

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Будівельний факультет

Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій

(повна назва випускової кафедри)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Журавський О.Д.

«_____» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему:

Двоповерховий дуплекс у місті Києві

Галузь знань:

19 Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма:

«Промислове і цивільне будівництво»

IV курс, група ПЦБ-20-3

Здобувач:

Афтенюк Іван Андрійович

(прізвище та ініціали)

Керівник:

Колякова Віра Маркусівна

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(підпис)

(підпис)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: будівельний
Кафедра: залізобетонних та кам'яних конструкцій
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
Галузь знань: 19 – Архітектура та будівництво»
Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма: «Промислове і цивільне будівництво»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри
залізобетонних та кам'яних
конструкцій
д.т.н., проф. Журавський О.Д.

“13” травня 2024 року

**З А В Д А Н Н Я
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Здобувач(ка) Афтенюк Іван Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Двоповерховий дуплекс у місті Києві

керівник роботи Колякова Віра Маркусівна, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “___” _____ 2024 року № _____

2. Термін подання роботи здобувачем 14 червня 2024 року

3. Вихідні дані:

- основні об'ємно-планувальні та конструктивні характеристики будівлі або споруди;
- завдання керівника кваліфікаційної роботи на спеціальну частину;
- паспорт кваліфікаційної роботи здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»;
- методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи (до кожного розділу).

4. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

Вступ

- 1) Архітектурно-планувальні рішення
- 2) Будівельні конструкції
- 3) Основи і фундаменти
- 4) Технологія і організація будівництва
- 5) Охорона праці та навколишнього середовища
- 6) Економіка будівництва
- 7) Спеціальна частина
- 8) Висновки
- 9) Список використаних джерел

5. Об'єм основної частини та графічних додатків кваліфікаційної роботи

№ розділу	Найменування розділів кваліфікаційної роботи	Об'єм основної частини (аркушів ф. А4)	Об'єм графічних додатків (креслень) (аркушів ф. А1)
1	Архітектурно-планувальні рішення: - фасад; - плани поверхів; - розріз.	≤ 8	1
2	Будівельні конструкції: (залізобетонні / кам'яні)	≤ 10	0,5
3	Основи і фундаменти	≤ 10	0,5
4	Технологія і організація будівництва		
4.1	Технологічна карта	≤ 10	1
4.2	Календарний графік будівництва	≤ 10	1
5	Охорона праці та навколишнього середовища	≤ 5	
6	Економіка будівництва	≤ 10	
7	Спеціальна частина	≤ 15	2
8	Висновки	1	
9	Список використаних джерел	1	
	Разом:	≤ 80	6

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
АР	Чирва Тетяна Леонідівна	13.05.2024	20.05.2024
БК	Колякова Віра Маркусівна	11.05.2024	14.06.2024
ОіФ	Підлущий Василь Леонідович	22.05.2024	05.06.2024
ТБ і ОргБ	Шпакова Ганна Валентинівна	03.06.2024	11.06.2024
ОПтаНС	Касьянова Оксана Миколаївна	11.05.2024	10.06.2024
ЕБ	Гусарова Лариса Валентинівна	03.06.2024	11.06.2024
СЧ	Колякова Віра Маркусівна	11.05.2024	14.06.2024

7. Дата видачі завдання _____ 13 травня 2024 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапу роботи	Примітка
1	Вступ		
2	Архітектурно-планувальні рішення	20.05.2024	
3	Будівельні конструкції	27.05.2024	
4	Основи і фундаменти	27.05.2024	
5	Технологія і організація будівництва	03.06.2024	
6	Охорона праці та навколишнього середовища	03.06.2024	
7	Економіка будівництва	03.06.2024	
8	Спеціальна частина	14.06.2024	
9	Висновки, список використаних джерел	14.06.2024	
10	Попередній захист кваліфікаційної роботи	14.06.2024	
11	Рецензування кваліфікаційної роботи	16.06.2024	
12	Захист кваліфікаційної роботи	з 17.06.2024	

Здобувач(ка)

(підпис)

Афтенюк І.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Колякова В.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1 Архітектурно-планувальні рішення	8
1.1. Вихідні показники для проектування	9
1.2. Об'ємно-планувальні рішення	10
1.3. Конструктивні рішення	11
1.4. Інженерне устаткування	12
1.5. Теплотехнічний розрахунок	13
Розділ 2 Будівельні конструкції	15
2. Розрахунок конструктивних елементів дуплексу	16
2.1. Збір навантажень на 1 м ² плити перекриття та покриття	16
2.2. Розрахунок монолітної колони	17
2.2.2. Збір навантажень на колону	19
2.2.3. Розрахунок поперечного перерізу колони	20
2.2.4. Перевірка умови забезпечення необхідної площі арматури	21
2.2.5. Конструювання колони цокольного поверху	22
2.3. Розрахунок плити перекриття над підвальним приміщенням	23
2.3.1. Збір навантажень на плиту перекриття	23
2.3.2. Розрахунок плити перекриття	24
2.3.3. Перевірка несучої здатності плити	29
Розділ 3 Основи і фундаменти	32
3.1. Аналіз ґрунтових умов	33
3.1.1. ІГЕ-1	33
3.1.2. ІГЕ-2	33
3.1.3. ІГЕ-3	34
3.1.4. ІГЕ-3а	36
3.1.5. ІГЕ-4	37
3.2. Збір навантажень на фундаменти	42
3.3. Визначення мінімальної глибини закладання підшви фундаментів	44
3.3.1. Геологічний критерій	44
3.3.2. Кліматичний критерій	44
3.3.3. Гідро-геологічний критерій	45
3.3.4. Конструктивний критерій	45
3.3.5. Комунікаційний критерій	45
3.4. Проектування фундаментів неглибокого закладання	46
3.4.1. Стрічковий фундамент для частини дуплексу з підвальним приміщенням під зовнішню стіну (на плані фундаментів переріз 1-1)	46
3.4.2. Перевірка напружень на рівні підшви фундаменту	47
3.5. Розрахунок фундаментів за деформаціями	49
3.5.1. Потужність розрахункового елементарного шару	49

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк 4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5.2. Додатковий тиск	50
3.5.3. Природний тиск	51
3.5.4. Тиск ґрунту, вийнятого з котловану	53
3.5.5. Потужність стисливої зони.....	54
3.5.6. Осідання елементарного шару ґрунту.....	56
3.5.7. Осідання фундаменту	57
Розділ 4 Технологія і організація будівництва	58
4.1. Технологічна карта на влаштування монолітного перекриття 1-го поверху двоповерхового дуплексу.....	59
4.1.1. Підготовка об'єкта та вимоги до готовності попередніх робіт та будівельних конструкцій.....	59
4.1.2. Виконання основних видів робіт по влаштуванню монолітної плити перекриття	60
4.1.3. Вибір методу монтажу елементів будівлі.....	65
4.1.4. Визначення обсягів робіт.....	65
4.1.5. Вибір машин та механізмів	66
Калькуляція трудових витрат праці.....	71
Технологічні розрахунки на виконання робіт з влаштування перекриття та графік виконання робіт	72
Розділ 5 Охорона праці та навколишнього середовища	73
5.1. Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	75
5.1.1. Аналіз параметрів мікроклімату	75
5.1.2. Аналіз природного та штучного освітлення.....	76
5.1.3. Аналіз шуму та вібрації.....	77
5.1.4. Аналіз електробезпеки.....	78
5.1.5. Аналіз виконання висотних робіт	79
Висновки.....	81
Розділ 6 Економіка будівництва	82
6.1. Особливості ціноутворення в будівництві	83
6.2. Кошторисна документація	85
Розділ 7 Спеціальна частина	91
7. Розрахунок контрфорсної підпірної стіни.....	92
7.1. Визначення зусилль, що діють на підпірну стіну.....	92
7.2. Розрахунок передньої частини фундаментної плити підпірної стіни.....	95
7.3. Розрахунок задньої частини фундаментної плити підпірної стіни.....	97
7.4. Розрахунок вертикальної стінки контрфорсної підпірної стіни	97
7.5. Розрахунок вертикальної плити контрфорсної підпірної стіни за граничними станами другої групи.....	100
7.6. Розрахунок контрфорсу підпірної стіни	100
Список використаної літератури.....	105

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Консультант _____ Колякова В.М.

Здобувач _____ Афтенюк І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Зважаючи на сьогоднішній перебіг подій в Україні, важливо вміти швидко адаптуватись, імпровізувати та пристосовуватись до змін та непередбачуваних ситуацій, які спонтанно можуть трапитись у житті. На жаль, сьогодні це наша рутина, яка стосується абсолютно кожного українця та усіх галузей і сфер нашої діяльності, а особливо – будівництва.

З початку війни ворог завдав Україні колосальної шкоди: зруйнував сотні тисяч доль, забрав десятки тисяч життів, стер в порошок сотні міст та сіл – чергові болісні сторінки в нашій історії, ще один етап, на якому долею вільного народу намагається розпоряджатись ненажерливий в'язень своїх ідей, в щупальці якого ми частково потрапили через невідповідність. Звичайно, неможливо бути готовим до війни, це і звучить трохи абсурдно, але якщо ми не хочемо знов наступити на ті ж граблі – ми маємо винести цей урок і після перемоги зробити все можливе, щоб подібне ніколи більше не сталось, ми повинні направити нашу історію зовсім у інше русло, назустріч розвитку та вдосконаленню. Зробивши з країни надпотужний та взаємопов'язаний механізм, ми будемо не по зубам подібним зазіхателям на суверенітет України. Тому мета нашого проекту полягає у створенні сучасного, затишного та надійного житла для двох сімей, яке у критичній ситуації зможе захистити та врятувати власників, а у мирний час даруватиме лише комфорт та приємні відчуття.

Проект даного будинку є актуальним сьогодні й буде не менш важливим у майбутньому, оскільки він поєднує у собі якості затишного та просторого сімейного будинку із зручним плануванням і якісними матеріалами, які суттєво збільшать термін експлуатації будинку та справжньої фортеці, яка у випадку надзвичайної ситуації зможе зберегти життя мешканцям та дати змогу безпечно евакуюватись із будинку через аварійний вихід, що знаходиться у підвальному приміщенні, яке є спорудою подвійного призначення, запроектованою згідно з сучасними нормами. Також, будинок знаходиться на крутому схилі, що демонструє можливість зводити їх на складному рельєфі. Масштабне будівництво будинків подібного типу допоможе зберегти багато життів в результаті виникнення ситуацій, які загрожуватимуть життям мешканців.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

Консультант _____ Чирва Т.Л.

Здобувач _____ Афтенюк І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1.1. Вихідні показники для проектування

Згідно з проектом зводиться двоповерховий житловий будинок типу дуплекс у місті Києві: двоповерховий житловий будинок для двох сімей, поділений на дві секції, які мають спільну стіну та дах.

Клас наслідків будівлі – СС1 (згідно з п.5.1.5, табл.1, ДБН В.1.2-14:2018).

За капітальністю будинок відноситься до II категорії – капітальний будинок зі стінами з цегли, залізобетонними і цегляними колонами та залізобетонним перекриттям.

Нормативний термін служби будівлі становить – 100 років.

Ступінь вогнестійкості – II (згідно з ДБН В.1.1-7:2016).

Кліматична зона будівництва об'єкту – I:

- клімат – помірно континентальний з теплим літом і м'якою зимою;
- середньорічна температура становить $+9^{\circ}\text{C}$;
- середня температура у січні становить $-3,5^{\circ}\text{C}$, у липні $+20,5^{\circ}\text{C}$;
- середньорічна кількість опадів – 650 мм;
- вологість повітря становить – 74%;
- середня швидкість вітру – 2,5 м/с;
- глибина промерзання ґрунту – 0,8-1,2 м.

Ділянка розташована на підніжжі хвилястого схилу, крутістю 30° , вільна від насаджень, чагарників та будь-яких забудов. З південної та східної частини будівлі знаходяться автомобільні дороги місцевого призначення. Ширина заїзду на ділянку становить 6,7 м. Площа ділянки дорівнює $380 \text{ м}^2 = 0,38 \text{ га}$.

Загальний опис ґрунту:

- 1) рослинний шар;
- 2) глинистий шар;
- 3) піщаний шар;
- 4) глинистий шар.

Ґрунтові води заходять на глибині 10,3 м від поверхні майданчика.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Об'ємно-планувальні рішення

Даний дуплекс запроектований з розрахунком на одночасне проживання в ньому 10 осіб (5 осіб на кожен секцію будівлі). Поверховість дуплексу – підвальне приміщення, цокольний поверх та два повноцінних поверхи.

Підвальне приміщення може слугувати укриттям у випадку надзвичайної ситуації. У ньому передбачено санвузол, ванну кімнату, комору для збереження речей та продуктів і два роздільних приміщення для укриття, які сполучені з входом та аварійним виходом тамбур-шлюзом. Перегородка між приміщенням для укриття та санвузлом з ванною кімнатою є посиленою з герметичними дверима на випадок прориву внаслідок пошкоджень систем водопостачання та водовідведення. У зовнішній стіні передбачено захисно-герметичні двері, у внутрішній стіні – герметичні.

На цокольному поверсі розташоване гаражне приміщення, розраховане на два автомобілі стандартних габаритів, з великою герметичною шафою (2300x2100x650мм) із термоконтролем для збереження спецрідин, мастил та інших вибагливих до температурних умов матеріалів та засобів, а також тамбур, котельня, санвузол та сходи на перший поверх будинку. Вхід у підвал (укриття) також здійснюється через гаражне приміщення.

Перший поверх є житловим: на ньому передбачено три спальні кімнати, дві ванні кімнати та санвузол. За нульову позначку прийнято рівень чистої підлоги першого поверху.

На другому поверсі розташовується кухня–студія з місцем для приготування їжі та просторою зоною для харчування і відпочинку, передбачений відкритий балкон на всю довжину секції, а також тамбур, через який є можливість вийти на терасу, що розташована на найвищій точці схилу.

Обидві частини дуплексу мають розміри в плані 10 x 7,5 м і аналогічне планування, відповідно площі усіх типів приміщень у них однакові, тому загальні площі секцій – еквівалентні: площа однієї секції по одному поверху складає $75 \text{ м}^2 \Rightarrow$ площа двох – 150 м^2 . Житлова площа однієї частини дуплексу дорівнює $80,5 \text{ м}^2$. Висота всіх поверхів в обох частинах дуплексу становить 2,8 м, окрім цокольного поверху: висота поверху в першій секції – 3,7 м, в другій – 2,8 м.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Конструктивні рішення

Конструктивна система будівлі – стінова безкаркасна з поздовжньо-поперечними несучими стінами.

Фундамент – стрічковий, товщиною 500 мм. Фундамент виконуємо з бетону класу С20/25 та арматури класу А500, бетонну підготовку виконуємо з бетону класу С8/10. За основу для підготовки приймаємо вирівняну та утрамбовану основу з щебню, товщиною 400 мм.

Зовнішні стіни – з керамічної цегли, товщиною 370 мм та утеплювача з мінераловатних плит, товщиною 140 мм, який розташовуємо в середині стіни, між кладкою в півтори та в одну цеглину.

Внутрішні несучі стіни – з керамічної цегли, товщиною 380 мм.

Перегородки – з гіпсокартону (каркас з профілю, обшитий гіпсокартоном у два шари), товщиною 150 мм.

Стіни – виконане шпаклювання та фарбування у спальнях, коридорах та тамбурі; шпаклювання та фарбування у поєднанні з плиткою на кухні та повністю плиткове оздоблення у санвузлах та ванних кімнатах.

Перекрыття – монолітна залізобетонна плита, товщиною 220 мм, з бетону класу С20/25 та арматури класу А500.

Покриття – монолітна залізобетонна плита, товщиною 220 мм, з бетону класу С20/25 та арматури класу А500.

Підлога – у спальних кімнатах, коридорах та кухні-студії - підлога з паркетної дошки; у санвузлах, котельні, ванних кімнатах та тамбурах - з неслизької керамічної плитки; у гаражному приміщенні та в'їзді у будинок з клінкерної плитки; у підвалі – наливна підлога, товщиною 10 мм.

Дах – в першій секції дуплексу виконуємо плоский дах із внутрішньою системою водовідведення; у другій секції – двосхилий дах із зовнішнім водостоком.

Покрівля – з композитної черепиці, товщиною 0,5 мм.

Сходи – дерев'яні, з висотою сходинок 180 мм та шириною 250 мм.

Вікна та двері – виготовлені за індивідуальними параметрами та розмірами, з довільним маркуванням, наприклад: вікно – ВК12,5-18 (вікно 1250 x 1800 (В x Ш) мм); двері – Д321-10 (двері зовнішні 2100 x 1000 (В x Ш) мм).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Інженерне устаткування

Електропостачання дуплексу здійснюватиметься від міської електромережі. Прокладання електрокабелів здійснюється перед штукатурними роботами в спеціальних металорукавах, гофрах та за необхідності виконується штробування в стінах або вирізання необхідних отворів в профілях та аркушах гіпсокартону.

Оскільки мережа «Водоканалу» проходить вулицею, на якій буде зведений дуплекс, він буде під'єднаний до міської мережі водопостачання та міської каналізаційної мережі. Також можливий варіант проведення водопостачання до будинку з колодязя, проте за даних умов перший варіант буде економічно доцільнішим, оскільки за наявності міської мережі водопостачання поблизу будівлі, немає потреби витратити кошти на встановлення обладнання, пошук водоносного шару і подальше обслуговування та ремонт, також до переваг можна віднести відповідність води усім санітарним нормам, оскільки містом здійснюватиметься постійний контроль якості води.

Система опалення будівлі – центральна. Електрокотел за рахунок електрики нагріватиме воду, яка циркулюватиме трубами та обігріватиме будівлю. Електрокотел гідна альтернатива твердопаливним та газовим котлам, він є більш універсальним та чудово підходить для опалення приватних будинків. Електрокотел має ряд переваг над іншими типами котлів, а саме: енергоефективність – майже відсутні тепловтрати; якщо немає фізичної можливості провести газ, то електрокотел оптимальний спосіб; компактні габарити – внаслідок чого варіативність їх розміщення у будинку набагато більша; також не потрібно робити зайвих операцій для встановлення, простий монтаж значно знижує витрати на запуск в експлуатацію; оскільки котел є електричним, він складається з дуже малої кількості механічних з'єднань та вузлів, тому у випадку поломки або будь-яка деталь без проблем замінюється без зайвих втручань та витрат на ремонт і обслуговування; і, звичайно ж, широкий вибір потужностей: варіюється від 2 до 60 кВт.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5. Теплотехнічний розрахунок

Розрахунок виконуємо відповідно до ДБН В.2.6-31:2021.

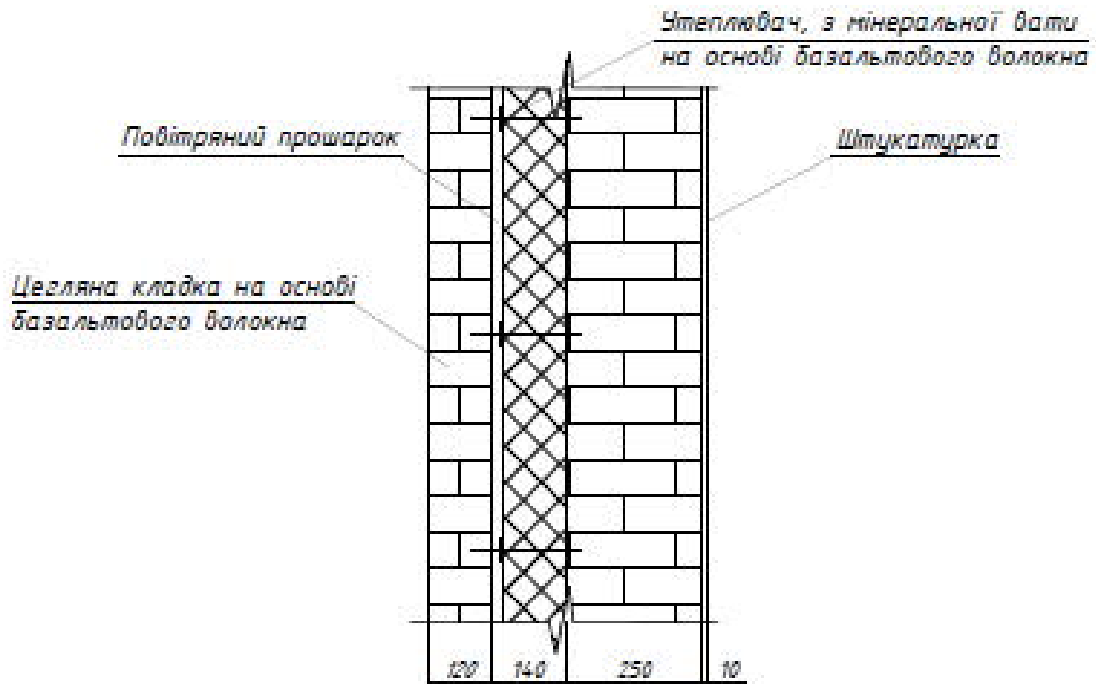


Рис. 1.1 Фрагмент зовнішньої стіни дуплексу

Виконаємо розрахунок опору теплопередачі зовнішньої стіни будинку.

Теплотехнічні показники стіни:

- перший шар – цегляна кладка, щільністю $\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$, товщиною 120 мм та теплопровідністю $\lambda = 0,7 \text{ Вт/(мК)}$;
- другий шар – мінераловатна плита Rockwool Rockton Super, щільністю $\rho = 145 \text{ кг/м}^3$, товщ. 140 мм та теплопровідністю $\lambda = 0,035 \text{ Вт/(мК)}$;
- третій шар – цегляна кладка, щільністю $\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$, товщиною 250 мм та теплопровідністю $\lambda = 0,7 \text{ Вт/(мК)}$;
- четвертий шар – внутрішня штукатурка Siltek Decor Pro Камінцева, щільністю $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, товщиною 10 мм та теплопровідністю $\lambda = 0,78 \text{ Вт/(мК)}$.

Коефіцієнт теплопровідності внутрішньої поверхні становить:

$$\lambda_{в} = 8,7 \text{ Вт/(мК)}.$$

Коефіцієнт теплопровідності зовнішньої поверхні становить:

$$\lambda_{в} = 23 \text{ Вт/(мК)}.$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опір теплосприйняттю внутрішньої поверхні становить:

$$R_B = \frac{1}{\lambda_B} = \frac{1}{8,7} = 0,115 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Опір теплосприйняттю зовнішньої поверхні становить:

$$R_B = \frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{23} = 0,044 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Термічний опір першого шару дорівнює:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,12}{0,7} = 0,171 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Термічний опір другого шару дорівнює:

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,14}{0,035} = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Термічний опір третього шару дорівнює:

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,25}{0,7} = 0,357 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Термічний опір четвертого шару дорівнює:

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,10}{0,78} = 0,128 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Визначаємо приведений опір теплопередачі зовнішньої стінової огорожувальної конструкції:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 0,171 + 4 + 0,357 + 0,128 = 4,656 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Перевіримо умову згідно з вимогою ДБН В.2.6-31:2021:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 4,656 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} - \text{умова виконується.}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

Консультант _____ Колякова В.М.

Здобувач _____ Афтенюк І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2. Розрахунок конструктивних елементів дуплексу

Конструктивна система будівлі – стінова безкаркасна з поздовжньо-поперечними несучими стінами.

Зовнішні стіни – з керамічної цегли, товщиною 510 мм. Внутрішні несучі стіни – з керамічної цегли, товщиною 380 мм. Монолітне перекриття та покриття виконуємо з бетону класу С20/25 та арматури класу А500, товщиною 350 мм над підвальним приміщенням та 220 мм для усіх інших поверхів.

У даному розділі виконаємо розрахунок двох конструктивних елементів дуплексу: колони та плити перекриття над підвальним приміщенням (спорудою подвійного призначення).

2.1. Збір навантажень на 1 м² плити перекриття та покриття

Виконаємо збір навантажень на 1 м² плити перекриття:

Таблиця 2.1.

Навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м ²	γ_n	γ_{fm}	Розрахункове навантаження, кН/м ²
Постійне g:				
паркет на мастиці з ізоляцією із деревоволокнистих плит: $0,04 \cdot 0,45 \cdot 9,81 = 0,18 \text{ кН/м}^2$;	0,18	1,0	1,2	0,22
цементно-піщана стяжка: $0,03 \cdot 2 \cdot 9,81 = 0,59 \text{ кН/м}^2$;	0,59	1,0	1,3	0,77
штукатурка: $0,015 \cdot 1,87 \cdot 9,81 = 0,28 \text{ кН/м}^2$;	0,28	1,0	1,3	0,36
вага з/б плити: $0,22 \cdot 2,5 \cdot 9,81 = 5,4 \text{ кН/м}^2$;	5,4	1,0	1,1	5,94
вага перегородки: $0,52 \cdot 9,81 = 5,1 \text{ кН/м}^2$;	5,1	1,0	1,1	5,61
Разом	11,55			12,90
Тимчасове v:				
<u>тривале:</u> $v = 3,5 \text{ кН/м}^2$	3,5	1,0	1,2	4,2
<u>короткочасне:</u> $v = 1,5 \text{ кН/м}^2$ (згідно з ДБН В.1.2-2:2006)	1,5	1,0	1,3	1,95
Всього	16,55			19,05

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Виконаємо збір навантажень на 1 м² плити покриття:

Таблиця 2.2.

