac{74,47}{5,334}$	224,751	181,356	406,107
300	—	$\frac{88,53}{4,591}$	267,184	156,094	423,278
400	—	$\frac{116,55}{3,926}$	351,748	133,484	485,232
500	—	$\frac{144,52}{3,648}$	436,161	124,032	560,193

Таблиця 3.2 – Кількість використаного матеріалу в стінах монолітних СПП

бетон, м
арматура, т

() в залежності від їх товщини

Товщина констр., мм	Вся будівля	Лише СПП	Приблизна вартість матеріалів тис.грн.		
			Бетон	Арматура	Разом
100	—	$\frac{44,23}{6,652}$	133,486	226,168	359,654
150	—	$\frac{64,18}{3,581}$	193,695	121,754	315,449
200	—	$\frac{83,19}{2,917}$	251,067	99,178	350,245
250	$\frac{102,12}{2,689}$	$\frac{102,03}{2,734}$	307,927	92,956	400,883
300	—	$\frac{121,05}{2,686}$	365,329	91,324	456,653
400	—	$\frac{158,85}{2,872}$	479,409	97,648	577,057
500	—	$\frac{196,62}{3,253}$	593,399	110,602	704,001

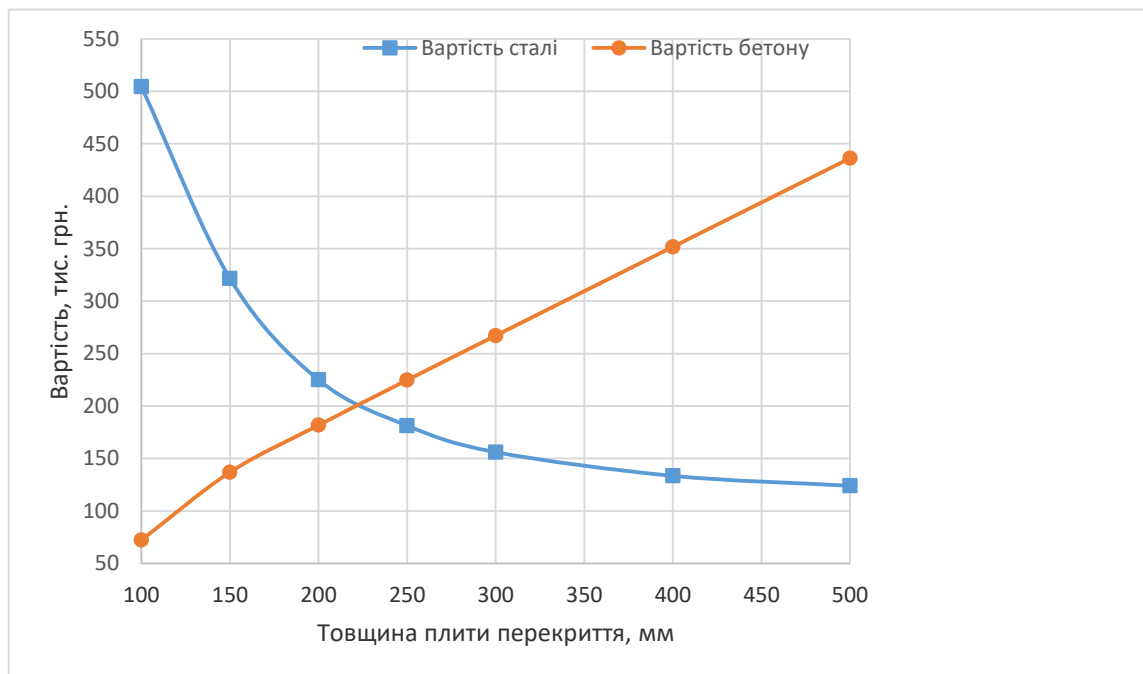
Примітки:

Для розрахунку вартості ціни кубічного метра бетону, прийнятий клас C20/25 P1 F200 W6 (ціна на 20.11.24р відповідно до прайс-листа [30] – 3 018 грн).

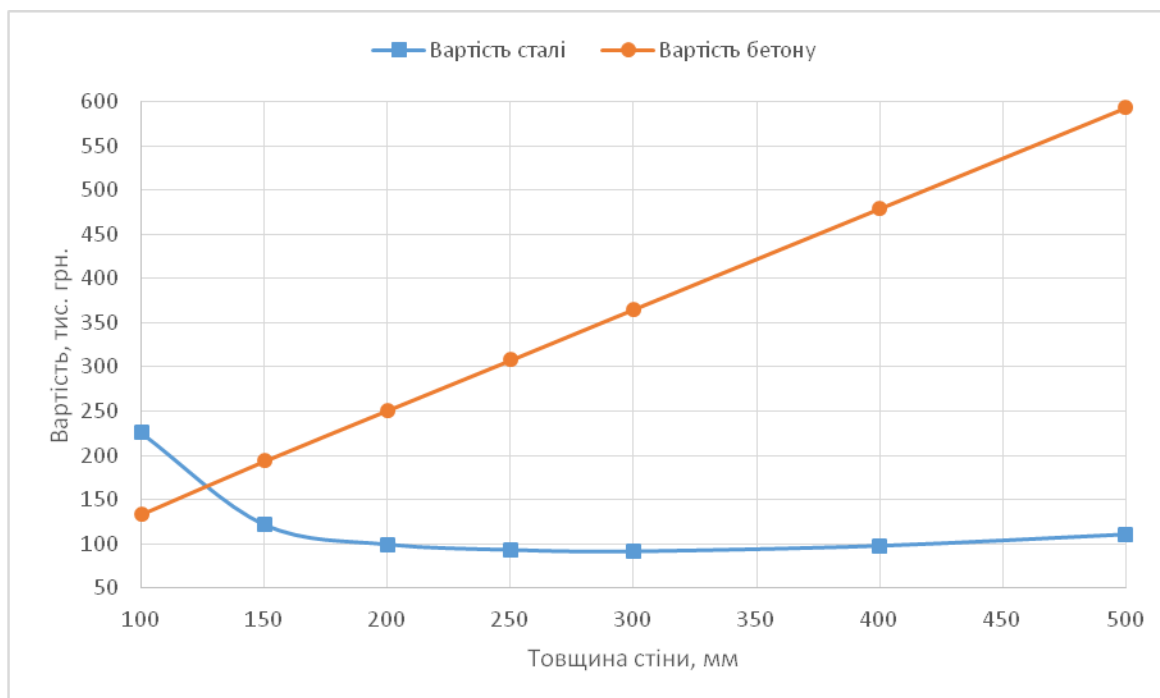
Для розрахунку вартості тони арматурної сталі, прийнята сталь класу А400С (ціна на 20.11.24р відповідно до прайс-листа [31] – 34 тис. грн).

При розрахунку цін не враховані інші супутні витрати та витрати на виконання робіт.

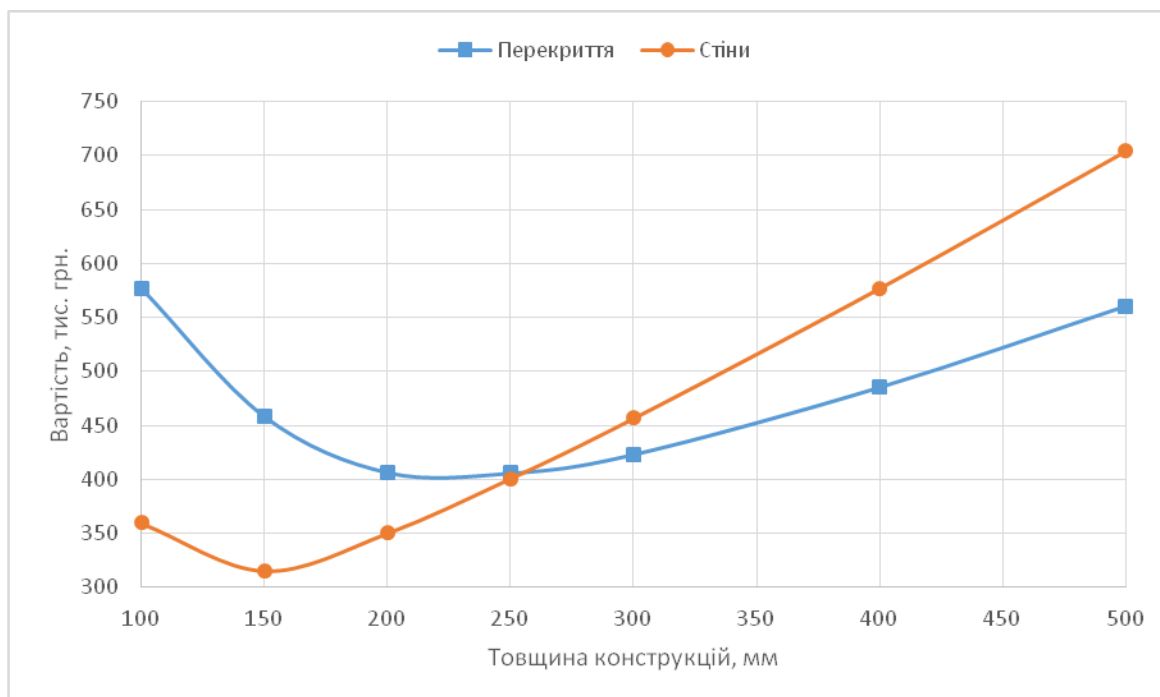
При розрахунку не враховувався параметр проникності стін, що є важливим для стін СПП.