Навантаження	Характеристичне навантаження кН/м ²	γ_n	γ_{fm}	Розрахункове навантаження кН/м ²
Постійне g:				
2 шар. наплавленого руберойду: $0,01 \cdot 1,7 \cdot 9,81 = 0,17$ кН/м ² ;	0,17	1,0	1,2	0,20
армована цем.-піщана стяжка: $0,02 \cdot 2 \cdot 9,81 = 0,39$ кН/м ² ;	0,39	1,0	1,3	0,51
утеплювач (мінеральна вата): $0,18 \cdot 0,2 \cdot 9,81 = 0,33$ кН/м ² ;	0,33	1,0	1,2	0,42
пароізоляція: $0,0002 \cdot 0,0001 \cdot 9,81 = 0$ кН/м ² ;	0,000	1,0	1,2	0,000
штукатурка: $0,015 \cdot 1,87 \cdot 9,81 = 0,28$ кН/м ² ;	0,28	1,0	1,3	0,36
вага з/б плити: $0,22 \cdot 2,5 \cdot 9,81 = 5,4$ кН/м ² ;	5,4	1,0	1,1	5,94
Разом	6,58			7,43
Тимчасове v:				
<u>корисне:</u> $v = 1,5$ кН/м ² ;	2	1,0	1,2	2,4
<u>снігове:</u> для м. Києва - $S_0 = 1,55$ кН/м ² ; (згідно з ДБН В.1.2-2:2006)	1,55	1,0	1,14	1,77
Разом тимчасового	3,55			4,17
Всього	10,13			11,60

2.2. Розрахунок монолітної колони

Запроектуємо монолітну залізобетонну колону цокольного поверху на перетині вісей «2» та «А». Розрахунок виконуємо як для центрально стиснутого елемента, що має жорсткі защемлення з обох боків: перше защемлення – у фундаменті, друге – у балці над цокольним поверхом. Навантаження на розрахункову колону передається з покриття та з перекриття з вантажної площі [2, с. 93].

При проектуванні потрібно враховувати навантаження, що виникають під час зведення та експлуатації споруд [6, с. 1, п. 4.1]. При розрахунку несучих конструкцій слід враховувати коефіцієнт надійності за відповідальністю γ_n . На коефіцієнт надійності за відповідальністю слід множити характеристичні значення

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навантажень. Розрахункові значення навантажень визначаються множенням характеристичних значень на коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f який залежить від виду навантаження [6, с. 2, п. 4.7].

Вихідні дані для проектування колони

Матеріали: бетон класу C20/25 з наступними характеристиками:

$$f_{cd} = 14,5 \text{ МПа}; f_{ck} = 18,5 \text{ Мпа}; f_{ctm} = 2,2 \text{ Мпа}; \varepsilon_{cu3,cd} = 3,10\text{‰};$$

робоча арматура класу A500 з наступними характеристиками:

$$f_{yk} = 500 \text{ МПа}; f_{yd} = 435 \text{ МПа}; E_s = 2,0 \times 10^5 \text{ МПа}; \varepsilon_{so} = 2,1\text{‰}.$$

Параметри колони, яку розраховуємо: переріз – 400 x 400 мм; висота – 2900 мм.

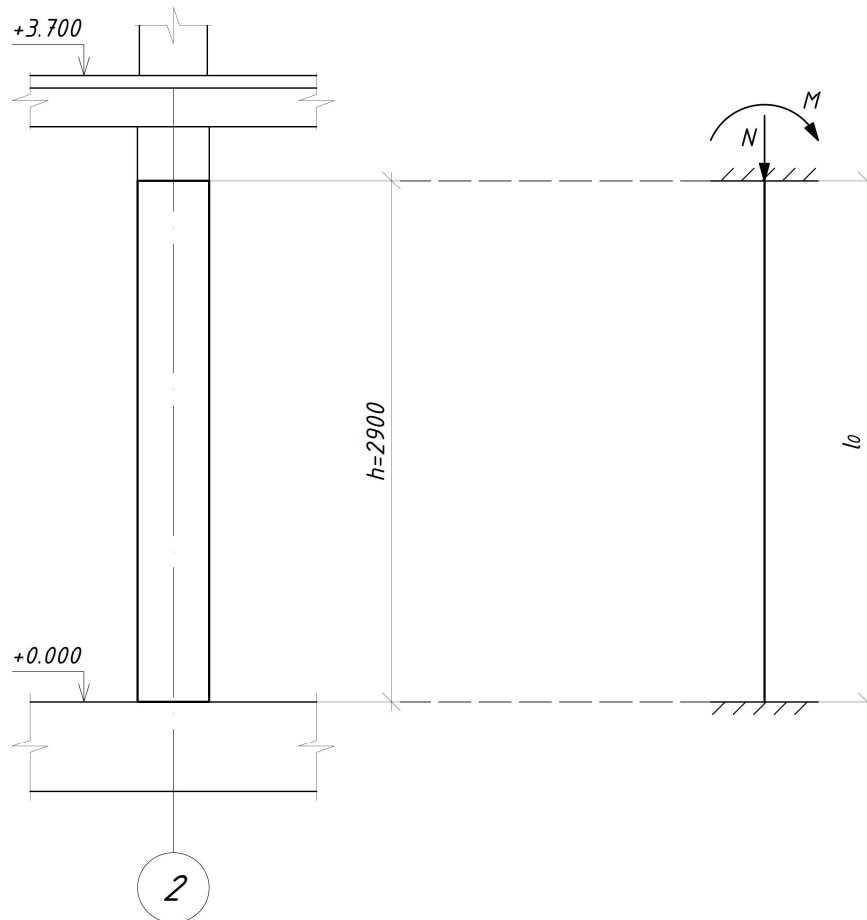


Рис. 2.1. Конструктивна і розрахункова схеми колони цокольного поверху

Оскільки висота колони $h = 2,9$ м, її розрахункова довжина становить:

$$l_0 = 0,7 \cdot h = 0,7 \cdot 2,9 = 2030 \text{ мм} = 2,03 \text{ м}.$$

$$\frac{l_0}{h} = \frac{2030}{400} = 5,08, \text{ згідно з [3, с. 84, дод. 13] } \varphi = 0,92,$$

де φ – коефіцієнт врахування гнучкості колони.

Визначимо вантажну площу колони:

$$A_{\text{вантаж.}} = 3,5 \cdot 3,0 = 10,5 \text{ м}^2.$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.2.2. Збір навантажень на колону

Розрахункове постійне навантаження:

1) від ваги конструкцій перекриття:

$$G_1 = (g_{\text{плити пер.}} \cdot A_{\text{вантаж.}}) \cdot n = (12,9 \cdot 10,5) \cdot 2 = 270,5 \text{ кН};$$

2) від маси покриття:

$$G_2 = (g_{\text{плити пок.}} \cdot A_{\text{вантаж.}}) \cdot n = (7,43 \cdot 10,5) \cdot 1 = 77,98 \text{ кН};$$

3) від маси залізобетонної балки над колоною цокольного поверху:

$$G_3 = h_b \cdot b_b \cdot l_b \cdot 9,81 \cdot \rho \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2,875 \cdot 9,81 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 1,1 = 6,98 \text{ кН};$$

4) від маси залізобетонної балки над колоною другого поверху:

$$G_4 = h_b \cdot b_b \cdot l_b \cdot 9,81 \cdot \rho \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,875 \cdot 9,81 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 1,1 = 2,12 \text{ кН};$$

5) від маси цегляної стіни першого поверху, яка зведена над балкою:

$$G_5 = h_c \cdot b_c \cdot l_c \cdot 9,81 \cdot \rho \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = 2,6 \cdot 0,38 \cdot 2,675 \cdot 9,81 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1,1 = 51,34 \text{ кН};$$

6) від маси зовнішньої цегляної стіни першого поверху та вікна в цій стіні (стіну приймаємо: 120+250 мм цегляної кладки та 120 мм утеплювача):

$$\begin{aligned} G_6 = & (h_c \cdot b_c \cdot l_c \cdot 9,81 \cdot \rho \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f) + (h_{\text{м.п.}} \cdot b_{\text{м.п.}} \cdot l_{\text{м.п.}} \cdot 9,81 \cdot \rho \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f) + \\ & + (g_b \cdot 9,81 \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f) = ((1,3 \cdot 0,12 \cdot 3,5 \cdot 9,81 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1,1) + \\ & (2,15 \cdot 0,5 \cdot 3,5 \cdot 9,81 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1,1)) + (2,12 \cdot 0,12 \cdot 3,5 \cdot 9,81 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 1,3) + \\ & + (1,93 \cdot 9,81 \cdot 1 \cdot 1,2) = 108,68 \text{ кН}; \end{aligned}$$

7) від маси панорамного вікна на другому поверсі:

$$G_7 = g_b \cdot 9,81 \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = 1,09 \cdot 9,81 \cdot 1 \cdot 1,2 = 12,83 \text{ кН};$$

8) від маси колони на другому поверсі:

$$G_8 = h_k \cdot a_k \cdot b_k \cdot 9,81 \cdot \rho \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = 2,5 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 9,81 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1,1 = 7,77 \text{ кН};$$

9) від маси колони на цокольному поверсі:

$$G_9 = h_k \cdot a_k \cdot b_k \cdot 9,81 \cdot \rho \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = 2,9 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 9,81 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 1,1 = 12,52 \text{ кН};$$

Отже, постійне навантаження на колону становить:

$$\begin{aligned} G_{\text{заг}} = G_1 + \dots + G_9 = & 270,5 + 77,98 + 6,98 + 2,12 + 51,34 + 108,68 + \\ & + 12,83 + 7,77 + 12,52 = 550,72 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Визначимо тимчасове навантаження на колону:

1) від перекриття та покриття:

$$V_{\text{кор}} = v \cdot n \cdot A_{\text{вантаж.}} = ((6,15 \cdot 2) + 2,4) \cdot 10,5 = 154,35 \text{ кН};$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) від снігу:

$$V_{\text{кор}} = S_0 \cdot C \cdot A_{\text{вантаж.}} \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = 1,55 \cdot 1 \cdot 10,5 \cdot 1 \cdot 1,14 = 18,55 \text{ кН,}$$

де $S_0 = 1550 \text{ Па} = 1,55 \text{ кН}$ – нормативне снігове навантаження, яке приймаємо згідно з [6, с. 42] відповідно до району будівництва об'єкту, тому для міста Києва.

Визначимо розрахункові зусилля на колону:

$$N_{Ed} = G_{\text{заг}} + V = 550,72 + (154,35 + 18,55) = 723,63 \text{ кН.}$$

2.2.3. Розрахунок поперечного перерізу колони

Уточнимо розміри поперечного перерізу колони. В першому наближенні коефіцієнт армування приймаємо $\mu = 0,01$ [3, с. 72]:

- площа поперечного перерізу колони становить:

$$A_c = \frac{N}{\varphi \cdot (f_{cd} - \mu \cdot f_{yd})} = \frac{723,63 \cdot 10^3}{0,92 \cdot (14,5 - 0,01 \cdot 435)} = 77492,67 \text{ мм}^2;$$

- сторона квадратного перерізу колони дорівнює:

$$h_c = \sqrt{A_c} = \sqrt{77492,67} = 278,38 \text{ мм;}$$

отже, зменшуємо розміри перерізу колони і остаточно приймаємо 300 x 300 мм.

Площу арматури визначаємо наступним чином: зазвичай колони армуються симетричною поздовжньою арматурою. При цьому переріз колони є нерівномірно стиснутим. Для колон 1-го поверху з достатньою точністю площа поздовжньої арматури може бути визначена, приймаючи, що деформації (напруження) в бетоні менш стиснутої грані дорівнюють нулю. Це відповідає граничному випадку нерівномірно стиснутого перерізу і, відповідно, мінімальній несучій здатності колони при епюрі деформацій у нормальному перерізі одного знаку, в даному випадку стиску. Площа арматури у цьому випадку знаходиться з рівняння рівноваги моментів зовнішніх і внутрішніх сил відносно менш стиснутої грані перерізу [2, с. 88-89]:

$$A_s = \frac{N_{Ed}(0,5h + e_1) - N_{c1}(d - 0,5y) - N_{c2} \left(\frac{2(h - y)}{3} - c \right)}{\sigma_s(d - c)},$$

де

$$y = \frac{\varepsilon_{cu3,cd} - \varepsilon_{c3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd}} \cdot h = \frac{0,0031 - 0,00063}{0,0031} \cdot 300 = 239,03 \text{ мм;}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{c1} = f_{cd} \cdot b \cdot y = 14,5 \cdot 10^{-3} \cdot 400 \cdot 318,71 = 1039,79 \text{ кН};$$

$$N_{c2} = 0,5 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot (h - y) = 0,5 \cdot 14,5 \cdot 10^{-3} \cdot 300 \cdot (300 - 239,03) = 132,61 \text{ кН};$$

$$\sigma_s = \varepsilon_s \cdot E_s = \varepsilon_{cu3,cd} \cdot \frac{h - c}{h} \cdot E_s = 0,0031 \cdot \frac{300 - 50}{300} \cdot 2,0 \cdot 10^5 = 516,67 \text{ МПа}.$$

Оскільки $\sigma_s = 516,67 \text{ МПа} > f_{yd} = 435 \text{ МПа}$, приймаємо $\sigma_s = f_{yd} = 435 \text{ МПа}$.

Моменти в перерізах колони першого поверху, в перерізах на рівні головної балки та верху фундаменту визначають з урахуванням моментів від геометричних неточностей e_1 [2, с. 88]:

$$e_1 = \max \left\{ e_1 = 20 \text{ мм}; e_1 = \frac{h}{30} \text{ мм}; \frac{L}{400} \text{ мм} \right\},$$

приймаємо $e_1 = 20 \text{ мм}$.

Тоді, необхідна площа поздовжньої арматури становить:

$$\begin{aligned} A_s &= ((723,63 \cdot 10^3 \cdot (0,5 \cdot 300 + 20) - 1039,79 \cdot 10^3 \cdot (300 - 0,5 \cdot 239,03) - \\ &\quad - 132,61 \cdot 10^3 \cdot ((2 \cdot (300 - 239,03))/3 - 50)) / (435 \cdot (300 - 50)) = \\ &= -583,07 \text{ мм}^2. \end{aligned}$$

Оскільки необхідну площу арматури отримали з від'ємним значенням, її діаметр приймаємо конструктивно: згідно з [7] мінімальний діаметр робочої арматури колони повинен бути не менше 12 мм, тоді симетричну поздовжню арматуру приймаємо 8Ø12 А500С, $A_s = 904 \text{ мм}^2$, армування колони виконуємо каркасами.

Перевіримо значення відсотка армування:

$$\rho_1 = \frac{A_s}{h^2} \cdot 100\% = \frac{904}{300^2} \cdot 100\% = 1\%,$$

отже, умова виконується, вимоги щодо конструювання задовольняються.

2.2.4. Перевірка умови забезпечення необхідної площі арматури

Перевіримо прийняту площу арматури:

$$A^{min} = \begin{cases} \frac{0,1N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 729,7 \cdot 10^3}{435} = 167,75 \text{ мм}^2 - \text{мінімальна площа;} \\ 0,002A_c = 0,002 \cdot 300 \cdot 300 = 180 \text{ мм}^2; \end{cases}$$

$$A^{max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 300 \cdot 300 = 3600 \text{ мм}^2 - \text{максимальна площа};$$

$$A^{min} = 167,75 \text{ мм}^2 < A_s = 904 \text{ мм}^2 < A^{max} = 3600 \text{ мм}^2,$$

отже, умова забезпечення необхідної площі арматури виконується.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

2.2.5. Конструювання колони цокольного поверху

Робочу арматуру (поздовжню) остаточно приймаємо – $8\phi 12$ А500С.

Діаметр поперечної арматури повинен бути не менше ніж 6 мм, або чверть від максимального діаметра поздовжніх стрижнів залежно від того, яка з величин більша [8, с. 100, п. 8.5.3.1]. Отже, оскільки $0,25 \cdot 12 = 3 \text{ мм} < 6 \text{ мм}$, поперечну арматуру приймаємо $\phi 8$.

Крок поперечної арматури вдовж колони не повинен перевищувати $S_{cl,t max}$. Величину $S_{cl,t max}$ рекомендується приймати найменшу із наступних трьох відстаней: 20-кратний мінімальний діаметр поздовжньої арматури – $20d = 240 \text{ мм}$; найменший розмір колони – 300 мм; 400 мм [8, с. 100, п. 8.5.3.3].

Отже, поперечне армування колони приймаємо $\phi 8$ А500С з кроком 250 мм.

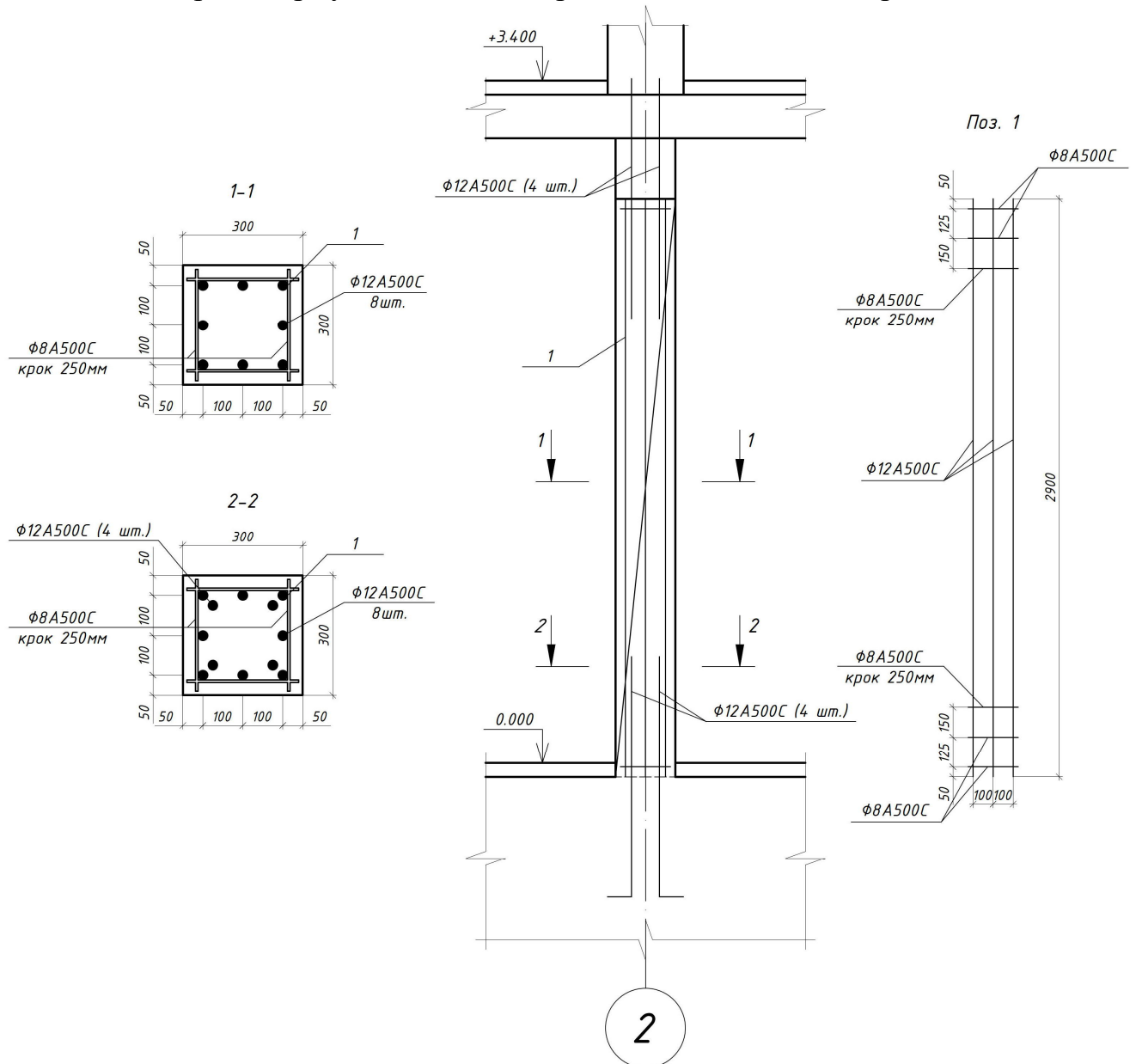


Рис. 2.2. Схема армування монолітної колони зварними каркасами

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

2.3. Розрахунок плити перекриття над підвальним приміщенням

Виконаємо розрахунок та законструюємо монолітне перекриття над підвальним приміщенням, яке передбачене під усім будинком та у випадку надзвичайних ситуацій може виконувати роль укриття (захисної споруди цивільного захисту). Тому розрахунок плити перекриття виконуватимемо як плити покриття для споруди подвійного призначення (далі СПП), згідно з ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту».

Детальний опис підвального приміщення дуплексу та усіх його конструктивних особливостей наведений в розділі «Архітектурно-планувальні рішення».

Вихідні дані для проектування плити перекриття

Матеріали:

бетон класу С20/25 з наступними характеристиками:

$$f_{cd} = 14,5 \text{ МПа}; f_{ck} = 18,5 \text{ Мпа}; f_{ctm} = 2,2 \text{ Мпа}; \varepsilon_{cu3,cd} = 3,10\text{‰};$$

арматура класу А500 з наступними характеристиками:

$$f_{yk} = 500 \text{ МПа}; f_{yd} = 435 \text{ МПа}; E_s = 2,0 \times 10^5 \text{ МПа}; \varepsilon_{so} = 2,1\text{‰}.$$

2.3.1. Збір навантажень на плиту перекриття

Конструкції захисних споруд та СПП повинні бути запроєктовані на вплив комбінацій навантажень при усталеній (основній) і аварійній розрахункових ситуаціях. Комбінації навантажень при усталеній (основній) розрахунковій ситуації визначають відповідно до вимог [6]. При розрахунках на аварійні комбінації навантажень слід враховувати квазістатичне навантаження від дії повітряної ударної хвилі відповідно класу чи групи захисної споруди [9, с. 65, п. 14.1.1.1].

Вплив дії повітряної ударної хвилі на конструкції враховується граничним розрахунковим значенням квазістатичного навантаження [9, с. 65, п. 14.1.1.2].

Приведене навантаження на елементи конструкцій визначається умовами дії повітряної ударної хвилі на захисну споруду чи СПП залежно від розміщення, заглиблення їх у ґрунт та гідрогеологічних умов. Приведене навантаження R_p приймається рівномірно розподіленим по площі та прикладеним нормально (перпендикулярно) до поверхні конструкції та визначається для кожної конструкції окремо [9, с. 65, п. 14.1.2.1].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виконаємо збір навантажень на 1 м² плити перекриття СПП:

Таблиця 2.3.

Навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м ²	γ_n	γ_{fm}	Розрахункове навантаження, кН/м ²
1	2	3	4	5
Постійне g при усталеній та аварійній розрахункових ситуаціях:				
клинкерна цегла: $0,04 \cdot 1,5 \cdot 9,81 = 0,59$ кН/м ² ;	0,59	1,0	1,2	0,71
цементно-піщана стяжка: $0,03 \cdot 2 \cdot 9,81 = 0,59$ кН/м ² ;	0,59	1,0	1,3	0,77
утеплювач: $0,1 \cdot 0,2 \cdot 9,81 = 0,18$ кН/м ² ;	0,2	1,0	1,3	0,26
штукатурка: $0,015 \cdot 1,87 \cdot 9,81 = 0,28$ кН/м ² ;	0,28	1,0	1,3	0,36
вага з/б плити: $0,35 \cdot 2,5 \cdot 9,81 = 5,4$ кН/м ² ;	8,58	1,0	1,1	9,44
Тимчасове v при усталеній розрахунковій ситуації:				
<u>тривале:</u> $v = 6$ кН/м ²	6	1,0	1,2	7,2
<u>короткочасне:</u> $v = 1,5$ кН/м ² (згідно з ДБН В.1.2-2:2006)	1,5	1,0	1,3	1,95
Квазістатичне q від дії ударної хвилі:				
<u>вертикальне приведенне:</u> $P_1 = \Delta P_{ex} = 100$ кН/м ² ;	100			100
<u>граничне розрахункове значення:</u> $q_{ex,d} = \gamma_f \cdot q_{ex,eqv} = \gamma_f \cdot P_1 \cdot K_d$ $q_{ex,eqv} = 100 \cdot 1,2 = 120$ кН/м ²	120		1,0	120
Всього	237,74			240,69

Конструювання та розрахунок плити виконуємо за розрахунковим сполученням навантажень (РСН) з допомогою ПК «САПФІР 2024» та «ЛІРА-САПР 2024».