Діаграма 3.1 – Зміна вартості матеріалів плити перекриття від її товщини



Діаграма 3.2 – Зміна вартості матеріалів стіни від її товщини



Діаграма 3.3 – Зміна вартості матеріалів конструкцій СПП

З діаграми 3.1 помітно, що при зміні товщини перекриття від 100 до 200 мм кількість арматури різко зменшується, далі це показник стає плавним та менш вираженим. Кількість бетону змінюється майже по прямій залежності.

З діаграми 3.2 помітно, що при збільшенні товщини стін, кількість арматури майже не зменшується лише для значень 100-150 мм, далі відбувається зворотнє, при збільшенні товщини збільшується не лише кількість бетону, а й арматура, для збереження мінімального проценту армування вертикального елемента.

3.4 Висновки до розділу 3

Виконавши дослідження конструкцій споруд подвійного призначення на дію ударної хвилі виявлено, що їх конструкції потрібно рахувати для двох випадків, коли СПП працюють разом із конструкціями будівлі, і коли конструкції будівлі вважаються зруйнованими або такими, що не зберегли своїх жорсткісних параметрів. Оскільки конструкції будівлі є монолітними і жорстко з'єднаними між собою, то при двох різних методах розрахунку отримуємо дещо відмінні

результати, в даному випадку кількість арматури для перекриття зменшилось на 3,2% а кількість арматури для стін збільшилось на 1,7%.

Досліджено матеріальні витрати конструкцій СПП при зміні їх товщини, так встановлено, що оптимальна товщина перекриття, становить 200-300 мм, при менших товщинах – великі витрати сталі, при більших товщинах – великі витрати бетону.

Для стін встановлено, що найбільш оптимальна товщина – 150 мм, оскільки при меншій товщині – збільшуються розрахункові затрати сталі, а при більшій – збільшуються не тільки витрати на бетон, але й дещо на арматуру, для забезпечення мінімального проценту армування вертикальних елементів. В розрахунку стіни не врахована їх проникна здатність для осколків, тому, можливо, ця товщина стіни не буде достатньою для СПП і її потрібно збільшувати.

Оскільки результати по кількості матеріалу визначені автоматично на кожен скінченний елемент, то фактична витрата арматурної сталі буде в рази більшою, для виконання правильного армування з додатковими стержнями із забезпеченням довжини анкерування стержнів в бетоні.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Організація безпечних умов праці на будівельному майданчику

Забезпечення безпечних умов праці на будівельному майданчику є одним із ключових завдань під час реалізації проєкту. Для цього необхідно дотримуватися низки заходів, що відповідають нормам законодавства України.

Основні законодавчі та нормативні акти:

- Кодекс законів про працю України (КЗпП) – регламентує основні положення щодо організації праці та охорони праці.
- Закон України "Про охорону праці" – встановлює правові основи реалізації права працівників на безпечні та здорові умови праці.
- ДСТУ EN ISO 45001:2019 – Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці.
- ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві" – основний документ, що регламентує вимоги до охорони праці на будівельних майданчиках.
- Правила безпеки праці у будівництві (НПАОП 45.2-7.02-12).

Відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 [32] під час зведення будівельних об'єктів повинні бути вжиті заходи для запобігання впливу на працівників та населення, яке перебуває на прилеглій до будівельного об'єкта території, небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Організація виконання будівельно-монтажних робіт повинні відповідати вимогам:

- законодавства України про охорону праці;
- природоохоронного законодавства;
- нормативно-правових актів, що містять вимоги з охорони праці;
- державних стандартів системи стандартів безпеки праці (ССБП);
- державних будівельних норм (ДБН);

- правил безпечного зведення та безпечної експлуатації будинків і споруд;
- галузевих правил і типових інструкцій з охорони праці, що затверджені у визначеному порядку;
- гігієнічних нормативів, санітарних правил і норм, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.