2.3.2. Розрахунок плити перекриття

Враховуючи, що секції дуплексу мають аналогічні розміри в плані, планування, площі приміщень та навантаження від конструктивних елементів, для зручності розрахунок плити виконуємо для однієї секції будівлі. Пливу, що розраховується виділено на плані перекриття дуплексу, рис.2.3.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

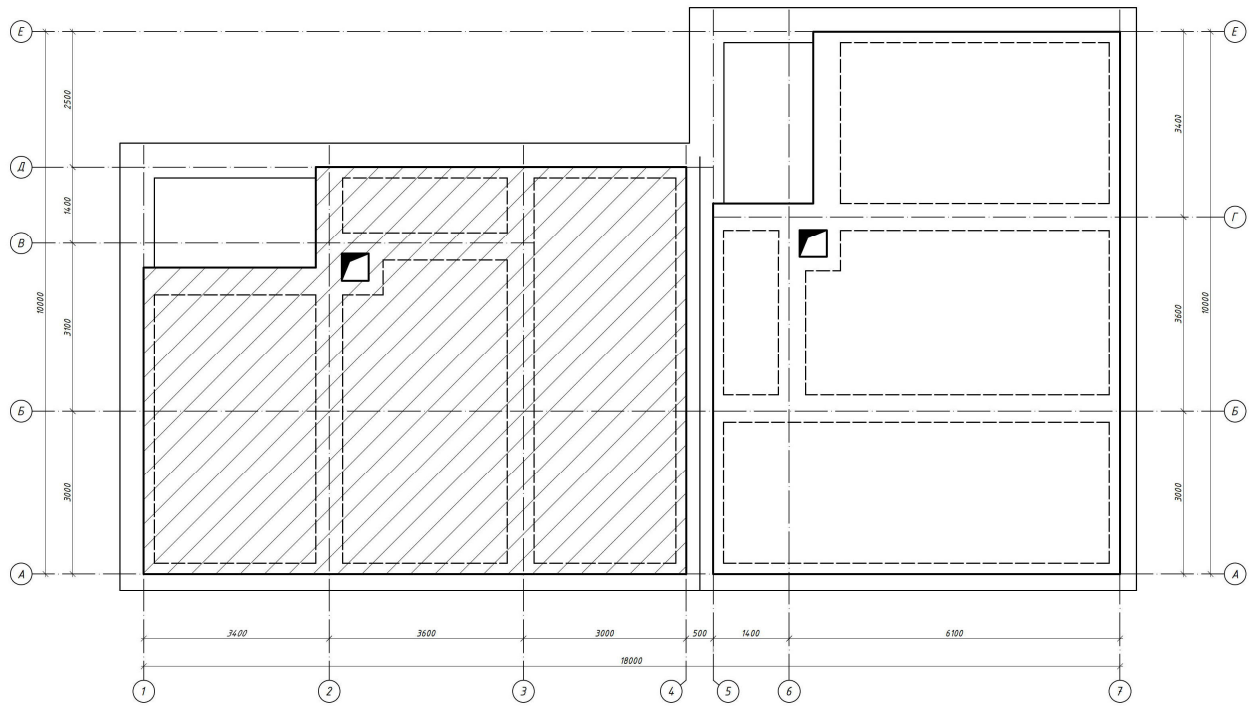


Рис. 2.3. План перекриття дуплексу

Побудуємо розрахункову модель секції дуплексу в ПК САПФІР та виконаємо розрахунок в ПК ЛІРА-САПР.

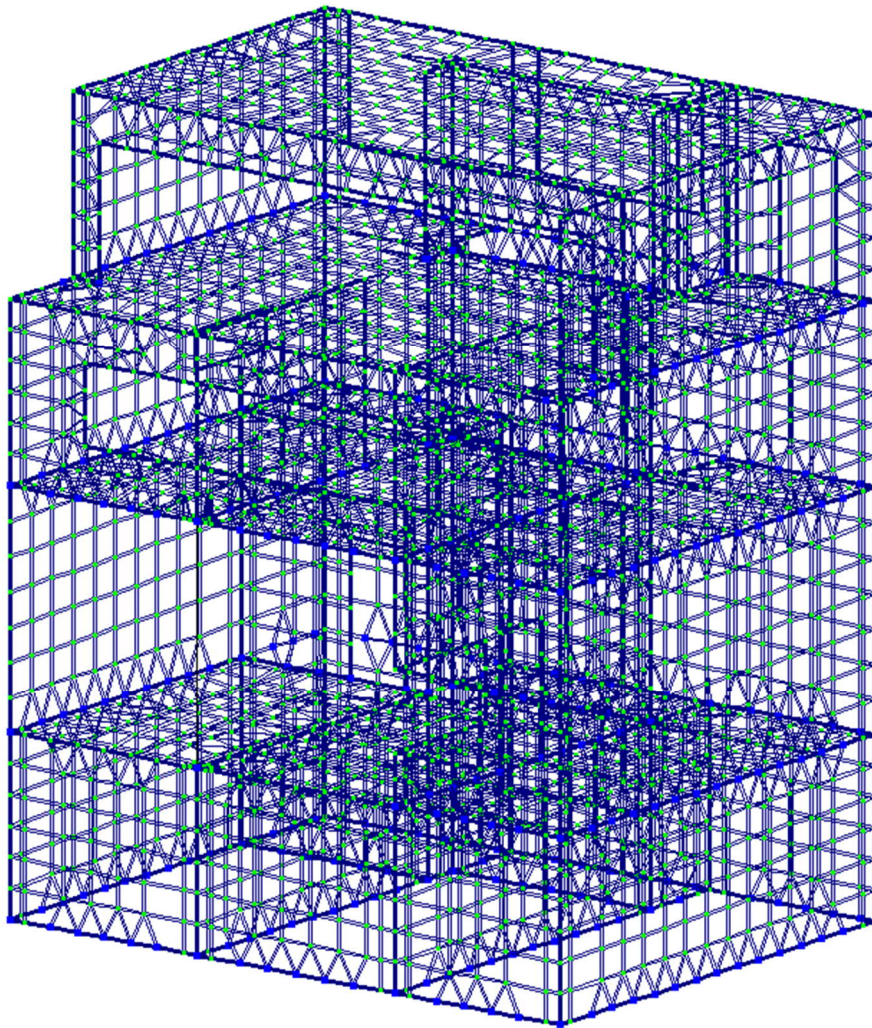


Рис. 2.4. Розрахункова модель секції дуплексу

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

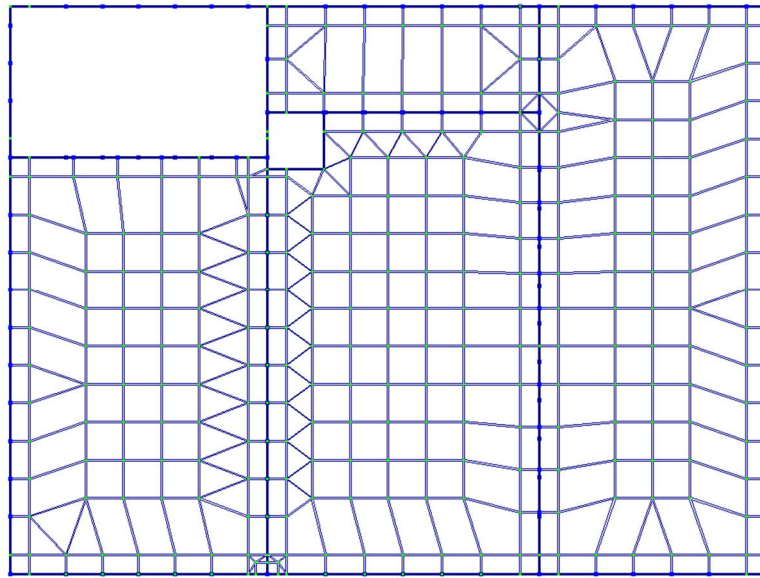


Рис. 2.5. Розрахункова схема плити покриття

Виконавши розрахунок в ЛІРА-САПР, виконаємо аналіз отриманих результатів.

Згідно з результатами розрахунку плити покриття за РСН, при стандартному її обпиранні:

- максимальні переміщення в плиті по вісі Z складають 1,36 мм (рис. 2.8);
- максимальний згинальний момент по вісі «X» становить $M_x = 98,1$ кНм, мінімальний момент – $M_x = -153$ кНм (рис. 2.6.);
- максимальний згинальний момент по вісі «Y» дорівнює $M_y = 63,8$ кНм, мінімальний момент – $M_y = -158$ кНм (рис. 2.7.).

Відповідно до розрахунку, необхідний діаметр арматури в перерізі плити становить:

- у нижній грані плити вздовж вісі «X»: в середньому прольоті – $\emptyset 20$ А500; в крайніх прольотах - $\emptyset 12$ А500 (рис. 2.9.);
- у нижній грані плити вздовж вісі «Y»: в середньому прольоті – $\emptyset 12$ А500; в крайніх прольотах - $\emptyset 12$ А500 (рис. 2.10.);
- у верхній грані плити вздовж вісі «X»: в середньому прольоті – $\emptyset 12$ А500; в крайніх прольотах - $\emptyset 12$ А500 та $\emptyset 16$ А500 в прольоті між вісями «1» та «2» (рис. 2.11.);
- у верхній грані плити вздовж вісі «Y»: в середньому прольоті – $\emptyset 16$ А500; в крайніх прольотах - $\emptyset 16$ А500 та $\emptyset 12$ А500 в прольоті між вісями «3» та «4» (рис. 2.12.).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

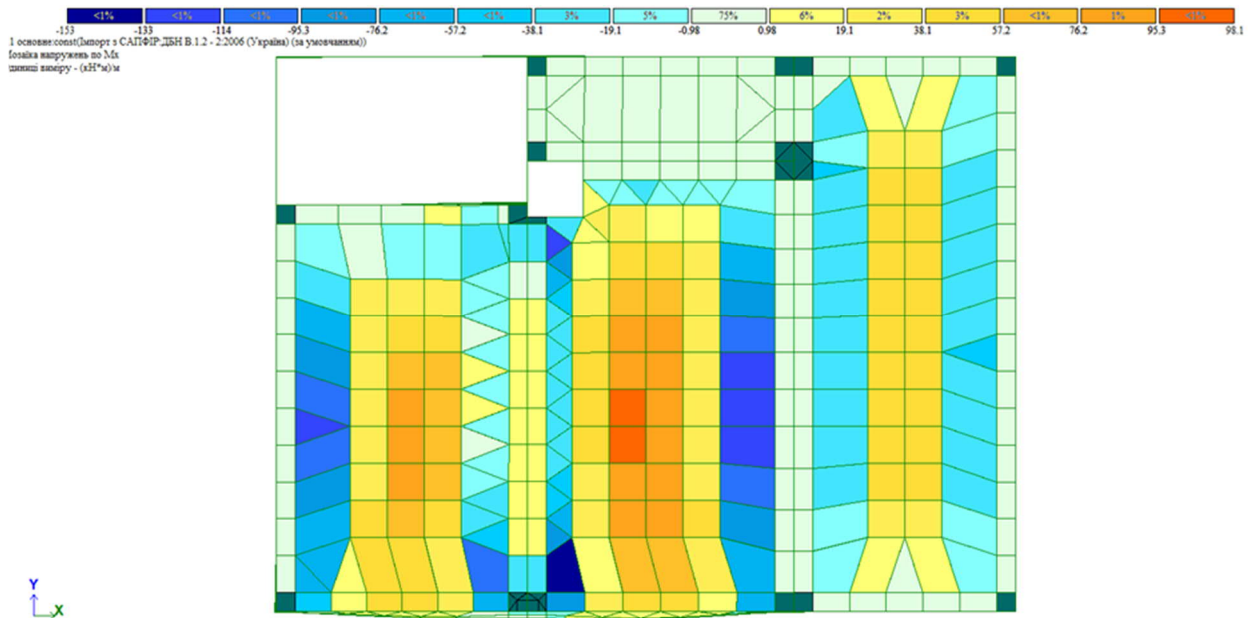


Рис. 2.6. Мозаїка напружень по M_x

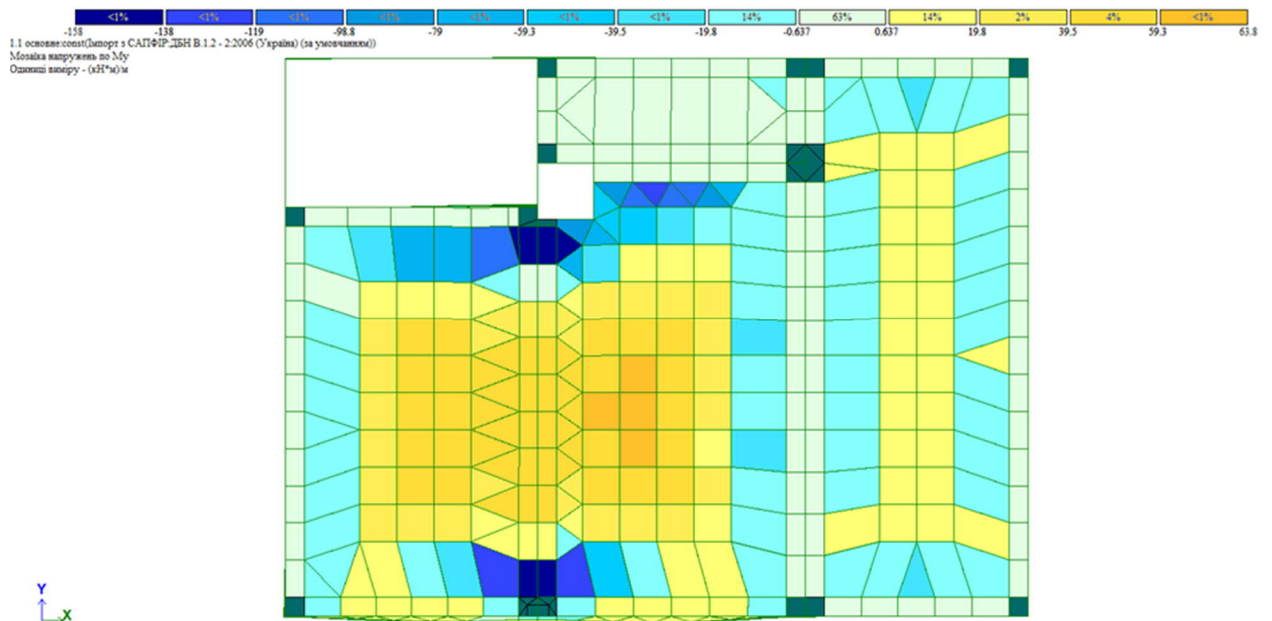


Рис. 2.7. Мозаїка напружень по M_y

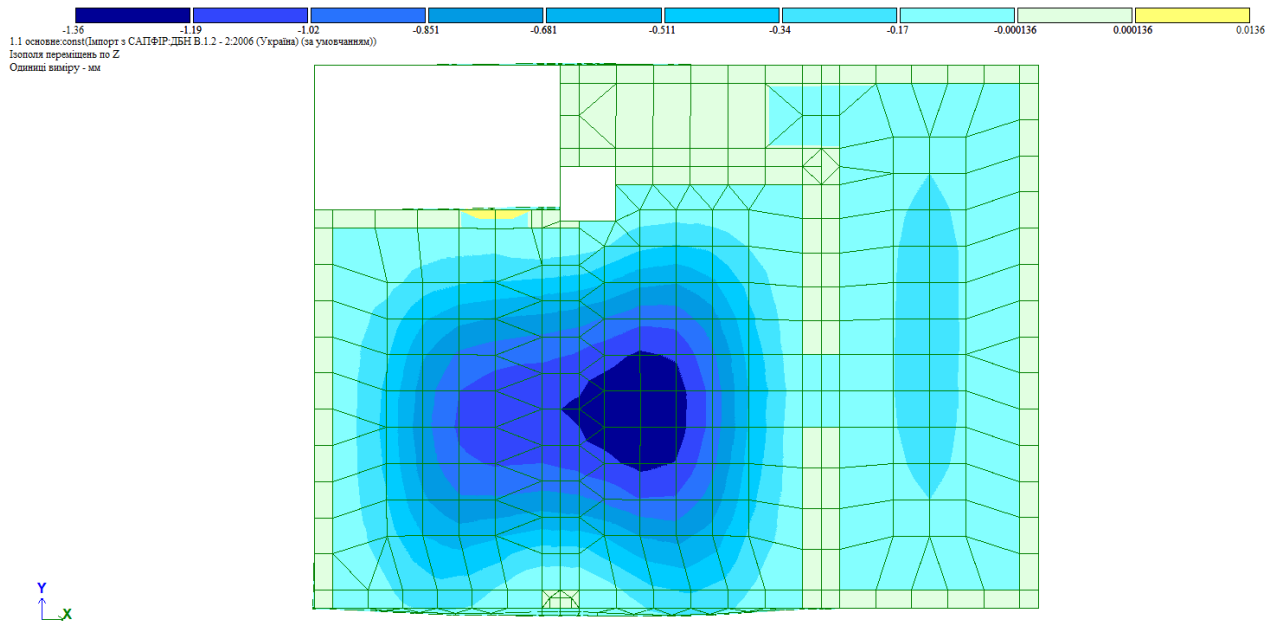


Рис. 2.8. Ізополя переміщень по Z

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

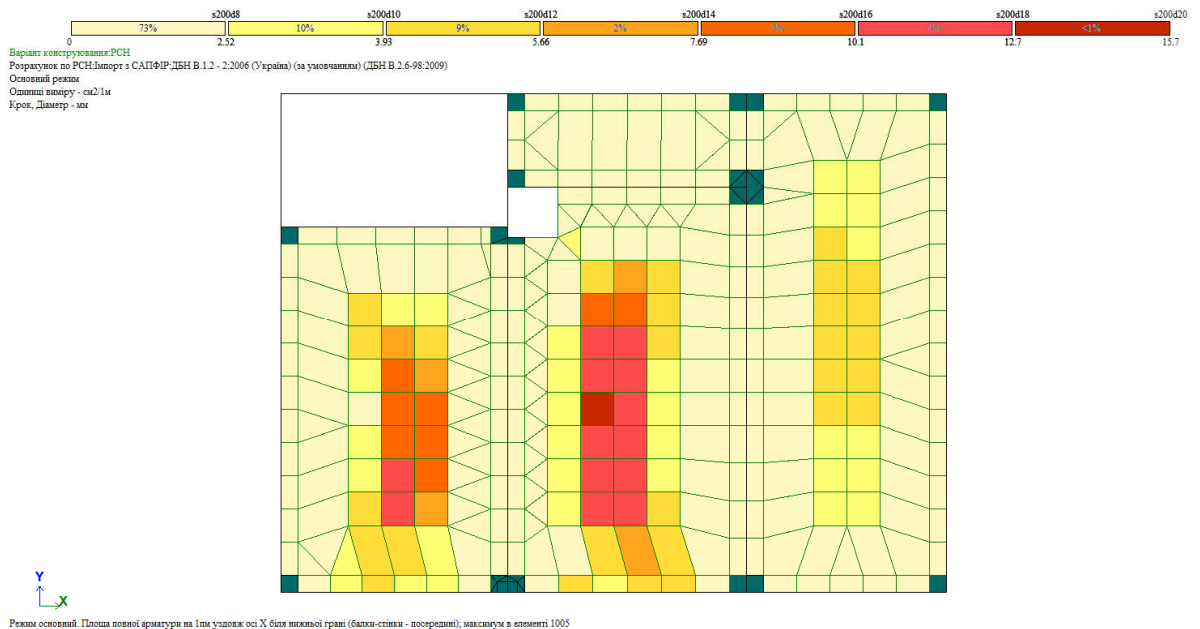


Рис. 2.9. Площа нижньої арматури уздовж осі X

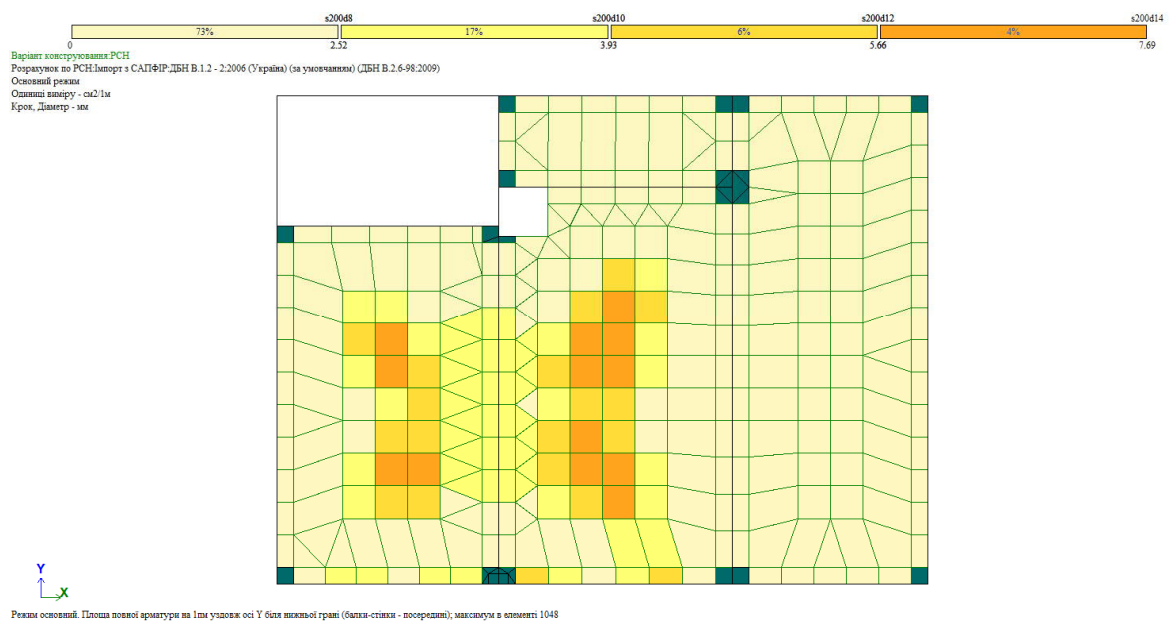


Рис. 2.10. Площа нижньої арматури уздовж осі Y

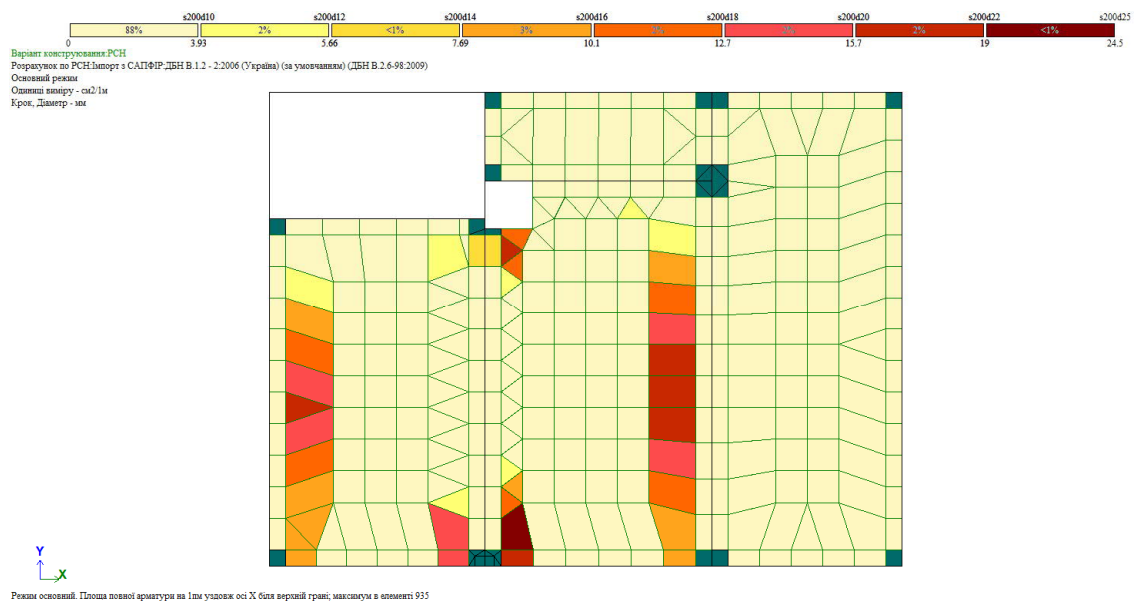


Рис. 2.11. Площа верхньої арматури уздовж осі X

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

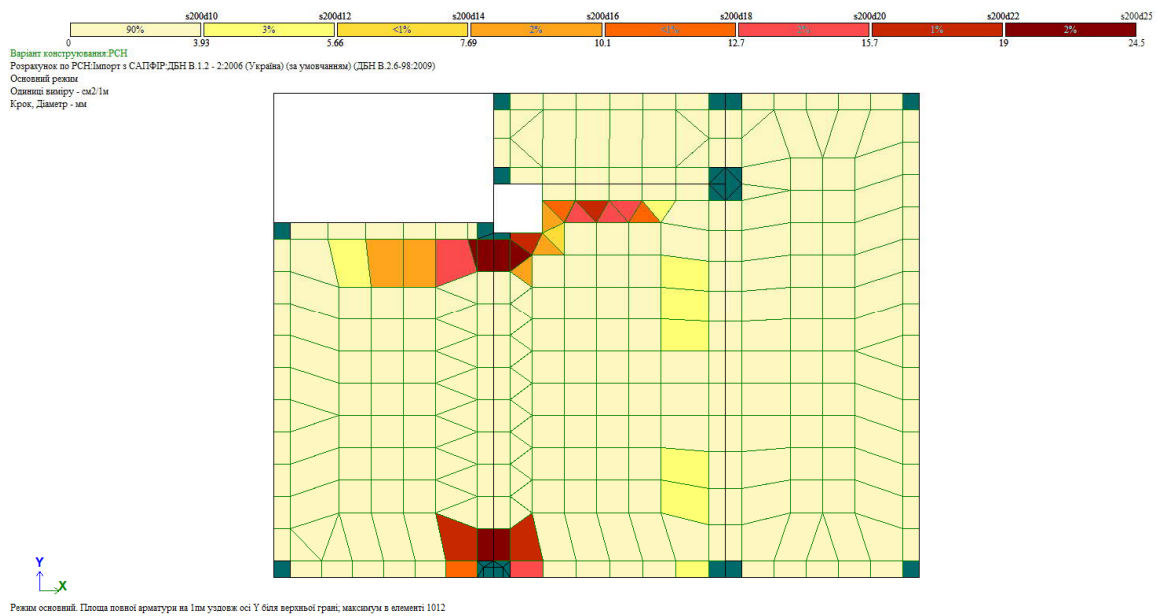


Рис. 2.12. Площа верхньої арматури уздовж осі Y

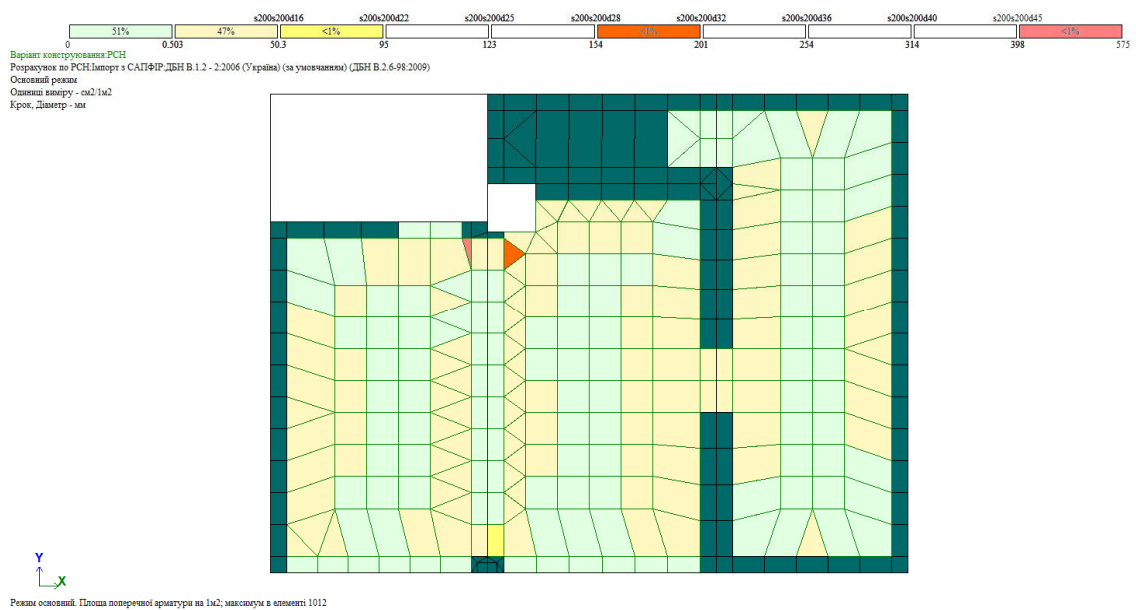


Рис. 2.13. Площа поперечної арматури

2.3.3. Перевірка несучої здатності плити

Виконаємо перевірку несучої здатності 1 м^2 залізобетонного перерізу заармованого арматурою A_S відповідно до вихідних даних:

$$b = 1000 \text{ мм};$$

$$l = 1000 \text{ мм};$$

$$h = 350 \text{ мм};$$

$$a = 35 \text{ мм};$$

$$M_{Ed} = N_{Ed} \cdot e = (G_{\text{заг}} + V) \cdot e = 240,69 \cdot 0,02 = 4,81 \text{ кНм};$$