Будівельні майданчики, робочі ділянки, робочі місця повинні бути забезпечені необхідними засобами колективного та індивідуального захисту, первинними засобами пожежогашіння, а також засобами зв'язку та сигналізації.

Згідно зі ст. 8 Закону «Про охорону праці» [33] на роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням, несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безплатно (за кошти роботодавця) спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту відповідно до НПАОП 0.00-4.01, НПАОП 45.2-3.01.

Відповідальність за дотримання вимог безпеки під час експлуатації машин, електро- та пневмоінструменту, а також технологічного оснащення покладається:

- за технічний стан машин, інструменту, технологічного оснащення включно із засобами захисту – на організацію (особу), на балансі (у власності) якої вони знаходяться, а у разі їх передачі у тимчасове користування (оренду) – на організацію (особу), визначену договором;
- за безпечне виконання робіт – на організації, які виконують роботи.

Перед початком виконання робіт у місцях, де діють або можуть виникати небезпечні виробничі фактори, не пов'язані з характером виконуваної роботи, відповідальний виконавець робіт повинен видати наряд-допуск на виконання робіт підвищеної небезпеки.

Наряд-допуск видається на строк, необхідний для виконання запланованого обсягу робіт. У разі виникнення в процесі виконання робіт небезпечних або шкідливих виробничих факторів, не передбачених нарядом-допуском, роботи необхідно припинити, наряд-допуск анулювати і поновити роботи тільки після видачі нового наряду-допуску.

У разі залучення до трудового процесу жінок необхідно дотримуватись граничних норм підймання і переміщення важких речей жінками (наказ МОЗ України від 10.12.1993 № 241) і Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок (наказ МОЗ України від 29.12.1993 № 256).

У разі залучення до трудового процесу підлітків необхідно дотримуватись граничних норм підймання і переміщення важких речей неповнолітніми (наказ МОЗ України від 22.03.1996 № 59) і вимог Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх (наказ МОЗ України від 31.03.1994 №46).

Допуск на будівельний майданчик сторонніх осіб або працівників, що не зайняті на роботах на даній території, а також осіб, що перебувають у стані алкогольного, токсичного або наркотичного сп'яніння – забороняється.

Особи, що перебувають на території будівельного майданчика, у виробничих приміщеннях, на робочих місцях і ділянках робіт, зобов'язані виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку даної організації. Відповідальними за виконання цих вимог є керівники робіт (майстри, виконроби).

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Стійкість споруд подвійного призначення в надзвичайних ситуаціях при дії ударної хвилі

Надзвичайна ситуація – це порушення нормальних умов життя та діяльності людей на об'єкті, території, яке викликано аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, великою пожежею, застосуванням зброї масового ураження, які призвели або можуть призвести до людських або матеріальних втрат. Під стійкістю споруд подвійного призначення розуміють здатність споруди витримати відповідні навантаження і зберегти експлуатаційні властивості приміщень, а також зберегти здоров'я і життя людей які там знаходяться.

Під час стихійних лих, аварій, катастроф, воєнних конфліктів при застосуванні зброї масового ураження трапляються вибухи, що викликають вихід із експлуатаційних характеристик будівель і споруд. Вибух – це швидко протікаючий процес хімічного або фізичного перетворення речовини, який супроводжується вивільненням великої кількості енергії в обмеженому об'ємі, в результаті чого утворюється та розповсюджується ударна хвиля. В свою чергу вона здатна створювати загрозу життю та здоров'ю людей, нанести збитки економіці та навколишньому середовищу, а також стати джерелом НС. Повітряна ударна хвиля являє собою зону сильно стисненого повітря, яка розповсюджується у всі сторони від центру вибуху з надзвуковою швидкістю. Одним з параметрів, за яким визначають вражаючу та руйнівну дію ударної хвилі є надлишковий тиск на фронті ударної хвилі (ΔP_{Φ}). Одиницею фізичної величини надлишкового тиску є Паскаль (Па) [34].

Стійкість СПП є одним із ключових аспектів забезпечення безпеки в умовах надзвичайних ситуацій, спричинених як техногенними, так і природними факторами. Особливу увагу привертають споруди, які можуть функціонувати як у мирний час, виконуючи цивільні завдання, так і в умовах кризових ситуацій, забезпечуючи захист населення та матеріальних цінностей. Одним із найнебезпечніших впливів, що можуть призвести до руйнування таких споруд, є дія ударної хвилі, яка утворюється внаслідок вибухів різного походження. [35].