бетон класу C20/25 з наступними характеристиками:

$$f_{cd} = 14,5 \text{ МПа}; \quad \varepsilon_{cu3,cd} = 3,10\text{‰};$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

арматура 12Ø20 А500 з наступними характеристиками:

$$f_{yd} = 435 \text{ Мпа}; E_s = 2,0 \times 10^5 \text{ Мпа}; A_s = 678 \text{ мм}^2.$$

Виконаємо перевірку:

$$\xi_R = \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + f_{yd}/E_s} = \frac{31000}{31000 + 435/2,0 \cdot 10^5} = 1;$$

$$d = h - a = 350 - 24 = 310 \text{ мм};$$

$$\rho = A_s/(b \cdot d) \cdot 100\% = 678/(1000 \cdot 310) \cdot 100\% = 0,22\%;$$

$$\frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{435}{14,5} = 30;$$

$$\zeta = 1 - 0,5\rho \left(\frac{f_{yd}}{f_{cd}} \right) = 1 - 0,5 \cdot 0,0022 \cdot 30 = 0,967;$$

згідно з [3, с. 80] при $\zeta = 0,967, \zeta = 0,08 < \xi_R = 1$;

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot d \cdot \zeta = 678 \cdot 435 \cdot 310 \cdot 0,967 = 88,41 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 88,41 \text{ кНм};$$

$$M_{Rd} = 88,41 \text{ кНм} > M_{Ed} = 4,81 \text{ кНм} - \text{міцність забезпечена.}$$

Виконаємо підбір арматури залежно від максимального моменту, що виникає у плиті та порівняємо отриманий результат з підсумком, отриманим внаслідок розрахунку в програмному комплексі ЛІРА-САПР.

Максимальний момент по вісі «Х», що виникає в плиті перекриття становить:

$$M_{max,x} = 98,1 \text{ кНм.}$$

$$\alpha_m = \frac{M_{max,x}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{98,1}{1 \cdot 0,31^2 \cdot 14,5 \cdot 10^3} = 0,07;$$

При $\alpha_m = 0,07$ відповідні значення: $\xi = 0,09$; $\zeta = 0,964$ згідно з [3, с. 80].

$$A_s = \frac{M}{f_{yd} \cdot \zeta \cdot d} = \frac{98,1 \cdot 10^6}{435 \cdot 0,964 \cdot 310} = 754,64 \text{ мм}^2,$$

отже, приймаємо 8Ø12 А500, $A_s = 904 \text{ мм}^2$ з кроком 200 мм;

$$A_s = 904 \text{ мм}^2 > 754,64 \text{ мм}^2 [10, с. 10-12].$$

Згідно з підбором арматури у ЛІРА-САПР, було прийнято:

4Ø20 А500, $A_s = 1256 \text{ мм}^2$ та 4Ø12 А500, $A_s = 452 \text{ мм}^2$ з кроком 200 мм;

$$A_s = 1256 + 452 = 1708 \text{ мм}^2 > 754,64 \text{ мм}^2 [10, с. 10-12].$$

Максимальний момент по вісі «У», що виникає в плиті перекриття становить:

$$M_{max,y} = 63,8 \text{ кНм.}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha_m = \frac{M_{max,y}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{63,8}{1 \cdot 0,31^2 \cdot 14,5 \cdot 10^3} = 0,05;$$

При $\alpha_m = 0,07$ відповідні значення: $\xi = 0,065$; $\zeta = 0,974$ згідно з [3, с. 80].

$$A_s = \frac{M}{f_{yd} \cdot \zeta \cdot d} = \frac{63,8 \cdot 10^6}{435 \cdot 0,974 \cdot 310} = 485,75 \text{ мм}^2,$$

отже, приймаємо 8Ø10 A500, $A_s = 628 \text{ мм}^2$ з кроком 200 мм;

$$A_s = 628 \text{ мм}^2 > 485,75 \text{ мм}^2 \text{ [10, с. 10-12].}$$

Згідно з підбором арматури у ЛПРА-САПР, було прийнято:

4Ø16 A500, $A_s = 804 \text{ мм}^2$ та 4Ø12 A500, $A_s = 452 \text{ мм}^2$ з кроком 200 мм;

$$A_s = 804 + 452 = 1256 \text{ мм}^2 > 485,75 \text{ мм}^2 \text{ [10, с. 10-12].}$$

Отже, результат підбору діаметру арматури в ПК ЛПРА-САПР задовольняє умову необхідної площі арматури згідно з ручним підбором, однак варто відмітити, що програмний комплекс виконує підбір необхідних діаметрів арматури зі значним запасом, тому є більш надійним, проте менш економічно вигідним.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

Консультант _____ Підлуцький В.Л.

Здобувач _____ Афтенюк І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1. Аналіз ґрунтових умов

3.1.1. ІГЕ-1

Рослинний – ґрунт, який характеризується підвищеною пористістю та наявністю органічних речовин (до 2.3%), відноситься до гумусованих супісків або суглинків, залягає на поверхні, має порожнечу у вигляді ходів землерийв, залишки коріння дерев та рослин. Даний ґрунт є сильно стисливим та має низьку міцність, його властивості погіршуються при збільшенні вологості, тому його не можна використовувати як природну основу.

Потужність (товщина) рослинного ґрунту на даному будівельному майданчику складає 1,1 м, щільність $\rho = 1,52 \text{ Т/м}^3$.

Питома вага рослинного ґрунту становить:

$$\gamma_1 = \rho_1 \cdot g = 1,52 \cdot 9,81 = 14,91 \text{ кН/м}^3.$$

3.1.2. ІГЕ-2

Глинистий – ґрунт, який здатний вбирати велику кількість води та через велику в'язкість і щільність може зберігати її протягом довгого часу та дуже повільно пропускати вглиб. Даний ґрунт має досить малу кількість повітря та є важким в обробленні.

Потужність ґрунту на будівельному майданчику складає 6,4 м. В даному випадку глинистий ґрунт має наступні характеристики:

$$\rho = 1,86 \text{ Т/м}^3, \rho_s = 2,67 \text{ Т/м}^3, W = 0,13, W_p = 0,11, W_L = 0,14.$$

Визначимо назву глинистого ґрунту:

$$I_p = W_L - W_p = 0,14 - 0,11 = 0,03,$$

отже, відповідно до [11, табл. Б11] назва глинистого ґрунту – супісок.

Враховуючи гранулометричний склад, згідно з [11, табл. Б12] визначаємо додаткову назву різновиду глинистого ґрунту – піщанистий.

Залежно від показника текучості визначаємо стан глинистого ґрунту відповідно до [11, табл. Б14]:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{W - W_p}{I_p} = \frac{0,13 - 0,11}{0,03} = 0,67.$$

Отже, враховуючи число пластичності, гранулометричний склад та показник текучості, повна назва глинистого ґрунту – **супісок піщанистий, пластичний**.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо інші показники фізичних властивостей глинистого ґрунту:

- щільність ґрунту в сухому стані (скелету ґрунту):

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W} = \frac{1,86}{1 + 0,13} = 1,64 \text{ Т/м}^3;$$

- коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,67 - 1,64}{1,64} = 0,63;$$

- коефіцієнт водонасичення:

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,13 \cdot 2,67}{0,63 \cdot 1} = 0,55 \text{ Т/м}^3;$$

- питома вага ґрунту:

$$\gamma_2 = \rho_2 \cdot g = 1,86 \cdot 9,81 = 18,25 \text{ кН/м}^3.$$

Визначимо нормативні показники міцності за інтерполяцією за [12, табл. В.2]:

$$\varphi_n = 24,4^\circ - \text{кут внутрішнього тертя};$$

$$c_n = 13,4 \text{ кПа} - \text{величину питомого зчеплення}.$$

Визначимо модуль деформації E за [12, табл. В.3] за інтерполяцією:

$$E = 17,6 \text{ МПа}.$$

За подвійною інтерполяцією визначимо розрахунковий опір за [12, табл. Е.3]:

$$R_0 = 246 \text{ кПа}.$$

3.1.3. ПГЕ-3

Піщаний – ґрунт, який є легким, має дрібнозернисту структуру та високу проникність води. Потужність ґрунту становить 6,3 м та має основні показники, що визначені в лабораторії: $\rho = 1,79 \text{ Т/м}^3$, $\rho_s = 2,65 \text{ Т/м}^3$, $W = 0,1$.

Назву піщаного ґрунту та його неоднорідність визначаємо гранулометричним складом. Для цього зробимо необхідні вирахування в табличній формі (табл. 3.1):

Таблица 3.1.

	Ø сит.	2.0	1.0	0.5	0.25	0.1	піддон
1	Фракція, мм	> 2.0	1.0-2.0	0.5-1.0	0.25-0.5	0.1-0.25	< 0.1
2	Гран. склад, %	1.8	11	16.2	21.4	38.1	11.5
3	Σ% > гранич. Ø	1.8	12.8	29	50.4	88.5	100
4	Σ% < гранич. Ø	98.2	87.2	71	49.6	11.5	0

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За гранулометричним складом згідно з [11, табл. Б10] визначаємо різновид піщаного ґрунту: отже, назва піщаного ґрунту – пісок середньої крупності.

Відповідно до отриманого результату, будуємо графік гранулометричного складу, який дає змогу визначити неоднорідність піску, охарактеризувати кривизну графіка, величину якої завгодно фракції частинок та діаметр частинок, що відсікає задану кількість частинок піску по масі. Побудову графіка виконуємо в лінійному масштабі.

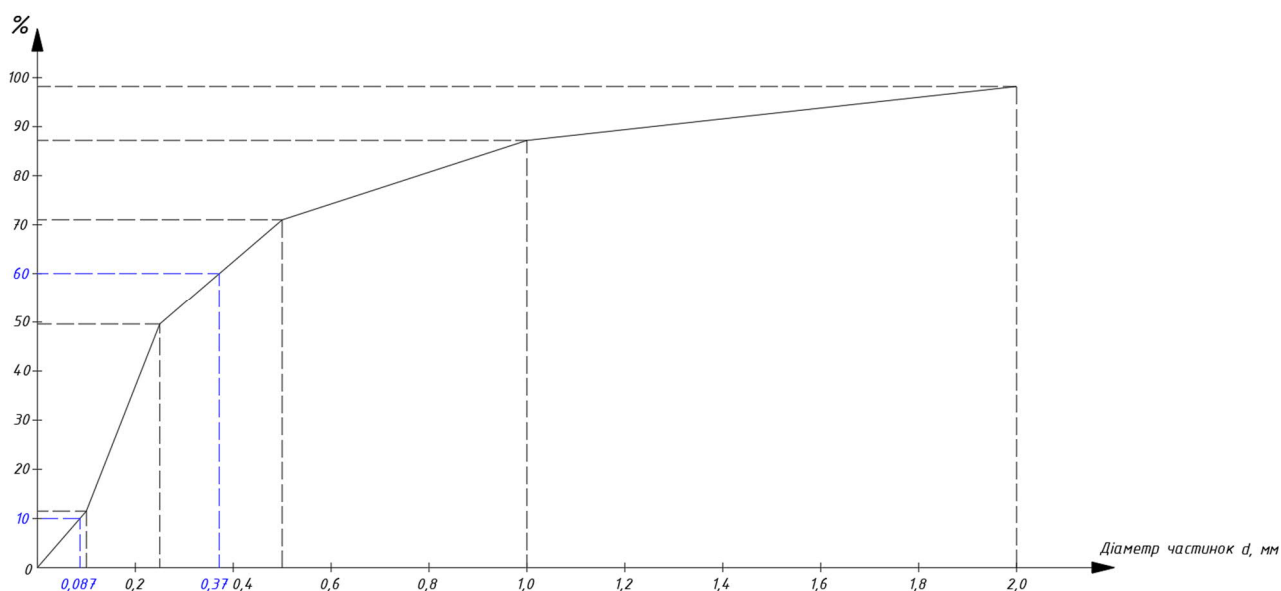


Рис. 3.1. Сумарна крива

Визначивши d_{60} і d_{10} , відповідно до [11, с. 31, п. 2.2] вирахуємо показник неоднорідності та ступінь неоднорідності піску:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{0,37}{0,087} = 4,25,$$

отже, стан піщаного ґрунту – неоднорідний.

Щільність ґрунту в сухому стані – скелету ґрунту становить:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w} = \frac{1,79}{1 + 0,1} = 1,63 \text{ Т/м}^3.$$

Коефіцієнт пористості дорівнює:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,65 - 1,63}{1,63} = 0,63.$$

Визначимо назву різновиду ґрунту за щільністю будови: отже, відповідно до [11, табл. Б18] маємо ґрунт середньої щільності.

Згідно з [11, табл. Б17] додатково класифікуємо ґрунт за ступенем водонасичення:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,1 \cdot 2,65}{1,63 \cdot 1} = 0,16 \text{ Т/М}^3,$$

отже, стан піщаного ґрунту – малий ступінь водонасичення.

Таким чином, повна назва ґрунту – **пісок середньої крупності, неоднорідний, середньої щільності, малого ступеню водонасиченості.**

Питома вага ґрунту становить:

$$\gamma_3 = \rho_3 \cdot g = 1,79 \cdot 9,81 = 17,56 \text{ кН/М}^3.$$

Величини c_n , φ_n , E , що характеризують міцність цього піску, як нормативні показники, визначаємо за [12, табл. В.2] за інтерполяцією на основі фізичних характеристик, враховуючи різновид піску за гранулометричним складом та його коефіцієнтом пористості:

- величина φ_n , [град]:

$$\varphi_n = \varphi_2 + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{e_2 - e_1} (e_2 - e) = 35 + \frac{38 - 35}{0,65 - 0,55} (0,65 - 0,63) = 37,6^0;$$

- величина c_n , [кПа]:

$$c_n = c_2 + \frac{c_1 - c_2}{e_2 - e_1} (e_2 - e) = 1 + \frac{2 - 1}{0,65 - 0,55} (0,65 - 0,63) = 1,2 \text{ кПа};$$

- модуль деформації E , [МПа]:

$$E = E_2 + \frac{E_1 - E_2}{e_2 - e_1} (e_2 - e) = 30 + \frac{40 - 30}{0,65 - 0,55} (0,65 - 0,63) = 32 \text{ кПа}.$$

Розрахунковий опір піску визначимо за [12, табл. Е.2]:

$$R_0 = 400 \text{ кПа}.$$

3.1.4. ПГЕ-3а

Пісок середньої крупності, неоднорідний, середньої щільності, водонасичений.

Ступінь водонасичення даного ґрунту становить:

$$S_r = 1 \text{ Т/М}^3 - \text{насичений водою}.$$

Частина показників зберігають свої значення:

$$\rho_d = 1,63 \text{ Т/М}^3; \rho_s = 2,65 \text{ Т/М}^3; e = 0,63; \varphi_n = 37,6^0; c_n = 1,2 \text{ кПа}; E = 32 \text{ кПа}.$$

Максимальна вологість ґрунту у водонасиченому стані становить:

$$W_{sat} = W_{max} = \frac{e - \rho_w}{\rho_s} = \frac{0,63 - 1}{2,65} = 0,24.$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Щільність ґрунту у водонасиченому стані становить:

$$\rho_{sat} = \rho_d \cdot (1 + W_{sat}) = 1,63 \cdot (1 + 0,24) = 2,02 \text{ Т/М}^3.$$

Питома вага ґрунту:

$$\gamma_{sat} = \rho_{sat} \cdot g = 2,02 \cdot 9,81 = 19,82 \text{ кН/М}^3.$$

Щільність ґрунту в завислому (у виваженому) стані із врахуванням виштовхувальної сили води дорівнює:

$$\rho'_{sat} = \rho_{sat} - \rho_w = 2,02 - 1 = 1,02 \text{ Т/М}^3.$$

Питома вага у завислому (у виваженому) стані:

$$\gamma'_{sat} = \rho'_{sat} \cdot g = 1,02 \cdot 9,81 = 10,01 \text{ кН/М}^3.$$

Розрахунковий опір піску визначимо за [12, табл. Е.2]:

$$R_0 = 400 \text{ кПа}.$$

3.1.5. ІГЕ-4

Глинистий – ґрунт, потужністю 7 м, має наступні характеристики:

$$\rho = 1,83 \text{ Т/М}^3, \rho_s = 2,69 \text{ Т/М}^3, W = 0,14, W_p = 0,14, W_L = 0,27.$$

Визначимо назву глинистого ґрунту залежно від числа пластичності за табл.8:

$$I_p = W_L - W_p = 0,27 - 0,14 = 0,13,$$

отже, відповідно до [11, табл. Б11] назва глинистого ґрунту – суглинок.

Враховуючи гранулометричний склад, згідно з [11, табл. Б12] визначаємо додаткову назву різновиду глинистого ґрунту – важкий піщанистий.

Залежно від показника текучості визначаємо стан глинистого ґрунту відповідно до [11, табл. Б14]:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{W - W_p}{I_p} = \frac{0,14 - 0,14}{0,13} = 0,$$

отже, враховуючи число пластичності, гранулометричний склад та показник текучості, повна назва глинистого ґрунту – **суглинок важкий, піщанистий, напівтвердий**.

Визначимо інші показники фізичних властивостей даного ґрунту:

- щільність ґрунту в сухому стані (скелету ґрунту) становить:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W} = \frac{1,83}{1 + 0,14} = 1,61 \text{ Т/М}^3;$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,69 - 1,61}{1,61} = 0,67;$$

- коефіцієнт водонасичення:

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,14 \cdot 2,69}{0,67 \cdot 1} = 0,56 \text{ T/м}^3;$$

- питома вага ґрунту дорівнює:

$$\gamma_4 = \rho_4 \cdot g = 1,83 \cdot 9,81 = 17,95 \text{ кН/м}^3.$$

Визначимо нормативні показники міцності за інтерполяцією за [12, табл. В.2]:

$$\varphi_n = 23,8^\circ - \text{кут внутрішнього тертя};$$

$$c_n = 29,8 \text{ кПа} - \text{величину питомого зчеплення}.$$

Визначимо модуль деформації E за табл.13 за інтерполяцією за [12, табл. В.3]:

$$E = 21 \text{ МПа}.$$

За подвійною інтерполяцією визначимо розрахунковий опір за [12, табл. Е.3]:

$$R_0 = 258 \text{ кПа}.$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зведена таблиця нормативних значень фізико-механічних показників ґрунтів будівельного майданчика

Таблиця 3.2.

Номер ІГЕ	Повне найменування ґрунту	Глибина залягання підлоги, м	Щільність ґрунту, $\frac{m}{m^3}$ ($\frac{g}{cm^3}$)			Природна вологість	Питома вага ґрунту, $\frac{kH}{m^3}$	коefficient пористості	коefficient водонасичення	Вологість на межі		Число пластичності	Показник текучості, I_L	Питома зчеплення, кПа	Кут внутрішнього тертя, град	Модуль деформації, МПа	Розрахунковий опір, кПа	Примітки
			у природному / у виваженому стані	сухого скелету	частинок					текучості	пластичності							
1	Рослинний	1,1	1,52	-	-	-	14,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	слабкий
2	Супісок піщанистий, пластичний	7,5	1,86	1,64	2,67	0,13	18,25	0,63	0,55	0,14	0,11	0,03	0,67	13,4	24,4	17,6	246	
3	Пісок середньої крупності, неоднорідний, середньої щільності, малого ступеню водонасиченості	10,3	1,79	1,63	2,65	0,10	17,56	0,63	0,16	-	-	-	-	1,2	37,6	32	400	
3а	Пісок середньої крупності, неоднорідний, середньої щільності, малого ступеню водонасичення	13,8	2,02/ 1,02	1,63	2,65	0,24	19,82/ 10,01	0,63	1	-	-	-	-	1,2	37,6	32	400	нижче рівня води
4	Суглинок важкий, піщанистий, напівтвердий	20,8	1,83	1,61	2,69	0,14	17,95	0,67	0,56	0,27	0,14	0,13	0	29,8	23,8	21	258	водотривкий

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величини розрахункових показників ІГЕ будівельного майданчика

Таблиця 3.3.

Номер ІГЕ	Повне найменування ґрунту	для II граничного стану					для I граничного стану		
		Питома вага ґрунту	Питоме зчеплення	Кут внутрішнього тертя	Модуль деформації	Розрахунковий опір	Питома вага ґрунту	Питоме зчеплення	Кут внутрішнього тертя
		$\gamma^II, \text{кН}/\text{м}^3$	$c^II, \text{кПа}$	$\varphi^II, \text{град}$	$E, \text{МПа}$	$R_0, \text{кПа}$	$\gamma^I, \text{кН}/\text{м}^3$	$c^I, \text{кПа}$	$\varphi^I, \text{град}$
1	Рослинний	14,91	-	-	-	-	14,2	-	-
2	Супісок піщанистий, пластичний	18,25	13,4	24,4	17,6	246	17,38	8,93	22,18
3	Пісок середньої крупності, неоднорідний, середньої щільності, малого ступеню водонасиченості	17,56	1,20	37,6	32	400	16,72	0,80	34,18
3а	Пісок середньої крупності, неоднорідний, середньої щільності, малого ступеню водонасичений	19,82/ 10,01	1,20	37,6	32	400	18,88/ 9,53	0,80	34,18
4	Суглинок важкий, піщанистий, напівтвердий	17,95	29,8	23,8	21	258	17,10	19,86	20,70

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

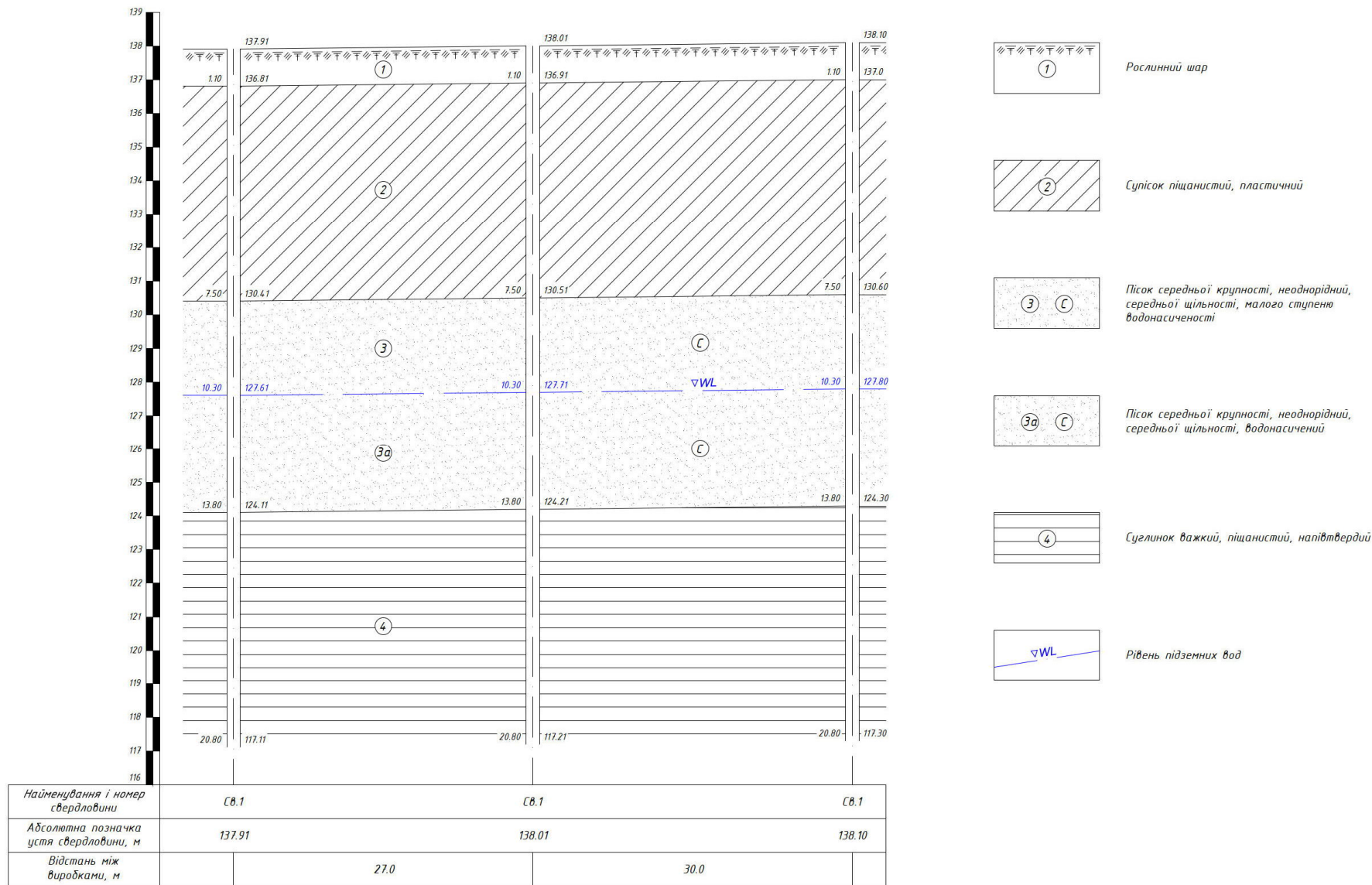


Рис. 3.2. Інженерно-геологічний розріз

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

3.2. Збір навантажень на фундаменти

Виконаємо збір навантажень на 1 м² плити перекриття:

Таблиця 3.4.

Навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м ²	γ_n	γ_{fm}	Розрахункове навантаження, кН/м ²
Постійне g:				
паркет на мастиці з ізоляцією із деревоволокнистих плит: $0,04 \cdot 0,45 \cdot 9,81 = 0,18$ кН/м ² ;	0,18	1,0	1,2	0,22
цементно-піщана стяжка: $0,03 \cdot 2 \cdot 9,81 = 0,59$ кН/м ² ;	0,59	1,0	1,3	0,77
штукатурка: $0,015 \cdot 1,87 \cdot 9,81 = 0,28$ кН/м ² ;	0,28	1,0	1,3	0,36
вага з/б плити: $0,22 \cdot 2,5 \cdot 9,81 = 5,4$ кН/м ² ;	5,4	1,0	1,1	5,94
вага перегородки: $0,52 \cdot 9,81 = 5,1$ кН/м ² ;	5,1	1,0	1,1	5,61
Разом	11,55			12,90
Тимчасове v:				
<u>тривале:</u> $v = 3,5$ кН/м ²	3,5	1,0	1,2	4,2
<u>короткочасне:</u> $v = 1,5$ кН/м ² (згідно з ДБН В.1.2-2:2006)	1,5	1,0	1,3	1,95
Всього	16,55			19,05

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Збір навантажень на 1 м² плити покриття:

Таблиця 3.5.

Навантаження	Характеристичне навантаження кН/м ²	γ_n	γ_{fm}	Розрахункове навантаження кН/м ²
Постійне g:				
2 шар. наплавленого руберойду: $0,01 \cdot 1,7 \cdot 9,81 = 0,17$ кН/м ² ;	0,17	1,0	1,2	0,20
армована цем.-піщана стяжка: $0,02 \cdot 2 \cdot 9,81 = 0,39$ кН/м ² ;	0,39	1,0	1,3	0,51
утеплювач (мінеральна вата): $0,18 \cdot 0,2 \cdot 9,81 = 0,33$ кН/м ² ;	0,33	1,0	1,2	0,42
пароізоляція: $0,0002 \cdot 0,0001 \cdot 9,81 = 0$ кН/м ² ;	0,000	1,0	1,2	0,000
штукатурка: $0,015 \cdot 1,87 \cdot 9,81 = 0,28$ кН/м ² ;	0,28	1,0	1,3	0,36
вага з/б плити: $0,22 \cdot 2,5 \cdot 9,81 = 5,4$ кН/м ² ;	5,4	1,0	1,1	5,94
Разом	6,58			7,43
Тимчасове v:				
<u>корисне:</u> $v = 1,5$ кН/м ² ;	2	1,0	1,2	2,4
<u>снігове:</u> для м. Києва - $S_0 = 1,55$ кН/м ² ; (згідно з ДБН В.1.2-2:2006)	1,55	1,0	1,14	1,77
Разом тимчасового	3,55			4,17
Всього	10,13			11,60

Отже, виконаємо збір навантажень на 1 м. п. фундаменту:

розрахункове постійне навантаження:

1) від ваги конструкцій перекриття:

$$G_1 = g_{\text{плити пер.}} \cdot n = 12,9 \cdot 2 = 25,8 \text{ кН};$$

2) від маси покриття:

$$G_2 = g_{\text{плити пок.}} \cdot n = 7,43 \cdot 1 = 7,43 \text{ кН};$$

3) від маси зовнішніх цегляних стін:

$$G_3 = h_c \cdot b_c \cdot l_c \cdot 9,81 \cdot \rho \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = (2,8 \cdot 0,37 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1,1) \cdot 3 = 120,8 \text{ кН};$$

4) від маси внутрішніх цегляних стін:

$$G_4 = h_c \cdot b_c \cdot l_c \cdot 9,81 \cdot \rho \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = (2,8 \cdot 0,38 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1,1) \cdot 3 = 124 \text{ кН};$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, постійне навантаження на 1 м. п. фундаменту становить:

$$G_{\text{заг}} = G_1 + \dots + G_4 = 25,8 + 7,43 + 120,8 + 124 = 278,03 \text{ кН.}$$

Визначимо тимчасове навантаження на 1 м. п. фундаменту:

1) від перекриття та покриття:

$$V_{\text{кор}} = v \cdot n = (6,15 \cdot 2) + 2,4 = 14,7 \text{ кН;}$$

2) від снігу:

$$V_{\text{кор}} = S_0 \cdot C \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = 1,55 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,14 = 1,77 \text{ кН,}$$

де $S_0 = 1550 \text{ Па} = 1,55 \text{ кН}$ – нормативне снігове навантаження, яке приймаємо згідно з [6, с. 42] відповідно до району будівництва об'єкту, тому для міста Києва.

Отже, розрахункові зусилля на 1 м. п. фундаменту дорівнюють:

$$N_{Ed} = G_{\text{заг}} + V = 278,03 + (14,7 + 1,77) = 294,5 \text{ кН.}$$

3.3. Визначення мінімальної глибини закладання підшви фундаментів

3.3.1. Геологічний критерій

Врахуємо інженерно-геологічні особливості будівельного майданчика:

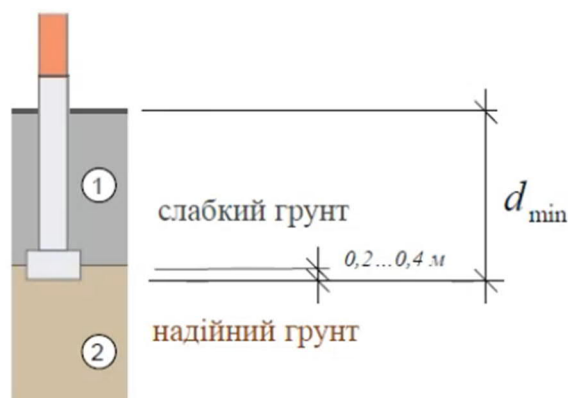


Рис. 3.3. Мінімальна глибина закладання відносно геологічного критерія

$$d_{\text{min}} = h_{\text{сл}} + (0,2 \div 0,4);$$

$$d_{\text{min}} = 1,1 + 0,4 = 1,5\text{м;}$$

$$d_{\text{min}} = 1,5\text{м.}$$

3.3.2. Кліматичний критерій

Врахуємо глибину сезонного промерзання ґрунтів будівельного майданчика:

- нормативна глибина промерзання: $d_{fn} = 1,2\text{м;}$
- розрахункова глибина промерзання: $d_f = d_{fn} \cdot k_h, d_{\text{min}} \geq d_f;$

$$d_{\text{мин}}^{\text{безп}} = 1,2 \cdot 0,8 = 0,96\text{м;}$$

$$d_{\text{мин}}^{\text{підв}} = 1,2 \cdot 0,5 = 0,6\text{м.}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.3. Гідро-геологічний критерій

Врахуємо наявність підземних вод на будівельному майданчику:

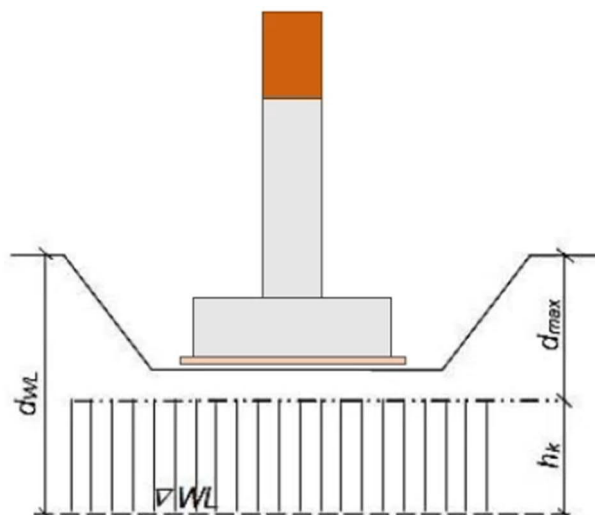


Рис. 3.4. Схема капілярного зволоження ґрунтів основи

Ґрунтові води знаходяться на глибині 10,3 м від поверхні майданчика, тоді висота капілярного підняття для піску середньої крупності дорівнює 0,15...0,35 м.

Отже, максимально можлива глибина закладання фундаменту становить:

$$d_{max} = d_{WL} - h_k = 10,3 - 0,25 = 10,05 \text{ м.}$$

3.3.4. Конструктивний критерій

Врахуємо наявність підземних приміщень. Оскільки підвальне приміщення передбачене під усім будинком, то мінімальна глибина закладання підосви фундаментів становить:

$$d_{min} = d_b + 0,5 \text{ м, де } d_b - \text{глибина підвалу;}$$

$$d_b = H_b - x; d_b = 2,5 - 0,3 = 2,2 \text{ м;}$$

$$d_{min}^{підв} = 2,2 + 0,5 = 2,7 \text{ м.}$$

3.3.5. Комунікаційний критерій

Врахуємо підведення до будинку комунікацій:

$$d_{min} = d_k + 0,5 \text{ м, де } d_k - \text{глибина підведення комунікацій;}$$

$$d_{min}^{підв} = 1,2 + 0,5 = 1,7 \text{ м.}$$

Висновок:

1) $d_{min}^{підв} = 2,7 \text{ м}$ – для підвальної частини;

2) $d_{min} = 2,7 \text{ м} < d_{max} = 10,05 \text{ м}$, отже підземні води на будівельному майданчику не впливають на процес влаштування фундаментних конструкцій.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4. Проектування фундаментів неглибокого закладання

3.4.1. Стрічковий фундамент для частини дуплексу з підвальним приміщенням під зовнішню стіну (на плані фундаментів переріз 1-1)

За відносні позначку 0.000 приймаємо рівень чистої підлоги цокольного поверху, який відповідає абсолютній відмітці k :

$$k = 138,18 + 0,305 = 138,485 \text{ м,}$$

отже, абсолютна позначка, якій відповідає відносний нуль – 138,485 м.

Відносні позначки:

$$m = 0 - 0,305 = -0,305 \text{ м,}$$

$$n = m - x = -0,305 - 0,3 = -0,605 \text{ м.}$$

Визначимо ширину фундаментної стінки: залежно від товщини зовнішньої стіни товщину монолітної фундаментної стіни приймаємо:

$$S_{\text{зовн}} = 510 \text{ мм} \rightarrow b_w = 500 \text{ мм.}$$

Визначимо остаточно глибину закладання плитної частини фундаменту d : висота фундаменту:

$$h_f = d_{\text{min}} + x = 2,7 + 0,3 = 3,0 \text{ м;}$$

глибина закладання фундаменту:

$$d = h_f - x = 3,0 - 0,3 = 2,7 \text{ м,}$$

$$d \geq d_{\text{min}} \rightarrow 2,7 = 2,7 - \text{умова виконується}$$

визначимо глибину підвалу:

$$d_b = H_b - x;$$

$$d_b = 2,5 - 0,3 = 2,2 \text{ м.}$$

Попередня ширина підшви фундаменту дорівнює:

$$b_0 = \frac{N_{Ed}}{R_0 - 20 \cdot d} = \frac{294,5}{246 - 20 \cdot 2,7} = 1,32 \text{ м.}$$

Виконаємо уточнення розрахункового опору ґрунту під підшвою фундаменту:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_\gamma \cdot k_z \cdot b_0 \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_{II}^I + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma_{II}^I + M_c \cdot C_{II}], \text{ де}$$

$$\gamma_{c1} = 1,1; \gamma_{c2} = 1,0; M_\gamma = 0,72; M_q = 3,87; M_c = 6,45;$$

$$C_{II} = 13,4 \text{ кПа}; \gamma_{II} = 18,25 \text{ кН/м}^3; k = 1,1; k_z = 1,0; d_1 = 0,5 \text{ м.}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо усереднену питому вагу всіх шарів, що знаходяться вище підосви фундаменту:

$$\gamma_{II}^I = \frac{\gamma_{IGE-1} \cdot h_{IGE-1} + \gamma_{IGE-2} \cdot (d - h_{IGE-1})}{d},$$

$$\gamma_{II}^I = \frac{14,91 \cdot 1,1 + 18,25(2,7 - 1,1)}{2,7} = 16,9.$$

Тоді,

$$R_1 = \frac{1,1 \cdot 1}{1,1} \cdot [0,72 \cdot 1 \cdot 1,32 \cdot 18,25 + 3,87 \cdot 0,5 \cdot 16,6 + (3,87 - 1) \cdot 2,2 \cdot 16,9 + 6,45 \cdot 13,4] = 242,6 \text{ кПа.}$$

Виконаємо уточнення ширини підосви фундаменту:

$$b_1 = \frac{N^{II}}{R_1 - 20 \cdot d} = \frac{294,5}{242,6 - 20 \cdot 2,7} = 1,56 \text{ м.}$$

Різниця між попередньо прийнятою та уточненою ширинами становить:

$$\frac{b_1 - b_0}{b_1} \cdot 100\% = \frac{1,56 - 1,32}{1,56} \cdot 100\% = 15\% > 5\% - \text{умова не виконана.}$$

Виконаємо другу ітерацію уточнення:

$$R_2 = \frac{1,1 \cdot 1}{1,1} \cdot [0,72 \cdot 1 \cdot 1,56 \cdot 18,25 + 3,87 \cdot 0,5 \cdot 16,6 + (3,87 - 1) \cdot 2,2 \cdot 16,9 + 6,45 \cdot 13,4] = 245,76 \text{ кПа.}$$

Уточнимо ширину підосви фундаменту:

$$b_2 = \frac{N^{II}}{R_2 - 20 \cdot d} = \frac{294,5}{245,76 - 20 \cdot 2,7} = 1,6 \text{ м.}$$

Визначимо різницю між ширинами підосви визначеними у 1-й та 2-й ітераціях:

$$\frac{b_2 - b_1}{b_2} \cdot 100\% = \frac{1,6 - 1,56}{1,6} \cdot 100\% = 2,5\% < 5\% - \text{умова виконується.}$$

Отже, остаточно приймаємо ширину підосви фундаменту $b = 1,6 \text{ м}$, тоді площа підосви фундаменту становитиме: $A = b \cdot 1 = 1,6 \cdot 1 = 1,6 \text{ м}^2$.

3.4.2. Перевірка напружень на рівні підосви фундаменту

$$\sigma_{mt} \leq R,$$

$$\sigma_{mt} = \frac{\Sigma N}{A} = \frac{N + N_f + N_s}{b \cdot 1} = \frac{294,5 + 51,52 + 20,5}{1,6 \cdot 1} = 229,08 \text{ кПа,}$$

де N_f – вага фундаменту:

$$N_f = V_f \cdot \gamma_{bt} = (V_1 + V_2) \cdot \gamma_{bt} = (1,6 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 2,5) \cdot 1 \cdot 25 = 51,52 \text{ кН/м}^3;$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

N_s – вага ґрунту на уступах фундаменту:

$$N_s = V_s \cdot \gamma_{II}^I = \left(\frac{(b - b_w)}{2} \cdot (d - 0,3) + \frac{(b - b_w)}{2} \cdot (d_1 - 0,3) \right) \cdot 1 \cdot \gamma_{II}^I,$$

$$N_s = \left(\frac{(1,6 - 0,5)}{2} \cdot (2,7 - 0,5) + \frac{(1,6 - 0,5)}{2} \cdot (0,5 - 0,5) \right) \cdot 1 \cdot 16,9 = 20,5 \text{ кН/м}^3.$$

Виконаємо уточнення величини розрахункового опору:

$$R = \frac{1,1 \cdot 1}{1,1} \cdot [0,72 \cdot 1 \cdot 1,60 \cdot 18,25 + 3,87 \cdot 0,5 \cdot 16,6 + (3,87 - 1) \cdot 2,2 \cdot 16,9 + 6,45 \cdot 13,4] = 246,28 \text{ кПа}.$$

Перевіримо середні напруження на рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{mt} \leq R \rightarrow 229,08 \text{ кПа} < 246,28 \text{ кПа} - \text{умова виконується}.$$

Висновок: законструйовані розміри підшви фундаментів відповідають вимогам норм, несуча здатність фундаменту – достатня.

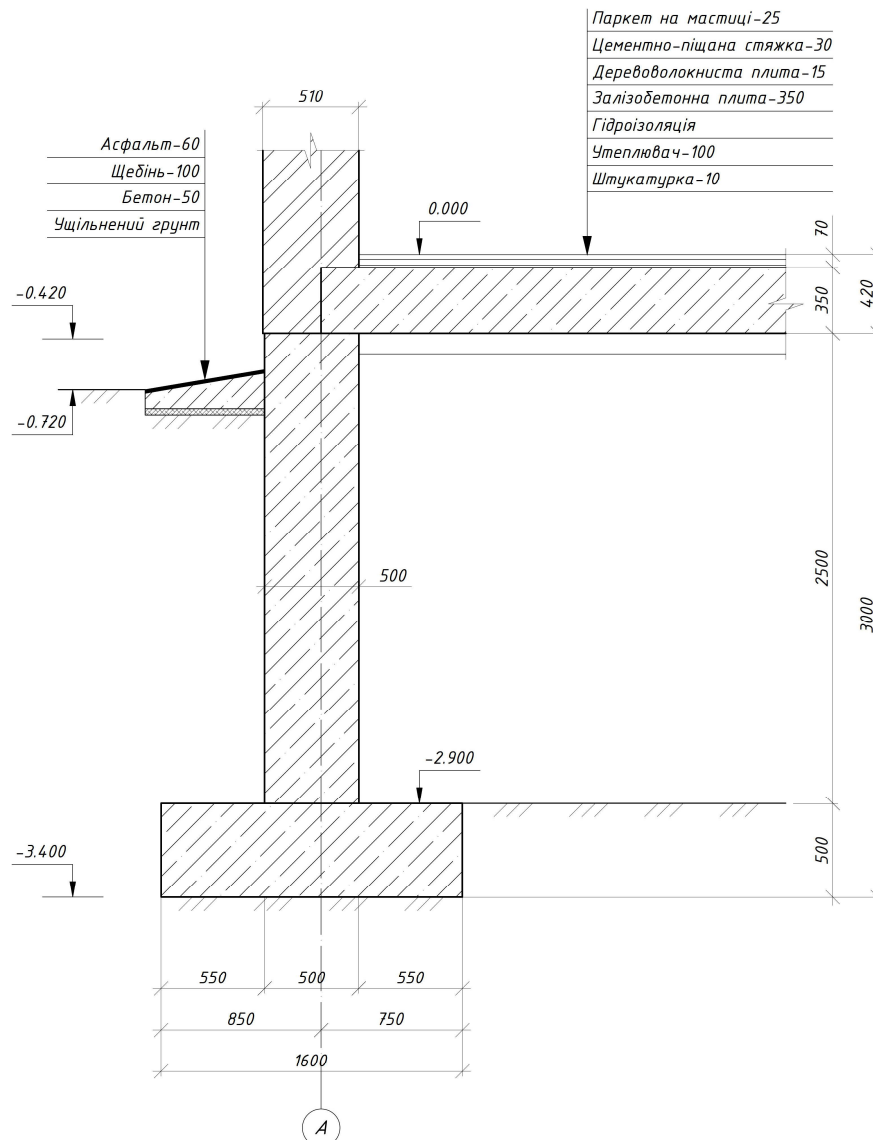


Рис. 3.5. Розріз 1-1

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

3.5. Розрахунок фундаментів за деформаціями

Розрахунок осідання виконуємо методом пошарового підсумовування.