СПП проєктуються з урахуванням можливих екстремальних навантажень, що виникають під час дії ударної хвилі. Для підвищення стійкості таких об'єктів використовуються інженерні рішення, які спрямовані на оптимізацію їхньої геометрії, вибір матеріалів із високою міцністю, а також застосування амортизаційних елементів. Зокрема, монолітні залізобетонні конструкції демонструють високу ефективність у поглинанні енергії ударної хвилі завдяки їхній здатності розсіювати енергію та запобігати катастрофічному руйнуванню.

Дослідження показують, що для забезпечення стійкості споруд необхідно враховувати кілька ключових чинників. По-перше, геометричні параметри будівлі повинні мінімізувати площу, на яку припадає ударна хвиля. Наприклад, споруди з обтічною формою менш схильні до руйнування через зниження концентрації

навантаження. По-друге, вибір матеріалів із високою стійкістю до динамічних навантажень є вирішальним. Сталь, армований бетон і спеціальні композитні матеріали забезпечує високий опір як прямим ударним навантаженням, так і вторинним пошкодженням від уламків. Важливу роль у підвищенні стійкості споруд відіграє використання інженерних систем захисту, таких як демпфери та елементи енергопоглинання, що розміщуються у критичних точках конструкції. Такі системи здатні ефективно зменшувати вплив ударної хвилі, перетворюючи її енергію на безпечні механічні коливання. Крім того, застосування захисних екранів і бар'єрів навколо об'єктів може суттєво знизити рівень навантаження, що досягає споруди. Особлива увага приділяється моделюванню поведінки споруд під час дії ударної хвилі. Використання сучасних комп'ютерних технологій, таких як метод скінчених елементів, дозволяє проводити числове моделювання та оцінювати ефективність різних інженерних рішень ще на етапі проектування. Це дає змогу передбачати слабкі місця в конструкції та вносити корективи для підвищення її стійкості. Таким чином, стійкість СПП в умовах дії ударної хвилі залежить від ряду факторів, які мають враховуватися на етапах проектування, будівництва та експлуатації. Інтеграція сучасних матеріалів, інженерних рішень і технологій дозволяє суттєво знизити ризики руйнування та забезпечити ефективний захист населення і критичної інфраструктури в надзвичайних ситуаціях.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В кваліфікаційні роботі на тему «Проект багатоквартирного житлового будинку з приміщеннями громадського призначення в м. Тернопіль з дослідженням конструкцій укриття» розроблено архітектурно-планувальні рішення підвального, громадського та житлових поверхів.

Визначені основні параметри будівлі і території на якій вона розміщується, а також потреби для мешканців та відвідувачі будівлі.

Встановлені основні типи конструкцій, а саме несучі стіни та колони, плити перекриття, внутрішні перегородки та зовнішні не несучі стіни з опорядженням.

Виконаний розрахунок конструктивних елементів будівлі і підібрані параметри їх армування.

Досліджено конструкції подвійного призначення, які знаходяться у підвальному поверсі, на дію ударної хвилі.

Встановлена закономірність вартості матеріалів конструкцій подвійного призначення відповідно до їх товщини.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Звіт про внутрішнє переміщення в Україні опитування загального населення раунд 5 23 травня 2022 року [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dtm.iom.int/reports/zvit-pro-vnutrishne-peremischennya-v-ukraini-opituvannya-zagalnogo-naselennya-raund-5-23>
2. Яськевич, Н. Б., Михайло Іванович Гудь, and Галина Михайлівна Крамар. "Особливості армування стику колони з балкою при дії сейсмічних навантажень." *Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“* 1 (2020): 152-152.
3. Ковальчук Я.О. Технологія та організація будівництва: Навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю “Будівництво та цивільна інженерія”. – Тернопіль, ТНТУ, 2017. – 188 с.
4. Хартей, Е. Е., & Гудь, М. І. (2022). Озелення фасадів багатоповерхових житлових будинків. *Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання"*, 17-18.
5. ArteDevelopment. ЖК «Сонячна тераса» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://arte-development.com.ua/projects/zhk-sonyachna-terasa/?utm_source=lun.ua&utm_medium=referral&utm_content=595941564.1729766127&utm_term=8740
6. ЖК «Синергія» Київ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://synergia.kiev.ua/>
7. ДСТУ 9184:2022 Вироби стінові з ніздрюватого бетону. Технічні умови [Чинний від 01.02.2023]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022. 24 с.
8. ДСТУ Б В.2.6-77:2009 Конструкції будинків і споруд. Двері металеві протипожежні. Загальні технічні умови [Чинний від 01.08.2009]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 16 с.