Розміри стрічкового фундаменту становлять:

$$b = 1600 \text{ мм}; d = 2700 \text{ мм.}$$

Середній тиск на рівні підшви фундаменту становить:

$$P = \sigma_{mt} = 229,08 \text{ кПа.}$$

3.5.1. Потужність розрахункового елементарного шару

$$h_i \leq 0,4 \cdot b \Rightarrow h_i = 0,4 \cdot 1600 = 640 \text{ мм.}$$

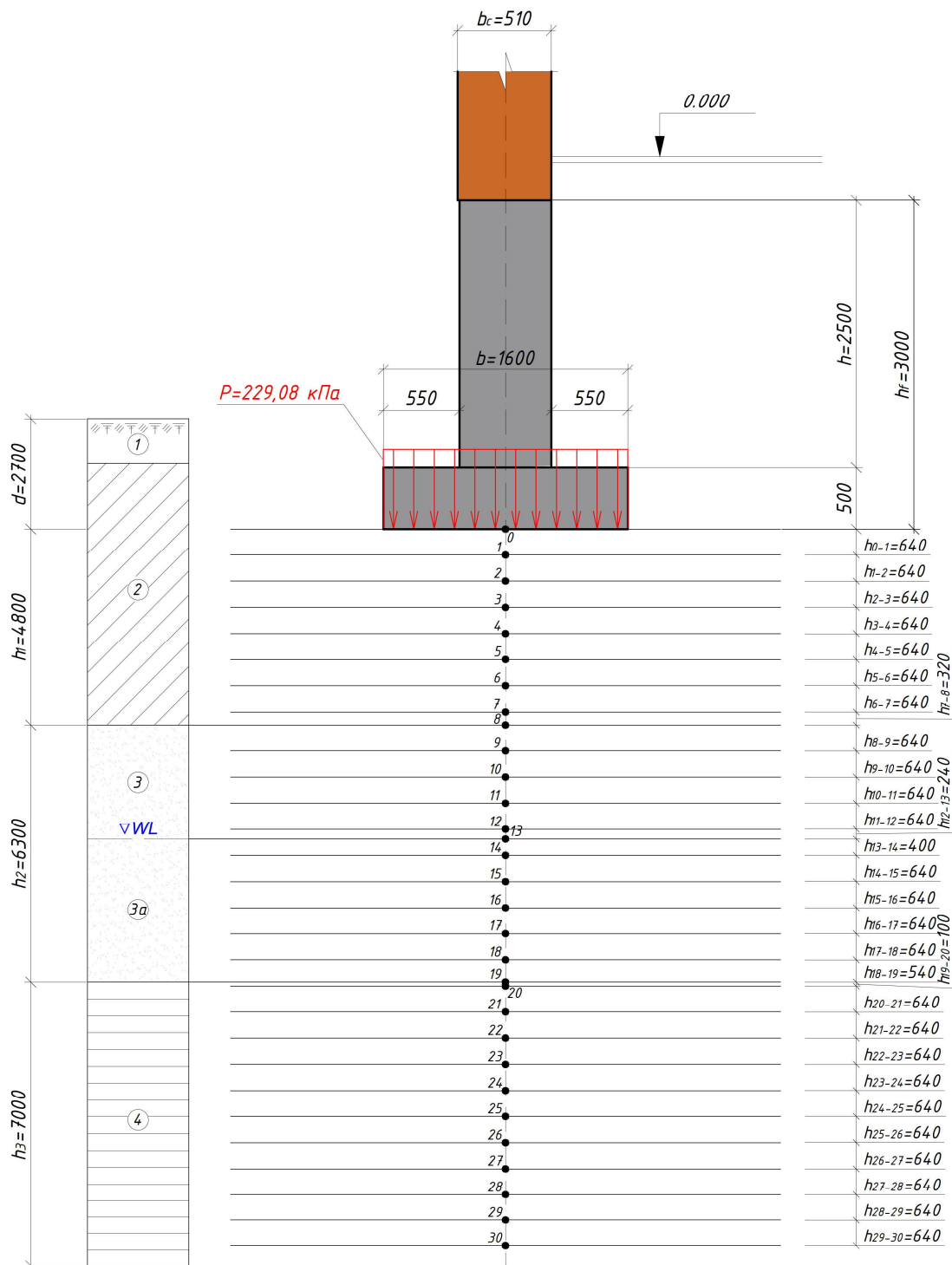


Рис. 3.6. Розрахункові елементарні шари

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

3.5.2. Додатковий тиск

Додатковий тиск – тиск, який виникає в ґрунті від будь-якого додаткового навантаження(у даному випадку будівля та фундамент):

додатковий тиск на рівні підшви фундаменту становить:

$$\sigma_{zp,o} = \sigma_{mt} = 229,08 \text{ кПа};$$

осьовий тиск для кожного елементарного шару:

$$\sigma_{zp,i} = \alpha_i \cdot \sigma_{zp,o},$$

де α – коефіцієнт затухання, що залежить від форми фундаменту та відносного заглиблення від підшви фундаменту приймаємо згідно з [2].

$$\text{т. 0: } z_0 = 0 \text{ м; } \xi_0 = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 0}{1,6} = 0 \text{ м; } \alpha_0 = 1 \Rightarrow \sigma_0 = \mathbf{229,08};$$

$$\text{т. 1: } z_1 = 0,64 \text{ м; } \xi_1 = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 0,64}{1,6} = 0,8 \text{ м; } \alpha_1 = 0,881 \Rightarrow \sigma_1 = \mathbf{201,82};$$

$$\text{т. 2: } z_2 = 1,28 \text{ м; } \xi_2 = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 1,28}{1,6} = 1,6 \text{ м; } \alpha_2 = 0,642 \Rightarrow \sigma_2 = \mathbf{147,07};$$

$$\text{т. 3: } z_3 = 1,92 \text{ м; } \xi_3 = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 1,92}{1,6} = 2,4 \text{ м; } \alpha_3 = 0,477 \Rightarrow \sigma_3 = \mathbf{109,27};$$

$$\text{т. 4: } z_4 = 2,56 \text{ м; } \xi_4 = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 2,56}{1,6} = 3,2 \text{ м; } \alpha_4 = 0,374 \Rightarrow \sigma_4 = \mathbf{85,68};$$

$$\text{т. 5: } z_5 = 3,2 \text{ м; } \xi_5 = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 3,2}{1,6} = 4,0 \text{ м; } \alpha_5 = 0,306 \Rightarrow \sigma_5 = \mathbf{70,1};$$

$$\text{т. 6: } z_6 = 3,84 \text{ м; } \xi_6 = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 3,84}{1,6} = 4,8 \text{ м; } \alpha_6 = 0,258 \Rightarrow \sigma_6 = \mathbf{59,10};$$

$$\text{т. 7: } z_7 = 4,48 \text{ м; } \xi_7 = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 4,48}{1,6} = 5,6 \text{ м; } \alpha_7 = 0,223 \Rightarrow \sigma_7 = \mathbf{51,08};$$

$$\text{т. 8: } z_8 = 4,8 \text{ м; } \xi_8 = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 4,8}{1,6} = 6 \text{ м; } \alpha_8 = 0,208 \Rightarrow \sigma_8 = \mathbf{47,65};$$

$$\text{т. 9: } z_9 = 5,44 \text{ м; } \xi_9 = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 5,44}{1,6} = 6,8 \text{ м; } \alpha_9 = 0,185 \Rightarrow \sigma_9 = \mathbf{42,38};$$

$$\text{т. 10: } z_{10} = 6,08 \text{ м; } \xi_{10} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 6,08}{1,6} = 7,6 \text{ м; } \alpha_{10} = 0,166 \Rightarrow \sigma_{10} = \mathbf{38,03};$$

$$\text{т. 11: } z_{11} = 6,72 \text{ м; } \xi_{11} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 6,72}{1,6} = 8,4 \text{ м; } \alpha_{11} = 0,150 \Rightarrow \sigma_{11} = \mathbf{34,36};$$

$$\text{т. 12: } z_{12} = 7,36 \text{ м; } \xi_{12} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 7,36}{1,6} = 9,2 \text{ м; } \alpha_{12} = 0,137 \Rightarrow \sigma_{12} = \mathbf{31,38};$$

$$\text{т. 13: } z_{13} = 7,6 \text{ м; } \xi_{13} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 7,6}{1,6} = 9,5 \text{ м; } \alpha_{13} = 0,132 \Rightarrow \sigma_{13} = \mathbf{30,24};$$

$$\text{т. 14: } z_{14} = 8,0 \text{ м; } \xi_{14} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 8}{1,6} = 10 \text{ м; } \alpha_{14} = 0,126 \Rightarrow \sigma_{14} = \mathbf{28,86};$$

$$\text{т. 15: } z_{15} = 8,64 \text{ м; } \xi_{15} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 8,64}{1,6} = 10,8 \text{ м; } \alpha_{15} = 0,117 \Rightarrow \sigma_{15} = \mathbf{26,8};$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Т. 16: $z_{16} = 9,28 \text{ м}; \xi_{16} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 9,28}{1,6} = 11,6 \text{ м}; \alpha_{16} = 0,109 \Rightarrow \sigma_{16} = 24,97;$
- Т. 17: $z_{17} = 9,92 \text{ м}; \xi_{17} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 9,92}{1,6} = 12,4 \text{ м}; \alpha_{17} = 0,103 \Rightarrow \sigma_{17} = 23,59;$
- Т. 18: $z_{18} = 10,56 \text{ м}; \xi_{18} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 10,56}{1,6} = 13,2 \text{ м}; \alpha_{18} = 0,097 \Rightarrow \sigma_{18} = 22,22;$
- Т. 19: $z_{19} = 11,1 \text{ м}; \xi_{19} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 11,1}{1,6} = 13,8 \text{ м}; \alpha_{19} = 0,093 \Rightarrow \sigma_{19} = 21,31;$
- Т. 20: $z_{20} = 11,2 \text{ м}; \xi_{20} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 11,2}{1,6} = 14 \text{ м}; \alpha_{20} = 0,092 \Rightarrow \sigma_{20} = 21,08;$
- Т. 21: $z_{21} = 11,84 \text{ м}; \xi_{21} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 11,84}{1,6} = 14,8 \text{ м}; \alpha_{21} = 0,086 \Rightarrow \sigma_{21} = 19,7;$
- Т. 22: $z_{22} = 12,48 \text{ м}; \xi_{22} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 12,48}{1,6} = 15,6 \text{ м}; \alpha_{22} = 0,080 \Rightarrow \sigma_{22} = 18,33;$
- Т. 23: $z_{23} = 13,12 \text{ м}; \xi_{23} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 13,12}{1,6} = 16,4 \text{ м}; \alpha_{23} = 0,074 \Rightarrow \sigma_{23} = 16,95;$
- Т. 24: $z_{24} = 13,76 \text{ м}; \xi_{24} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 13,76}{1,6} = 17,2 \text{ м}; \alpha_{24} = 0,068 \Rightarrow \sigma_{24} = 15,58;$
- Т. 25: $z_{25} = 14,4 \text{ м}; \xi_{25} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 14,4}{1,6} = 18 \text{ м}; \alpha_{25} = 0,062 \Rightarrow \sigma_{25} = 14,2;$
- Т. 26: $z_{26} = 15,04 \text{ м}; \xi_{26} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 15,04}{1,6} = 18,8 \text{ м}; \alpha_{26} = 0,056 \Rightarrow \sigma_{26} = 12,83;$
- Т. 27: $z_{27} = 15,68 \text{ м}; \xi_{27} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 15,68}{1,6} = 19,6 \text{ м}; \alpha_{27} = 0,050 \Rightarrow \sigma_{27} = 11,45;$
- Т. 28: $z_{28} = 16,32 \text{ м}; \xi_{28} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 16,32}{1,6} = 20,4 \text{ м}; \alpha_{28} = 0,044 \Rightarrow \sigma_{28} = 10,08;$
- Т. 29: $z_{29} = 16,96 \text{ м}; \xi_{29} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 16,96}{1,6} = 21,2 \text{ м}; \alpha_{29} = 0,036 \Rightarrow \sigma_{29} = 8,25;$
- Т. 30: $z_{30} = 17,6 \text{ м}; \xi_{30} = \frac{2z}{b} = \frac{2 \cdot 17,6}{1,6} = 22 \text{ м}; \alpha_{30} = 0,030 \Rightarrow \sigma_{30} = 6,87.$

3.5.3. Природний тиск

Природний тиск – тиск, який виникає в ґрунті від тих ґрунтів, які розташовані вище за певний ґрунт.

Для кожного елементарного шару природний тиск визначаємо за формулою:

$$\sigma_{zg,i} = \sum h_i \cdot \gamma_i$$

Т. 0: $\sigma_{zg,0} = \gamma_{\text{ІГЕ-1}} \cdot h_{\text{ІГЕ-1}} + \gamma_{\text{ІГЕ-2}} \cdot (d - h_{\text{ІГЕ-1}});$

$\sigma_{zg,0} = 14,91 \cdot 1,1 + 18,25 \cdot (2,7 - 1,1) = 45,60;$

Т. 1: $\sigma_{zg,1} = \sigma_{zg,0} + \gamma_{\text{ІГЕ-2}} \cdot h_{0-1} = 45,6 + 18,25 \cdot 0,64 = 57,28;$

Т. 2: $\sigma_{zg,2} = \sigma_{zg,1} + \gamma_{\text{ІГЕ-2}} \cdot h_{1-2} = 57,28 + 18,25 \cdot 0,64 = 68,96;$

Т. 3: $\sigma_{zg,3} = \sigma_{zg,2} + \gamma_{\text{ІГЕ-2}} \cdot h_{2-3} = 68,96 + 18,25 \cdot 0,64 = 80,64;$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- Т. 4:** $\sigma_{zg,4} = \sigma_{zg,3} + \gamma_{I\Gamma E-2} \cdot h_{3-4} = 80,64 + 18,25 \cdot 0,64 = \mathbf{92,32}$;
- Т. 5:** $\sigma_{zg,5} = \sigma_{zg,4} + \gamma_{I\Gamma E-2} \cdot h_{4-5} = 92,32 + 18,25 \cdot 0,64 = \mathbf{104,00}$;
- Т. 6:** $\sigma_{zg,6} = \sigma_{zg,5} + \gamma_{I\Gamma E-2} \cdot h_{5-6} = 104 + 18,25 \cdot 0,64 = \mathbf{115,68}$;
- Т. 7:** $\sigma_{zg,7} = \sigma_{zg,6} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{6-7} = 115,68 + 17,56 \cdot 0,64 = \mathbf{127,36}$;
- Т. 8:** $\sigma_{zg,8} = \sigma_{zg,7} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{7-8} = 127,36 + 17,56 \cdot 0,32 = \mathbf{133,2}$;
- Т. 9:** $\sigma_{zg,9} = \sigma_{zg,8} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{8-9} = 133,2 + 17,56 \cdot 0,64 = \mathbf{144,44}$;
- Т. 10:** $\sigma_{zg,10} = \sigma_{zg,9} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{9-10} = 144,44 + 17,56 \cdot 0,64 = \mathbf{155,68}$;
- Т. 11:** $\sigma_{zg,11} = \sigma_{zg,10} + \gamma'_{I\Gamma E-3} \cdot h_{10-11} = 155,68 + 17,56 \cdot 0,64 = \mathbf{166,92}$;
- Т. 12:** $\sigma_{zg,12} = \sigma_{zg,11} + \gamma'_{I\Gamma E-3} \cdot h_{11-12} = 166,92 + 17,56 \cdot 0,64 = \mathbf{178,15}$;
- Т. 13:** $\sigma_{zg,13} = \sigma_{zg,12} + \gamma'_{I\Gamma E-3} \cdot h_{12-13} = 178,15 + 10,01 \cdot 0,24 = \mathbf{180,56}$;
- Т. 14:** $\sigma_{zg,14} = \sigma_{zg,13} + \gamma'_{I\Gamma E-3} \cdot h_{13-14} = 180,56 + 10,01 \cdot 0,4 = \mathbf{184,56}$;
- Т. 15:** $\sigma_{zg,15} = \sigma_{zg,14} + \gamma_{I\Gamma E-4} \cdot h_{14-15} = 184,56 + 10,01 \cdot 0,64 = \mathbf{190,97}$;
- Т. 16:** $\sigma_{zg,16} = \sigma_{zg,15} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{15-16} = 190,97 + 10,01 \cdot 0,64 = \mathbf{197,37}$;
- Т. 17:** $\sigma_{zg,17} = \sigma_{zg,16} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{16-17} = 197,37 + 10,01 \cdot 0,64 = \mathbf{203,78}$;
- Т. 18:** $\sigma_{zg,18} = \sigma_{zg,17} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{17-18} = 203,78 + 10,01 \cdot 0,64 = \mathbf{210,19}$;
- Т. 19:** $\sigma_{zg,19} = \sigma_{zg,18} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{18-19} = 210,19 + 10,01 \cdot 0,54 = \mathbf{215,19}$;
- Т. 19':** $\sigma_{zg,14} = \sigma_{zg,19} + \gamma_W \cdot h_W = 215,59 + 9,81 \cdot 3,5 = \mathbf{249,93}$;
- Т. 20:** $\sigma_{zg,20} = \sigma_{zg,19'} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{19-20} = 249,93 + 17,95 \cdot 0,1 = \mathbf{251,72}$;
- Т. 21:** $\sigma_{zg,21} = \sigma_{zg,20} + \gamma'_{I\Gamma E-3} \cdot h_{20-21} = 251,72 + 17,95 \cdot 0,64 = \mathbf{263,21}$;
- Т. 22:** $\sigma_{zg,22} = \sigma_{zg,21} + \gamma'_{I\Gamma E-3} \cdot h_{21-22} = 263,21 + 17,95 \cdot 0,64 = \mathbf{274,70}$;
- Т. 23:** $\sigma_{zg,23} = \sigma_{zg,22} + \gamma'_{I\Gamma E-3} \cdot h_{22-23} = 274,70 + 17,95 \cdot 0,24 = \mathbf{286,19}$;
- Т. 24:** $\sigma_{zg,24} = \sigma_{zg,23} + \gamma'_{I\Gamma E-3} \cdot h_{23-24} = 286,19 + 17,95 \cdot 0,64 = \mathbf{297,67}$;
- Т. 25:** $\sigma_{zg,25} = \sigma_{zg,24} + \gamma_{I\Gamma E-4} \cdot h_{24-25} = 297,67 + 17,95 \cdot 0,64 = \mathbf{309,16}$;
- Т. 26:** $\sigma_{zg,26} = \sigma_{zg,25} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{25-26} = 309,16 + 17,95 \cdot 0,64 = \mathbf{320,65}$;
- Т. 27:** $\sigma_{zg,27} = \sigma_{zg,26} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{26-27} = 320,65 + 17,95 \cdot 0,64 = \mathbf{332,14}$;
- Т. 28:** $\sigma_{zg,28} = \sigma_{zg,27} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{27-28} = 332,14 + 17,95 \cdot 0,64 = \mathbf{343,63}$;
- Т. 29:** $\sigma_{zg,29} = \sigma_{zg,28} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{28-29} = 343,63 + 17,95 \cdot 0,64 = \mathbf{355,1}$;
- Т. 30:** $\sigma_{zg,30} = \sigma_{zg,29} + \gamma_{I\Gamma E-3} \cdot h_{29-30} = 355,1 + 17,95 \cdot 0,64 = \mathbf{366,60}$.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

3.5.4. Тиск ґрунту, вийнятого з котловану

На рівні підосви фундаменту:

$$\sigma_{zy,0} = \sigma_{zg,0} = 45,60.$$

Для кожного елементарного шару:

$$\sigma_{zy,i} = a_k \cdot \sigma_{zy,0},$$

де a_k - коефіцієнт затухання, що визначається залежно від ширини котловану B_k .

Визначимо тиск ґрунту, вийнятого з котловану в кожному елементарному шарі ґрунту:

$$\text{Т. 1: } z_1 = 0,64 \text{ м; } \xi_1 = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 0,64}{2,6} = 0,49 \text{ м; } \alpha_1 = 0,997 \Rightarrow \sigma_1 = \mathbf{45,46};$$

$$\text{Т. 2: } z_2 = 1,28 \text{ м; } \xi_2 = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 1,28}{2,6} = 0,98 \text{ м; } \alpha_2 = 0,944 \Rightarrow \sigma_2 = \mathbf{43,05};$$

$$\text{Т. 3: } z_3 = 1,92 \text{ м; } \xi_3 = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 1,92}{2,6} = 1,48 \text{ м; } \alpha_3 = 0,69 \Rightarrow \sigma_3 = \mathbf{31,46};$$

$$\text{Т. 4: } z_4 = 2,56 \text{ м; } \xi_4 = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 2,56}{2,6} = 1,97 \text{ м; } \alpha_4 = 0,55 \Rightarrow \sigma_4 = \mathbf{25,08};$$

$$\text{Т. 5: } z_5 = 3,2 \text{ м; } \xi_5 = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 3,2}{2,6} = 2,46 \text{ м; } \alpha_5 = 0,477 \Rightarrow \sigma_5 = \mathbf{21,75};$$

$$\text{Т. 6: } z_6 = 3,84 \text{ м; } \xi_6 = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 3,84}{2,6} = 2,95 \text{ м; } \alpha_6 = 0,395 \Rightarrow \sigma_6 = \mathbf{18,01};$$

$$\text{Т. 7: } z_7 = 4,48 \text{ м; } \xi_7 = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 4,48}{2,6} = 3,45 \text{ м; } \alpha_7 = 0,353 \Rightarrow \sigma_7 = \mathbf{16,1};$$

$$\text{Т. 8: } z_8 = 4,8 \text{ м; } \xi_8 = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 4,8}{2,6} = 3,69 \text{ м; } \alpha_8 = 0,327 \Rightarrow \sigma_8 = \mathbf{14,91};$$

$$\text{Т. 9: } z_9 = 5,44 \text{ м; } \xi_9 = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 5,44}{2,6} = 4,18 \text{ м; } \alpha_9 = 0,295 \Rightarrow \sigma_9 = \mathbf{13,45};$$

$$\text{Т. 10: } z_{10} = 6,08 \text{ м; } \xi_{10} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 6,08}{2,6} = 4,68 \text{ м; } \alpha_{10} = 0,265 \Rightarrow \sigma_{10} = \mathbf{12,08};$$

$$\text{Т. 11: } z_{11} = 6,72 \text{ м; } \xi_{11} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 6,72}{2,6} = 5,17 \text{ м; } \alpha_{11} = 0,239 \Rightarrow \sigma_{11} = \mathbf{10,9};$$

$$\text{Т. 12: } z_{12} = 7,36 \text{ м; } \xi_{12} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 7,36}{2,6} = 5,66 \text{ м; } \alpha_{12} = 0,223 \Rightarrow \sigma_{12} = \mathbf{10,17};$$

$$\text{Т. 13: } z_{13} = 7,6 \text{ м; } \xi_{13} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 7,6}{2,6} = 5,85 \text{ м; } \alpha_{13} = 0,216 \Rightarrow \sigma_{13} = \mathbf{9,85};$$

$$\text{Т. 14: } z_{14} = 8,0 \text{ м; } \xi_{14} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 8}{2,6} = 6,15 \text{ м; } \alpha_{14} = 0,2 \Rightarrow \sigma_{14} = \mathbf{9,12};$$

$$\text{Т. 15: } z_{15} = 8,64 \text{ м; } \xi_{15} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 8,64}{2,6} = 6,65 \text{ м; } \alpha_{15} = 0,189 \Rightarrow \sigma_{15} = \mathbf{8,62};$$

$$\text{Т. 16: } z_{16} = 9,28 \text{ м; } \xi_{16} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 9,28}{2,6} = 7,14 \text{ м; } \alpha_{16} = 0,178 \Rightarrow \sigma_{16} = \mathbf{8,12};$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{т. 17: } z_{17} = 9,92 \text{ м; } \xi_{17} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 9,92}{2,6} = 7,63 \text{ м; } \alpha_{17} = 0,166 \Rightarrow \sigma_{17} = 7,57;$$

$$\text{т. 18: } z_{18} = 10,56 \text{ м; } \xi_{18} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 10,56}{2,6} = 8,12 \text{ м; } \alpha_{18} = 0,158 \Rightarrow \sigma_{18} = 7,2;$$

$$\text{т. 19: } z_{19} = 11,1 \text{ м; } \xi_{19} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 11,1}{2,6} = 8,54 \text{ м; } \alpha_{19} = 0,148 \Rightarrow \sigma_{19} = 6,75;$$

$$\text{т. 20: } z_{20} = 11,2 \text{ м; } \xi_{20} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 11,2}{2,6} = 8,62 \text{ м; } \alpha_{20} = 0,146 \Rightarrow \sigma_{20} = 6,66;$$

$$\text{т. 21: } z_{21} = 11,84 \text{ м; } \xi_{21} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 11,84}{2,6} = 9,11 \text{ м; } \alpha_{21} = 0,139 \Rightarrow \sigma_{21} = 6,34;$$

$$\text{т. 22: } z_{22} = 12,48 \text{ м; } \xi_{22} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 12,48}{2,6} = 9,6 \text{ м; } \alpha_{22} = 0,132 \Rightarrow \sigma_{22} = 6,02;$$

$$\text{т. 23: } z_{23} = 13,12 \text{ м; } \xi_{23} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 13,12}{2,6} = 10,09 \text{ м; } \alpha_{23} = 0,126 \Rightarrow \sigma_{23} = 5,75;$$

$$\text{т. 24: } z_{24} = 13,76 \text{ м; } \xi_{24} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 13,76}{2,6} = 10,58 \text{ м; } \alpha_{24} = 0,12 \Rightarrow \sigma_{24} = 5,47;$$

$$\text{т. 25: } z_{25} = 14,4 \text{ м; } \xi_{25} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 14,4}{2,6} = 11,08 \text{ м; } \alpha_{25} = 0,115 \Rightarrow \sigma_{25} = 5,24;$$

$$\text{т. 26: } z_{26} = 15,04 \text{ м; } \xi_{26} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 15,04}{2,6} = 11,57 \text{ м; } \alpha_{26} = 0,109 \Rightarrow \sigma_{26} = 4,97;$$

$$\text{т. 27: } z_{27} = 15,68 \text{ м; } \xi_{27} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 15,68}{2,6} = 12,06 \text{ м; } \alpha_{27} = 0,106 \Rightarrow \sigma_{27} = 4,83;$$

$$\text{т. 28: } z_{28} = 16,32 \text{ м; } \xi_{28} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 16,32}{2,6} = 12,55 \text{ м; } \alpha_{28} = 0,1 \Rightarrow \sigma_{28} = 4,56;$$

$$\text{т. 29: } z_{29} = 16,96 \text{ м; } \xi_{29} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 16,96}{2,6} = 13,05 \text{ м; } \alpha_{29} = 0,094 \Rightarrow \sigma_{29} = 4,29;$$

$$\text{т. 30: } z_{30} = 17,6 \text{ м; } \xi_{30} = \frac{2z}{B_k} = \frac{2 \cdot 17,6}{2,6} = 13,54 \text{ м; } \alpha_{30} = 0,088 \Rightarrow \sigma_{30} = 4,01.$$

3.5.5. Потужність стисливої зони

Потужність стисливої зони H_c обмежується верхньою межею, положення якої співпадає з підшовою фундаменту та умовною нижньою межею, положення якої визначаємо з формулою:

$$0,2 \cdot \sigma_{zg,i} \geq \sigma_{zp,i}$$

$$0,2 \cdot \sigma_{zg,12} = 0,2 \cdot 178,15 = 35,63 \geq \sigma_{zp,12} = 31,38;$$

$$H_c = 7,36 \text{ м.}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

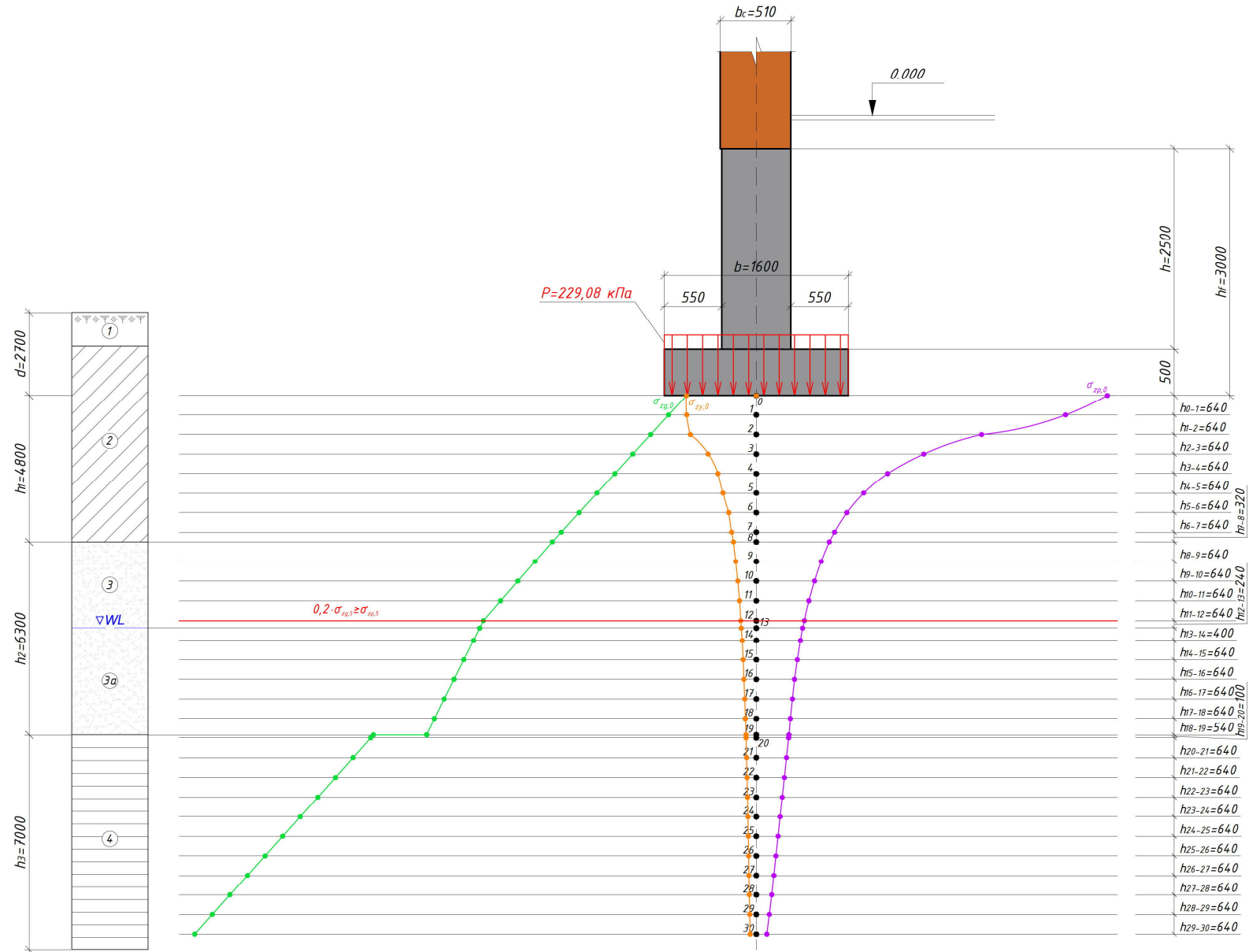


Рис. 3.7. Схема розподілу вертикальних напружень в основі під фундаментом та потужність стисливої зони

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

3.5.6. Осідання елементарного шару ґрунту

Оскільки даний фундамент зводиться у котловані, глибина якого менше 5 м, осідання кожного елементарного шару розраховуємо за формулою:

$$S_i = \beta \cdot \frac{(\sigma_{zp,i}^{mt} - \sigma_{zy,i}^{mt})}{E_i} \cdot h_i,$$

де E_i – модуль деформації ґрунту елементарного шару;

β – коефіцієнт, що враховує невідповідність розрахункової схеми реальним умовам;

$\beta = 0,8$.

Отже, визначимо осідання кожного елементарного шару:

$$\mathbf{T. 1:} S_{0-1} = \frac{0,8 \cdot h_{0-1}}{E_{I\Gamma E-2}} \cdot \left(\frac{\sigma_{zp,0} + \sigma_{zp,1}}{2} - \frac{\sigma_{zy,0} + \sigma_{zy,1}}{2} \right);$$

$$S_{0-1} = \frac{0,8 \cdot 64}{17600} \cdot \left(\frac{229,08 + 201,82}{2} - \frac{45,60 + 45,46}{2} \right) = 0,494 \text{ см};$$

$$\mathbf{T. 2:} S_{1-2} = \frac{0,8 \cdot h_{1-2}}{E_{I\Gamma E-2}} \cdot \left(\frac{\sigma_{zp,1} + \sigma_{zp,2}}{2} - \frac{\sigma_{zy,1} + \sigma_{zy,2}}{2} \right);$$

$$S_{1-2} = \frac{0,8 \cdot 64}{17600} \cdot \left(\frac{201,82 + 147,07}{2} - \frac{45,46 + 43,05}{2} \right) = 0,379 \text{ см};$$

$$\mathbf{T. 3:} S_{2-3} = \frac{0,8 \cdot h_{2-3}}{E_{I\Gamma E-2}} \cdot \left(\frac{\sigma_{zp,2} + \sigma_{zp,3}}{2} - \frac{\sigma_{zy,2} + \sigma_{zy,3}}{2} \right);$$

$$S_{2-3} = \frac{0,8 \cdot 64}{17600} \cdot \left(\frac{147,07 + 109,27}{2} - \frac{43,05 + 31,46}{2} \right) = 0,265 \text{ см};$$

$$\mathbf{T. 4:} S_{3-4} = \frac{0,8 \cdot h_{3-4}}{E_{I\Gamma E-2}} \cdot \left(\frac{\sigma_{zp,3} + \sigma_{zp,4}}{2} - \frac{\sigma_{zy,3} + \sigma_{zy,4}}{2} \right);$$

$$S_{3-4} = \frac{0,8 \cdot 64}{17600} \cdot \left(\frac{109,27 + 85,68}{2} - \frac{31,46 + 25,08}{2} \right) = 0,201 \text{ см};$$

$$\mathbf{T. 5:} S_{4-5} = \frac{0,8 \cdot h_{4-5}}{E_{I\Gamma E-2}} \cdot \left(\frac{\sigma_{zp,4} + \sigma_{zp,5}}{2} - \frac{\sigma_{zy,4} + \sigma_{zy,5}}{2} \right);$$

$$S_{4-5} = \frac{0,8 \cdot 64}{17600} \cdot \left(\frac{85,68 + 70,1}{2} - \frac{25,08 + 21,75}{2} \right) = 0,159 \text{ см};$$

$$\mathbf{T. 6:} S_{5-6} = \frac{0,8 \cdot h_{5-6}}{E_{I\Gamma E-2}} \cdot \left(\frac{\sigma_{zp,5} + \sigma_{zp,6}}{2} - \frac{\sigma_{zy,5} + \sigma_{zy,6}}{2} \right);$$

$$S_{5-6} = \frac{0,8 \cdot 64}{17600} \cdot \left(\frac{70,1 + 59,10}{2} - \frac{21,75 + 18,01}{2} \right) = 0,130 \text{ см};$$

$$\mathbf{T. 7:} S_{6-7} = \frac{0,8 \cdot h_{6-7}}{E_{I\Gamma E-2}} \cdot \left(\frac{\sigma_{zp,6} + \sigma_{zp,7}}{2} - \frac{\sigma_{zy,6} + \sigma_{zy,7}}{2} \right);$$

$$S_{6-7} = \frac{0,8 \cdot 64}{17600} \cdot \left(\frac{59,10 + 51,08}{2} - \frac{18,01 + 16,1}{2} \right) = 0,111 \text{ см};$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned} \text{т. 8: } S_{7-8} &= \frac{0,8 \cdot h_{7-8}}{E_{\text{ІГЕ-2}}} \cdot \left(\frac{\sigma_{zp.7} + \sigma_{zp.8}}{2} - \frac{\sigma_{zy.7} + \sigma_{zy.8}}{2} \right); \\ S_{7-8} &= \frac{0,8 \cdot 32}{17600} \cdot \left(\frac{51,08 + 47,65}{2} - \frac{16,1 + 14,91}{2} \right) = 0,049 \text{ см}; \\ \text{т. 9: } S_{8-9} &= \frac{0,8 \cdot h_{8-9}}{E_{\text{ІГЕ-2}}} \cdot \left(\frac{\sigma_{zp.8} + \sigma_{zp.9}}{2} - \frac{\sigma_{zy.8} + \sigma_{zy.9}}{2} \right); \\ S_{8-9} &= \frac{0,8 \cdot 64}{32000} \cdot \left(\frac{47,65 + 42,38}{2} - \frac{14,91 + 13,45}{2} \right) = 0,049 \text{ см}; \\ \text{т. 10: } S_{9-10} &= \frac{0,8 \cdot h_{9-10}}{E_{\text{ІГЕ-2}}} \cdot \left(\frac{\sigma_{zp.9} + \sigma_{zp.10}}{2} - \frac{\sigma_{zy.9} + \sigma_{zy.10}}{2} \right); \\ S_{9-10} &= \frac{0,8 \cdot 64}{32000} \cdot \left(\frac{42,38 + 38,03}{2} - \frac{13,45 + 12,08}{2} \right) = 0,044 \text{ см}; \\ \text{т. 11: } S_{10-11} &= \frac{0,8 \cdot h_{10-11}}{E_{\text{ІГЕ-2}}} \cdot \left(\frac{\sigma_{zp.10} + \sigma_{zp.11}}{2} - \frac{\sigma_{zy.10} + \sigma_{zy.11}}{2} \right); \\ S_{10-11} &= \frac{0,8 \cdot 64}{32000} \cdot \left(\frac{38,03 + 34,36}{2} - \frac{12,08 + 10,9}{2} \right) = 0,04 \text{ см}; \\ \text{т. 12: } S_{11-12} &= \frac{0,8 \cdot h_{11-12}}{E_{\text{ІГЕ-2}}} \cdot \left(\frac{\sigma_{zp.11} + \sigma_{zp.12}}{2} - \frac{\sigma_{zy.11} + \sigma_{zy.12}}{2} \right); \\ S_{11-12} &= \frac{0,8 \cdot 64}{32000} \cdot \left(\frac{34,36 + 31,38}{2} - \frac{10,9 + 10,17}{2} \right) = 0,036 \text{ см}. \end{aligned}$$

3.5.7. Осідання фундаменту

За методикою пошарового підсумовування загальне осідання основи фундаменту дорівнює сумі осідань елементарних шарів в межах стисливої товщі H_c :

$$S = \sum S_i = S_{0-1} + S_{1-2} + \dots + S_{11-12};$$

$$S = 0,494 + 0,379 + 0,265 + 0,201 + 0,159 + 0,130 + 0,111 + 0,049 + 0,049 + 0,044 + 0,04 + 0,036 = 1,957 \text{ см}.$$

$$S = 1,957 \text{ см} < S_u = 12 \text{ см} - \text{умова виконана.}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

Консультант _____ Шпакова Г.В.

Здобувач _____ Афтенюк І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1. Технологічна карта на влаштування монолітного перекриття 1-го поверху двоповерхового дуплексу

Згідно з проектом зводиться двоповерховий житловий будинок типу дуплекс у місті Києві. Будівля складається з двох однакових секцій, довжиною 10 м і шириною 7,5 м. Висота поверху, над яким буде здійснюватися монтаж пети перекриття, яку розглядатимемо, в першій секції становить 3,4 м, в другій – 2,8 м. Міжповерхове перекриття виконуємо товщиною 220 мм з бетону класу 20/25 та арматури класу А500. Дуплекс знаходиться на розі двох вулиць, відповідно під'їзд техніки до будинку можливий з двох сторін, з північної та західної. Доставка бетонної суміші та усіх необхідних матеріалів здійснюється на відстань 30 км.

Розробимо технологічну карту на влаштування монолітних залізобетонних плит перекриття першого поверху дуплексу.

Технологічні карти є основною складовою частиною проекту виконання робіт і розробляються з метою забезпечення будівництва рішеннями з організації і технології виробництва робіт, сприяють підвищенню продуктивності праці, покращенню якості та зниженню вартості будівельно-монтажних робіт. Технологічні карти розробляються на будівельні процеси, результатом яких є закінчені конструктивні елементи, а також частини будівлі або споруди [13].

4.1.1. Підготовка об'єкта та вимоги до готовності попередніх робіт та будівельних конструкцій

Вказівки з підготовки об'єкта забезпечують необхідний і достатній фронт робіт для виконання будівельного процесу, передбаченого картою [13].

Перед початком влаштування монолітного перекриття з метою забезпечення якості, швидкості та ефективності використання ресурсів необхідно виконати ряд попередніх робіт, в склад яких входять наступні процеси:

- 1) прокладання усіх необхідних під'їзних шляхів та підходів до робочої зони для безперешкодного транспортування техніки, обладнання та іншого потрібного матеріального забезпечення;
- 2) підготовка місця для складування та збирання опалубки та арматурних каркасів;
- 3) доставка та складування комплектів опалубки, арматурних сіток та каркасів на попередньо підготовлених для цього місцях;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 4) здійснення нівелювання поверхні перекриття та проведення розбивки осей та перевірка положення плити відповідності проекту;
- 5) нанесення фарбою рисок на поверхні перекриття, які фіксуватимуть положення опалубних плит;
- 6) проведення процесів з підготовки необхідної оснастки та інструменту;
- 7) очищення робочої поверхні (зони) від зайвих речей, сміття та бруду.

4.1.2. Виконання основних видів робіт по влаштуванню монолітної плити перекриття

Процес влаштування монолітного міжповерхового перекриття складається з низки основних видів робіт.

1. Влаштування опалубки – встановлення опалубки з метою формування потенційної плити міжповерхового перекриття у передбаченому проектом місці. В процесі монтажу елементів опалубки в послідовному порядку слід виконувати наступні процеси:

- очищення опалубних плит від бруду;
- закріплення та з'єднання елементів рам між собою;
- влаштування поздовжніх балок на опори (триноги);
- покриття опалубних листів ламінованої фанери антиадгезійним розчином з метою запобігання прилипанню бетону до опалубки та забезпечення легкого відокремлення опалубки від затверділого бетону без утворення тріщин або пошкоджень обох поверхонь, що є важливим для ефективного використання та міцності залізобетонних елементів, в даному випадку плити;
- завершальним етапом влаштування опалубки є розкладка та закріплення листів опалубки на поперечних балках, рис. 4.1;
- після встановлення опалубки необхідно здійснити перевірку коректності влаштування опалубки, вона передбачає: перевірку правильності та надійності з'єднань щитів і панелей опалубки між собою та елементами кріплення; відповідність розташування опалубки проектному положенню та вісям; відповідність передбаченій проектом формі та геометричним розмірам; щільність стиків та сполучень (щілини між стиками не повинні перевищувати 1 мм); коректність влаштування усіх проміжних елементів.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

В даному проекті для конструкцій перекриття використовуємо опалубку MULTIFLEX від PERI (рис. 4.1.). Оскільки будівництво дуплексу відбувається біля підніжжя схилу, ми маємо обмежений простір для виконання робіт, тому можливість використання фанери необхідного розміру з будь-яким кроком та у поєднанні з балками високої несучої здатності, роблять дану опалубку ідеальним варіантом для заливки перекриттів довільної форми, будь-яких прольотів і складності планового контуру в умовах обмеженого простору [17].

Технічні характеристики опалубки MULTIFLEX від PERI:

- несуча здатність – 28 кН;
- згинальний момент – 7 кН;
- товщина перекриття – до 1,0 м [17].

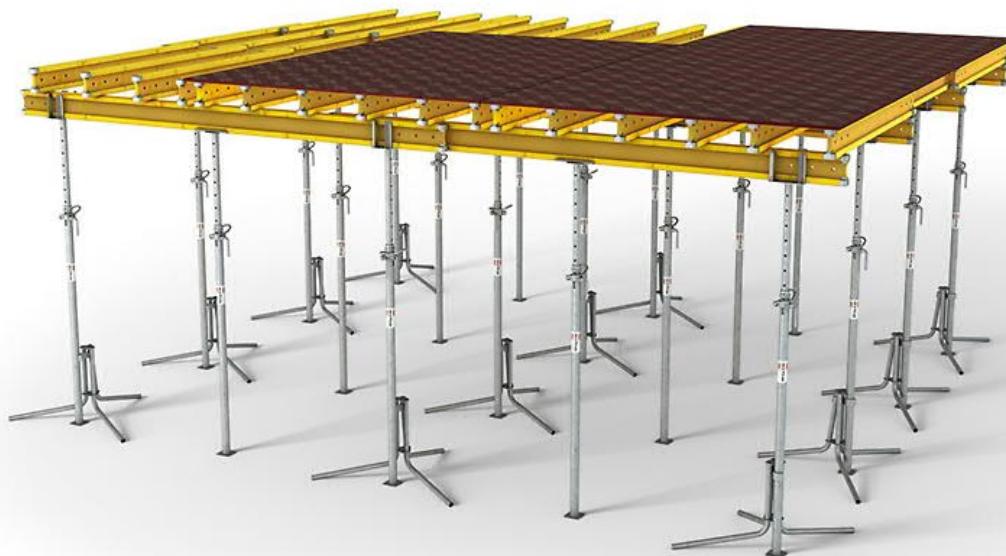


Рис. 4.1. MULTIFLEX, опалубка для перекриття

Для виготовлення опалубки використовуємо ламіновану фанеру Perі FinPly (рис. 4.2.), яка розроблена для найвищих вимог і гарантує високу якість монолітних поверхонь. Perі FinPly виготовляється зі склеєних листів луценого березового шпону. Використання тільки фінської та естонської смоли без домішок забезпечує найвищі показники вологостійкості та міцності. Питома вага темно-коричневої плівки 120 г/м², кромки листів захищені водостійкою фарбою в 2 шари [17].

Технічні характеристики фанери Perі FinPly:

- розміри (Т x Ш x Д) – 21 x 1250 x 2500 мм;
- вага – 14,7 кг/м² [17].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61



Рис. 4.2. Ламінована фанера Peri FinPly

Як основу опалубної системи використовуємо універсальну двотаврову балку-ферму GT 24 (рис. 4.3.), яка забезпечує високу несучу здатність та жорсткість опалубної конструкції. Використання цієї балки для перекриттів та навіть в спеціальних системах опалубки веде до скорочення кількості матеріалу та, головне, трудовитрат. Використання даної балки дає можливість перекривати великі площі, використовуючи меншу кількість елементів та встановлювати конструкції для будь-якого проекту з висотою ярусів до 18 м в одну захватку [17].

Технічні характеристики балки-ферми GT 24:

- висота – 240 мм;
- максимальне навантаження – 13,0 кН;
- допустима опорна реакція – 28,0 кН;
- допустимий згинальний момент – 7,0 кНм;
- вага – 5,9 кг/м;
- варіативність – 18 стандартних довжин від 0,9 до 6,0 м з кроком 0,3 м [17].



Рис. 4.3. Балка-ферма GT 24

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Монтаж арматури – згідно з проектними рішеннями здійснюємо укладання арматурних стержнів класу А500 в опалубку та створюємо арматурний каркас методом в'язки із використанням пластмасових чи дротяних фіксаторів, за необхідністю. При монтажі арматури необхідно дотримуватись попередньо прийнятих проектних рішень: розмірів, положення, забезпечення фіксації необхідного захисного шару бетону, в даному випадку 25 мм.



Рис. 4.4. В'язка арматури

Після закінчення монтажу арматури, до укладання бетонної суміші, необхідно здійснити перевірку надійності закріплення стержнів та переконатись, що арматурні каркаси зберігатимуть своє проектне положення в процесі бетонування конструкції.

3. Підготовка до заливки бетону – після перевірки коректності монтажу арматури і перед заливкою бетонної суміші в опалубку необхідно встановити передбачені проектом відводи, отвори під комунікації та вентиляцію.

4. Бетонування – після завершення процесів підготовки, здійснюємо бетонування плити міжповерхового перекриття бетоном класу С20/25. До складу робіт з бетонування плити входять:

- прийом та подача бетонної суміші на робочу зону: доставку на будівельний майданчик бетонної суміші здійснюємо з допомогою автобетонозмішувачів та подачу бетонної суміші на робочу зону, використовуючи автобетононасос;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вкладання та ущільнення бетонної суміші: бетонну суміш укладаємо шарами товщиною 500 мм, без розривів за довжиною та з послідовним напрямком укладки в одну сторону; кожен укладений шар необхідно ущільнювати глибинними вібраторами (під час вібрування потрібно уникати дотиків вібратора до елементів арматурного каркасу або опалубки); укладання кожного наступного шару можна виконувати протягом 40 хвилин після закінчення укладання попереднього шару бетонної суміші, але обов'язково до початку схоплення суміші попереднього шару;
- здійснення догляду за бетоном протягом часу набору ним міцності: після завершення робіт з укладання та ущільнення бетонної суміші необхідно створити оптимальні температурно-вологісні умови для правильного тужавіння та набору міцності бетону (зазвичай 28 діб), шляхом періодичного зволоження, теплової обробки, захисту від механічних пошкоджень або атмосферних опадів.

Під час бетонування конструкцій перекриття необхідно дотримуватись вимог вказаних у [16].

5. Завершальні роботи – після досягнення бетоном необхідної міцності (мінімальна міцність бетону за якої дозволено здійснювати розпалублення несучих конструкцій складає від 70% до 80%, залежно від прольоту) виконуємо демонтаж опалубки та іншого тимчасового обладнання і прибирання робочої зони від залишків використаних будівельних матеріалів та сміття.

Демонтаж опалубки проводимо в наступній послідовності:

- 1) опускаємо несучу конструкцію за допомогою домкратів на 10 – 30 мм;
- 2) відриваємо листи фанери від поверхні плити;
- 3) виконуємо демонтаж поперечних та поздовжніх балок;
- 4) знімаємо хрестові зв'язки між опорними рамами та виконуємо демонтаж опорних стійок.

6. Контроль якості виконання робіт – здійснення візуального та інструментального контролю якості виконання основних видів робіт по влаштуванню монолітних плит перекриття; вимірювання товщини та геометричних параметрів готового залізобетонного елемента, перевірка їх відповідності проектним рішенням; виявлення і виправлення всіх дефектів та недоліків [18].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

4.1.3. Вибір методу монтажу елементів будівлі

Монтаж конструкцій дуплексу здійснюємо ділянками, тобто потоковим методом. Розділяємо загальну ділянку на дві монтажні дільниці, поділ здійснюємо по секціям дуплексу (рис. 4.5.):

- дільниця № 1 – в осях 1 – 4 та А – Д;
- дільниця № 2 – в осях 4 – 7 та А – Е.

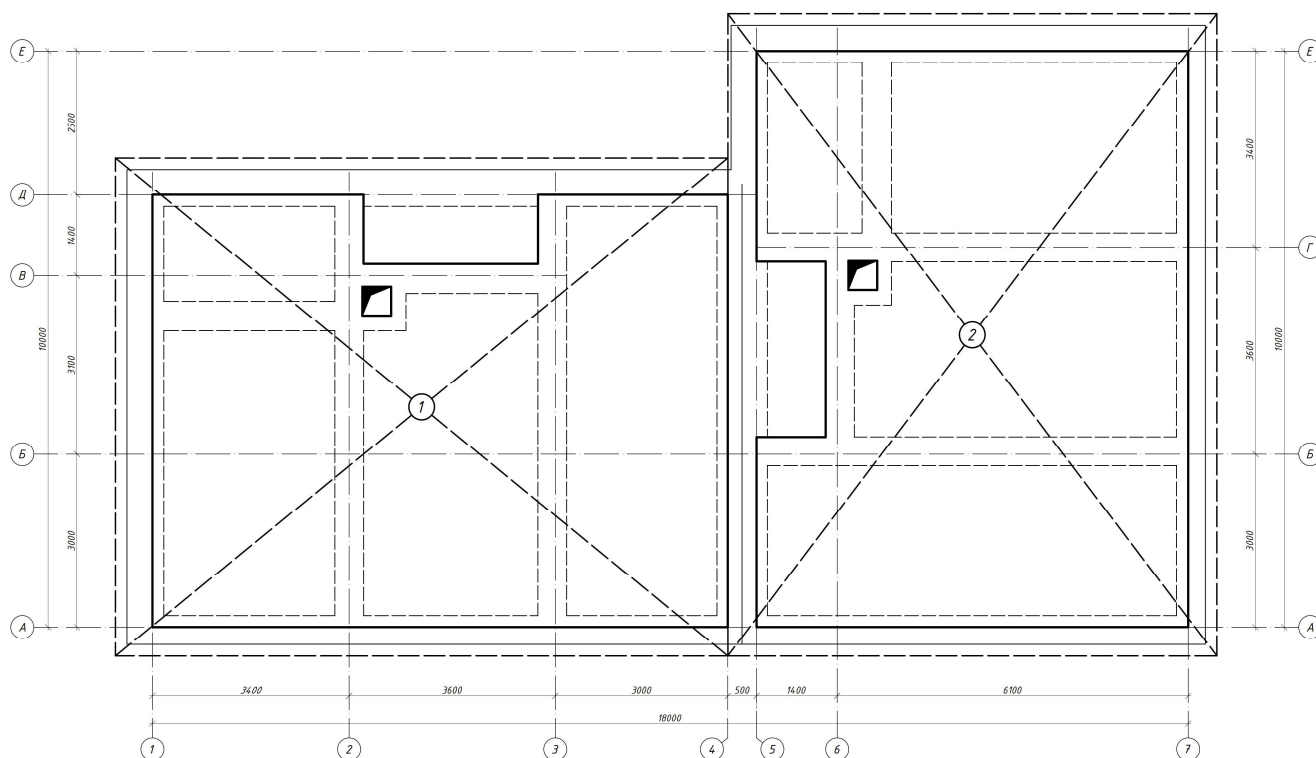


Рис. 4.5. Розподіл будівлі на монтажні дільниці

4.1.4. Визначення обсягів робіт

Визначимо об'єми виконання робіт з влаштування монолітного міжповерхового перекриття на дільницю, на поверх та на перший поверх будівлі в цілому, табл. 4.1.:

Таблиця 4.1.

№ п/п	Найменування робіт	Одиниці вимірювання	Обсяг будівельних робіт		всього
			на дільницю, на поверх		
			1	2	
1	Влаштування/демонтаж опалубки	м ²	80,5	80,5	161
2	Монтаж арматури	т	1,392	1,392	2,78
3	Бетонування	м ³	15,85	15,85	31,7

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

4.1.5. Вибір машин та механізмів

1. Вибір монтажного крана

Для монтажу опалубки використовуємо автомобільний кран. Рух крану приймаємо по брівці, вздовж будівлі паралельно осям «А» та «7».