9. ДСТУ Б В.2.6-77:2009 "Захисні споруди цивільного захисту" зі Зміною №1 [Чинний від 10.08.2023]. Вид. офіц. Київ: Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 112 с.

10. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ) [Чинний від 01.01.2010]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 45 с.

11. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT) [Чинний від 01.02.2021]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022. 81 с.

12. ДБН В.2.2-15-2019 "Житлові будинки. Основні положення" із Зміною №1 [Чинний від 26.03.2019]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 47 с.

13. ДСТУ Б EN 13163:2012 Матеріали будівельні теплоізоляційні. Вироби зі спіненого полістиролу (EPS). Технічні умови (EN 13163:2008, IDT) [Чинний від 01.04.2013]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 63 с.

14. ДСТУ Б В.2.6-11:2011 Блоки дверні металеві протиударні входні в квартири. Загальні технічні умови [Чинний від 01.03.2019]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 20 с.

15. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [Чинний від 01.10.2012]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

16. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Зі змінами [Чинний від 07.03.2019]. Вид. офіц. Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1996. 46 с.

17. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Із Зміною № 1 [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 67 с.

18. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 23 с.

19. ДБН В.1.2-14:2018 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд" із Зміною №1 [Чинний від 02.08.2018]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. 35 с.

20. Програмний комплекс ЛІРА-САПР. Приклади розрахунку і проектування. LIRALAND Group. Електронне видання. 2022. 635 с.
21. Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання: навч. посіб. / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язєв, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. – К. : НАУ, 2019. – 500 с.
22. Навантаження і впливи. Норми проектування : ДБН В.1.2–2:2006. – [Чинні від 01.01.2007]. – К. : Мінбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2006. – 75 с.
23. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд: ДБН В.1.2-14:2018 – [Чинні від 02.08.2018]. – К.: Мінрегіон України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2018. – 35 с.
24. ДБН В.2.1-10-2018 "Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення" [Чинний від 02.08.2018]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.
25. ДБН В.2.1-10-2009 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування [Чинний від 01.07.2009]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 161 с.
26. К. М. Мельникова, В. І. Щавурський, М. І. Гудь. Конструктивне влаштування перекриття громадських будівель // Матеріали Х ІІ Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 6-7 грудня 2023 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2023. — С. 102. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).
27. І. Лисий, А. Лиса, Г. Крамар, М. Гудь. Моделювання роботи пошкодженої залізобетонної колони з використання ПК «ЛІРА» // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“, 10-11 листопада 2022 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. — С. 58–59. — (Міцність сучасних матеріалів і конструкцій).
28. Конончук О.П. «Залізобетонні та кам'яні конструкції»: конспект лекцій для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. Частина 1 / укладачі : О.П. Конончук, Й.Й. Лучко. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 221 с.

29. Hud M.I., Meshcheryakova O.M., Kachor A.V., Hud V.I. (2023). DESIGN AND CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. Modern Engineering and Innovative Technologies, 1(30-01), 98–104.

30. Бетон від Ковальської [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://beton.kovalska.com/betony/>

31. Метінвест СМЦ. Арматура [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://metinvest-smc.com/ua/products/armatura/>

32. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення" [Чинний від 30.12.2011]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 112 с.

33. Про охорону праці: Закон України від 14.10.92 р. № 2695-ХІІ. Вид. офіц. Голос України 1992. 24 лист. № 49, ст.669.

34. Йолтухівський, С., & Гудь, М. І. (2022). Варіантне проектування висотних будівель. *Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій “*, 155-157.

35. Стручок Володимир Сергійович. "Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання." (2022).

36. Методичні вказівки для написання розділу дипломного проекту з дисципліни «Охорона праці в галузі» / В. Б. Каспрук. - Тернопіль: ТНТУ, 2017. - 14 с

37. 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.

38. Ковбаса, А. В., В. А. Ковбаса, and Михайло Іванович Гудь. "Моделювання роботи комбінованого каркасу багатоповерхової житлової будівлі в умовах вітрового навантаження." *Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “* (2023): 73-74.