Розрахунок монтажних характеристик виконуємо для найважчого елемента конструкції кожної групи, який монтуватиметься на найбільшій висоті та найдалі від крану, табл. 4.2.:

Таблиця 4.2.

№ п/п	Елементи	Розрахунок монтажних характеристик		
		Маса Q_m , т	Висота H_m , м	Необхідний виліт стріли L_m , м
1	Опалубні листи	1,159	6,421	11,675

Визначимо монтажні характеристики та заносимо отримані результати до табл. 4.2:

- монтажна маса опалубного щита становить:

$$Q_m = Q_i + q_{з.п.} + q_{е.о.} = 1,103 + 0,05 + 0,006 = 1,159 \text{ т,}$$

де Q_i – маса конструкції, що монтується, т;

$q_{з.п.}$, $q_{е.о.}$ – маса захватних пристосувань, що навішують на елементи опалубки;

- висоту піднімання елементів (монтажну висоту) визначаємо за формулою:

$$H_m = h_{пр} + h_{мон} + h_i + h_{з.п.} = 3,4 + 0,5 + 0,021 + 2,5 = 6,421 \text{ м,}$$

де $h_{пр}$ – висота, яка вимірюється від рівня стоянки будівельного крана до рівня встановлення елемента, що монтується, м;

$h_{мон}$ – висота підйому елемента, що монтується над опорою, приймаємо 0,5м;

h_i – висота елемента, що монтується в положенні на гаку крана, м;

$h_{з.п.}$ – висота захватного пристрою над конструкцією, м;

- глибину подавання елементів визначаємо за формулою:

$$L_m = L_1 + L_2 + L_3 = 3 + 1,5 + 7,175 = 11,675 \text{ м,}$$

де L_1 – відстань між віссю повороту крана та найближчою опорою;

L_2 – відстань від шарніра кріплення стріли або опори крана до зовнішньої поверхні споруди або її виступаючої частини;

L_3 – відстань від зовнішньої поверхні споруди до вісі гака крана [13, 19].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до монтажних характеристик конструкцій, згідно з [20] попередньо приймаємо найбільш підходящий та економічно доцільніший автомобільний кран. Технічні характеристики обраного будівельного крана наводимо в табл. 4.4.:

Таблиця 4.4.

Назва характеристики	Марка крана
	КС – 35714-2
Базове шасі	КАМАЗ-43118
Вантажопідйомність Q , т	16
Виліт L , м	1,9 – 30,0
Висота підйому H , м	9,5 – 22,72
Довжина гусака, м	7
Максимальний вантажний момент, т.м	73
Потужність двигуна, к.с.	224
Розмір опорного контуру вздовж / впоперек осі шасі (за висунутих балок виносних опор), м	4,942 / 5,433
Розмір опорного контуру вздовж / впоперек осі шасі (при втягнутих балках виносних опор), м	2,264 / 5,433
Маса крана, т	20,21

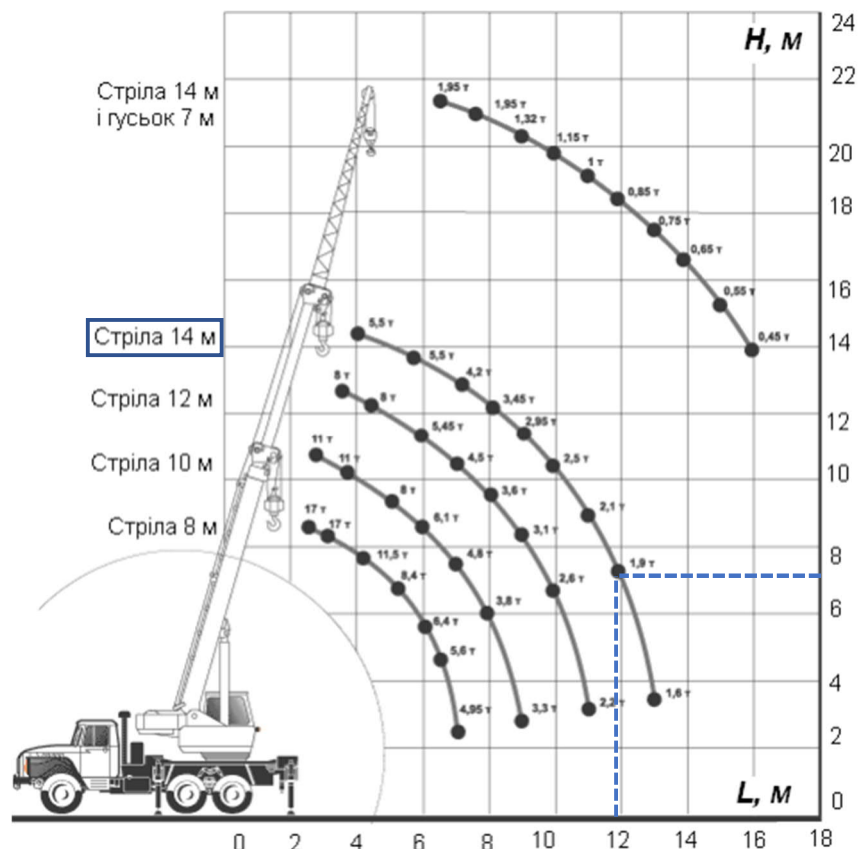


Рис. 4.6. Вантажовисотні характеристики крана КС – 35714-2 [20]

$$Q_{\text{КС-35714-2}} = 1,8 \text{ т} > Q_{\text{М}} = 1,159 \text{ т}; H_{\text{КС-35714-2}} = 7,2 \text{ м} > H_{\text{М}} = 6,421 \text{ м};$$

$$L_{\text{КС-35714-2}} = 11,8 \text{ м} > H_{\text{М}} = 11,675 \text{ м},$$

умови задовольняються, отже остаточно обираємо кран КС – 35714-2.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

2. Вибір автобетонозмішувача

Враховуючи обсяги робіт (табл. 4.1.) на бетонування плити міжповерхового перекриття на першому поверсі, на першій ділянці (перша секція дуплексу), необхідно 15,85 м³ бетону. Обираємо найбільш доцільний варіант автобетонозмішувача з наявних в радіусі 30 км від будівельного майданчика та згідно з [21] наводимо його технічні характеристики, табл. 4.5.:

Таблиця 4.5.

Назва характеристики	Марка автобетонозмішувача
	Liebherr НТМ 1005
Номінальний об'єм, м ³	10
Максимальний об'єм, м ³	11,30
Геометричний об'єм, м ³	17,2
Висота без рами, мм	2576
Вага з приводом від шасі, т	3,89

Визначимо необхідну кількість автобетонозмішувачів за даних умов:

$$N = \frac{15,85 \cdot 2}{11,3} = \frac{31,7}{11,3} = 2,81 \approx 3 \text{ машин.}$$

Отже, для бетонування плити міжповерхового перекриття на першому поверсі використовуємо 3 автобетонозмішувача марки Liebherr НТМ 1005.

3. Вибір автобетононасосу

Для транспортування та розподілення бетонної суміші, враховуючи обмежений робочий простір, використовуємо автобетононасос Liebherr 24 ХН, який має низьку висоту розкладання багаторозподільної стріли та допоміжне обладнання невеликих розмірів та згідно з [21] має наступні технічні характеристики, табл. 4.6.:

Таблиця 4.6.

Назва характеристики	Марка автобетононасосу
	Liebherr 24 ХН
Вертикальна досяжність, м	23,7
Горизонтальна досяжність, м	19,7
Висота розкладання, м	4,9
Довжина кінцевого шлангу, м	4
Насосна група:	140 Н
максимальна продуктивність, м ³ /год	138
максимальний тиск, бар	80
цикли накачки, об/хв	28

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Вибір обладнання для ущільнення бетонної суміші

З метою отримання максимально можливого зчеплення, однорідності та ущільнення бетонної суміші під час заливки, іншими словами – для видалення з бетонної суміші повітря, використовуємо глибинний вібратор для бетону.

Тип вібратора визначаємо залежно від товщини потенційного шару бетону (0,22 м) та довжини робочої частини. Отже, враховуючи дані умови, обираємо глибинний високочастотний вібратор марки EnerSol ECV-50PRO (рис. 4.7.), який відповідно до [22] має наступні технічні характеристики, табл. 4.7.:

Таблиця 4.7.

Назва характеристики	Марка вібратору
	EnerSol ECV-50PRO
Тип	глибинний
Доцентрова швидкість, кН	5
Частота вібрації, об/хв	12000
Діаметр віброулави, мм	50
Напруга, В	220
Частота струму, Гц	200
Потужність, кВт	1,5
Довжина гнучкого валу, м	4
Вага, кг	16,5

Простота у використанні та портативність вібратора EnerSol ECV-50PRO дозволить виконувати роботу швидко та якісно одним оператором. Рівень шуму від даного вібратора складає менше 70 Дб, що знаходиться в межах допустимої норми. Для ефективного виконання робіт з ущільнення бетонної суміші використовуємо три вібратори EnerSol ECV-50PRO [22].



Рис. 4.7. Вібратор EnerSol ECV-50PRO

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Відомість потреби в основних будівельних машинах і транспортних засобах на будівництво

№ п/п	Найменування	Тип	Марка	Кількість, шт.	Примітки
1	Автомобільний кран		КС – 35714-2	1	$L_{\text{Стріли}} = 14 \text{ м}$
2	Автобетонозмішувач		Liebherr HTM 1005	3	
3	Автобетононасос		Liebherr 24 XH	1	
4	Вібратор для бетону	Глибинний	EnerSol ECV-50PRO	3	

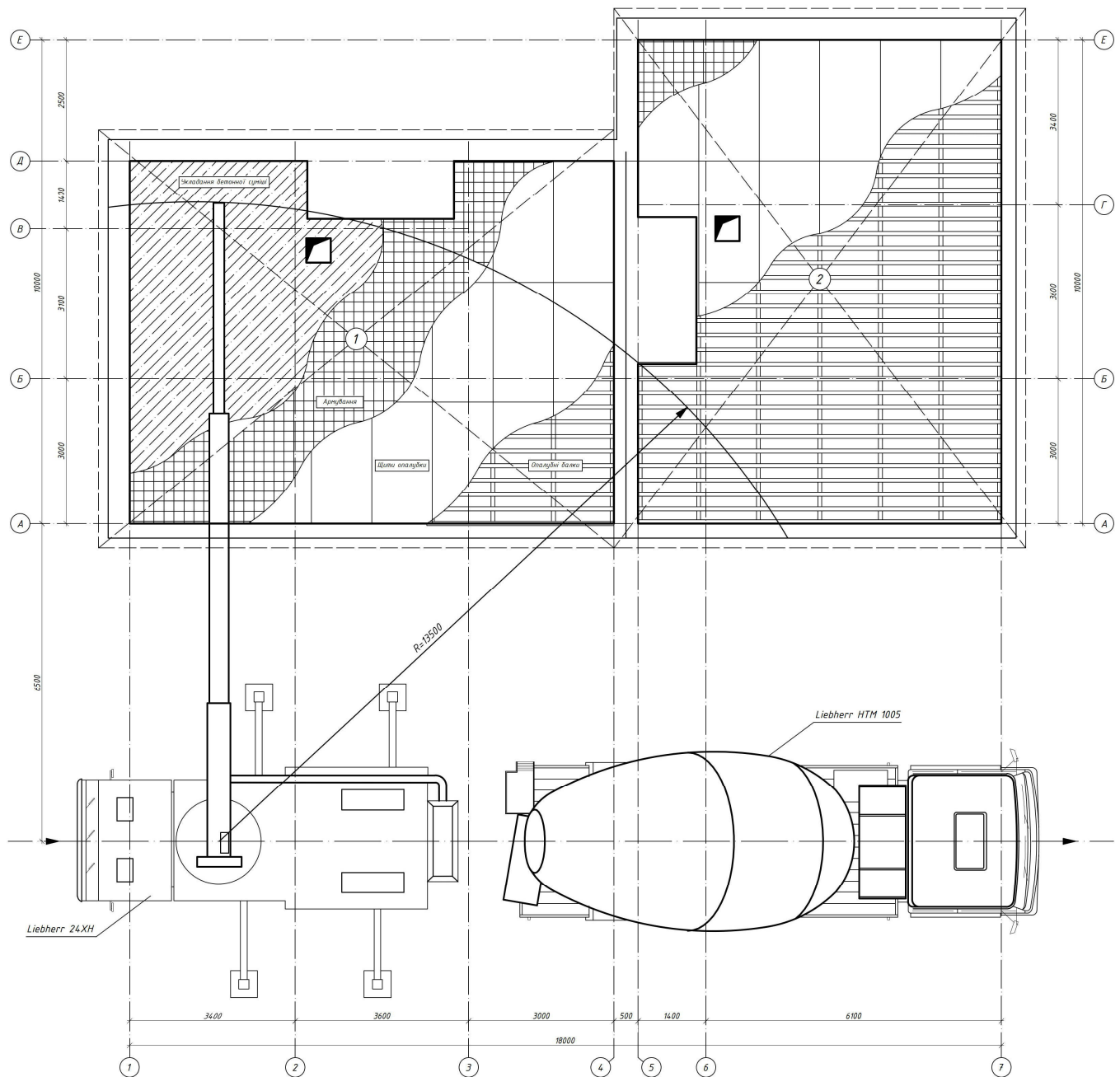


Рис. 4.8. Схема виконання робіт з влаштування монолітного перекриття

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Калькуляція трудових витрат праці

№ процесу	Найменування процесу	Одиниця виміру	Норми часу		Обсяги робіт за дільницями		Трудоємність за дільницями люд.-год/маш.-год		Склад ланки	
			люд.-год	маш.-год	1	2	1	2	Професія	Кількість
									розряд	
1	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Влаштування опалубки	м ²	0,37	-	80,5	80,5	29,79	29,79	монтажник 4 монтажник 2	1 1
2	Подача арматури	100 т	12,3	6,07	0,014	0,014	<u>0,17</u> 0,09	<u>0,17</u> 0,09	машиніст 6 такелажник 2 такелажник 2	1 1 1
3	В'язання арматурних каркасів	1 т	21	-	1,392	1,392	29,23	29,23	арматурник 4 арматурник 2	1 1
4	Бетонування	100 м ³	18	6,1	0,16	0,16	<u>2,88</u> 0,976	<u>2,88</u> 0,976	машиніст 4 слюсар 4 бетонник 2	1 1 1
5	Догляд за бетоном	100 м ²	0,14	-	0,81	0,81	0,11	0,11	бетонник 2	1
6	Демонтаж опалубки	м ²	0,15	-	80,5	80,5	12,08	12,08	монтажник 4 монтажник 2	1 1

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.10. [13, табл. 8]

Технологічні розрахунки на виконання робіт з влаштування перекриття та графік виконання робіт

№ процесу	Найменування процесу	Обсяг робіт		Витрати праці, люд.-зм. /маш.-зм.		Трудоємність, люд.-зм. /маш.-зм.		Склад ланки		Кількість робочих змін на добу	Тривалість робіт, днів	Виконання норми, %	Графік виконання робіт										
		Одиниця виміру	Кількість	За норм.	Прийнято	За норм.	Прийнято	Професія, розряд	Кількість				Робочі дні										
													1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14										
1	Влаштування опалубки	м ²	161	21,6	20,2	7,45	8	монтаж. 4 монтаж. 2	1 1	2	2	93%	█	█									
2	Подача та в'язання арматури	1 т	2,81	$\frac{0,38}{281}$	$\frac{0,35}{281}$	$\frac{7,35}{0,01}$	$\frac{8}{0,01}$	машиніст 6 арматур. 4 арматур. 2	1 1 1	2	2	98%			█	█							
3	Бетонування	100 м ³	0,32	$\frac{0,4}{1,3}$	$\frac{0,32}{1,3}$	$\frac{0,72}{0,24}$	$\frac{1}{0,24}$	машиніст 4 слюсар 4 бетонник 2	1 1 1	1	0,5	96%					█						
4	Догляд за бетоном	100 м ²	1,62	54	0,27	0,03	6	бетонник 2	1	1	6	0,5%					█	█	█	█	█	█	
5	Демонтаж опалубки	м ²	161	50,3	40,3	3,2	4	монтаж. 4 монтаж. 2	1 1	2	1	80%											█

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

***ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА***

Консультант _____ Касьянова О.М.

Здобувач _____ Афтенюк І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Будівництво – це процес створення будівель, споруд або будь-яких інших інженерних об'єктів, який включає в себе планування, проектування та будівельні роботи, в процесі виконання яких існує певний спектр ризиків, які можуть виникнути через різноманітні фактори і певним чином вплинути на життя, здоров'я працівників та безпосередньо в цілому на результат будівництва. Тому в розділі «Охорона праці та навколишнього середовища» проведемо аналіз усіх шкідливих та небезпечних факторів, які можуть мати місце в процесі зведення дуплексу та наведемо пропозиції заходів задля попередження цих ризиків і зменшення ймовірності їх виникнення.

У даному проекті по зведенню двоповерхового дуплексу в місті Києві передбачено виконання земляних, монолітних, монтажних, покрівельних та опоряджувальних робіт. Усі роботи з цього переліку певним чином здатні створити загрозу для здоров'я робітників, які безпосередньо ними займаються. При виконанні будівельно-монтажних робіт існує широкий спектр ризиків, що можуть виникнути через різноманітні фактори, а саме: травми та нещасні випадки (удари, падіння, порізи, забої тощо); негативний вплив внаслідок використання небезпечних матеріалів; нестабільність конструкцій та їх обвалення на етапі виконання робіт; використання важкого обладнання; ризик до виникнення пожеж через електрику, нагрівання або використання горючих матеріалів; також до цього переліку можна додати недосконалість людського фактору та вплив погодних умов (вітер, дощ, сніг або сильна спека можуть підвищити ризик нещасних випадків).

З метою запобігання виникненню подібних ситуацій, описаних вище, в процесі виконання будівельно-монтажних робіт на будівельному майданчику є необхідним дотримання наступних умов згідно з ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення":

- дотримання безпеки праці: забезпечення здоров'я та безпечного перебування і виконання робіт шляхом використання засобів індивідуального та колективного захисту, первинними засобами пожежогасіння, забезпечення засобами зв'язку і сигналізації та дотримання правил безпеки і впровадження процедур безпеки;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечення працівників санітарно-побутовими приміщеннями, питною водою та медичним обслуговуванням, а також приміщення для захисту від атмосферних опадів згідно з чинними нормативами та колективним договором;
- дотримання технічних стандартів та нормативів: виконання будівельно-монтажних робіт виключно згідно з вимогами нормативно-правових актів, будівельними стандартами;
- систематичне здійснення контролю якості будівельно-монтажних робіт;
- відповідність технологічним процесам: дотримання порядку виконання робіт згідно з попередньо затвердженими технологічними процесами;
- організація безпечної робочої зони;
- дотримання вимог безпеки під час експлуатації машин, електро та пневмоінструменту, а також технологічного оснащення [23].

5.1. Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

5.1.1. Аналіз параметрів мікроклімату

Будівництво дуплексу у місті Києві повинно розпочатись на початку літа, відповідно, враховуючи, що переважна більшість робіт буде проходити під відкритим небом, є ризик виникнення шкідливих умов через підвищення температури понад +32 град. С та високої вологості повітря. Тому на робочих місцях необхідно передбачити раціональний режим праці та відпочинку з метою недопущення перегріву працівників.

Згідно з [24] тривалість періодів праці та відпочинку при проведенні робіт за температури повітря вище 28 град. С становить (табл. 6.1):

Таблиця 6.1. [24, табл. 5]

Температура повітря, град.С	Тривалість одноразових періодів (хвил.)		Співвідношення праці та відпочинку
	праця	відпочинок	
28	36	24	1,5
30	34	25	1,33
32	32	26	1,20
34	30	27	1,10
36	28	28	1,00
38	26	29	0,90
40	24	30	0,80

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Для запобігання проблем від перегріву та для покращення мікрокліматичних умов необхідно здійснити ряд попереджувальних заходів:

- організація відповідного режиму роботи залежно від температури повітря в конкретний день згідно з положенням, вказаним вище;
- дотримання питного режиму з метою запобігання зневодненню організму (температура води/напоїв в межах +10...+15 град. С.), також корисним буде вживання мінеральної, підсоленої води або будь-яких молочно-кислих напоїв, аби відшкодувати втрату організмом мікроелементів і солей, які виділяються з організму людини з потом. У випадку, якщо температура повітря становить 30 град. С і більше обов'язкова норма споживання води – 0,5 л/год і більше;
- з метою захисту робітників від надмірного теплового випромінювання потрібно уникати використання одягу зі штучних тканин і темних кольорів;
- проведення регулярних лікувально-профілактичних заходів та медоглядів.

Окрім підвищеної температури, повітря на будівельному майданчику забруднене пилом та різноманітними викидами шкідливих речовин, таких як пари бензину, солярки, вихлопні гази тощо. Тому для запобігання отруєнь робітники повинні виконувати роботи лише в допустимих нормах погодинних умов, а ті, хто працюють безпосередньо з хімічними речовинами повинні бути забезпечені спецодягом.

5.1.2. Аналіз природного та штучного освітлення

Природне та штучне освітлення є вагомим компонентом забезпечення безпеки працівників під час виконання робіт, ефективності їхньої роботи, комфорту та оптимізації продуктивності будівельних процесів.

Природне освітлення є найбільш прийнятним джерелом світла, воно допомагає знижувати втому та підвищує продуктивність праці. Однак, якщо природного освітлення недостатньо, компенсувати його можна за рахунок штучного освітлення. Особливо це актуально в нашому випадку, де більша частина дуплексу врізана в схил, відповідно в усіх робочих зонах зі сторони схилу наявне мінімальне природне освітлення, тому різноманітні мобільні ліхтарі та прожектори в даному випадку є необхідними задля забезпечення якісного та зручного виконання робіт і уникнення нещасних випадків.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від характеристики зорової роботи, об'єкта розрізнення можемо визначити, що роботи екскаваторника, муляра та покрівельника належать до 5-го розряду, тобто до розряду зорової роботи малої точності. Тому природне освітлення робочого місця має відповідати вимогам нормативних документів, які наведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2. [25]

Характеристика зорової роботи	Розмір об'єкта розміщення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта Розрізнення з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення		Природне освітлення	
						Освітленість, лк		КПО, е _н , %	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або комбіноване	Бокове
Малої точності	Від 1 до 5	V	б	Середній	Середній	-	200	3	1

Перед початком робіт кожний робітник повинен переконатись у наявності достатнього освітлення його робочої зони та у випадку використання штучних джерел освітлення, у справності освітлювальних та сигнальних приладів.

5.1.3. Аналіз шуму та вібрації

Шум та вібрації на будівельному майданчику потребують серйозної уваги та ефективних заходів контролю, оскільки вони здійснюють серйозний вплив на якість життя і безпеку оточуючих та безпосередньо робітників. Джерелами шуму можуть бути будівельні машини (екскаватор здатний створювати шум, що за еквівалентним рівнем інтенсивності досягає 96 дБ) та обладнання, земельні роботи тощо. Вібраційні коливання виникають внаслідок роботи важких машин, таких як екскаватори (здатні створювати вібрації понад 60 дБ), бульдозери, грейдери тощо.

Постійний шум високого рівня може спричиняти порушення сну, стрес, швидку втому або навіть втрату слуху, що очевидно вплине на здоров'я робітників, якість роботи та здатність повноцінно виконувати виробничі завдання. Вібрації призводять до руйнування будівельних конструкцій на будівельному майданчику та навколо нього, дискомфорт і певну небезпеку для роботи будівельників.

Загалом до виробничих коливань відносять: шум вібрації, ультра- та інфразвук. Граничні величини шуму на робочих місцях регламентують згідно з [26]. Параметри вібрації нормуються відповідно до вимог [27].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску, дБ в октавних смугах із середньогометричними частотами, Гц									Еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Загалом, рівні шуму до 80 дБ вважаються нешкідливими для людини, та коли на місцевості шум в межах від 85 дБ до 90 дБ, то людина, яка працює на даному місці повинна перебувати під наглядом відповідних спеціалістів, оскільки тривале перебування в таких умовах може спровокувати виникнення професійних захворювань, внаслідок чого може трапитись значне погіршення слуху.

Задля мінімізації та контролю вібраційних коливань та шуму необхідне встановлення акустичних бар'єрів, використання тихих обладнань, аналіз та вибір оптимальних методів робіт і графіків робіт, які б обмежували часи високого шуму та вібрацій. Для захисту робітників варто забезпечити їх засобами індивідуального захисту, таких як віброзахисні рукавиці, взуття зі спеціальними вставками тощо, що допоможе значно зменшити передачу вібрацій на тіло людини. Необхідним також є здійснення регулярного контролю вібрації машин та будівельного обладнання і моніторингу рівня шуму та вібрацій на будівельному майданчику.

5.1.4. Аналіз електробезпеки

Надзвичайно важливою складовою безпечного перебування працівників на будівельному майданчику є дотримання правил електробезпеки. Контроль повинен здійснювати відповідальний інженерно-технічний працівник. Для забезпечення належного рівня електробезпеки на будівельному майданчику слід обов'язково проводити певні необхідні процеси та операції:

- регулярні перевірки стану електричних систем та обладнання, включаючи проводку, розетки тощо та аналіз потенційних проблем, тобто коротких замикань, перевантажень, старіння обладнання тощо;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- відповідність всіх електричних систем та обладнання відповідним стандартам електробезпеки та місцевим нормативам;
- забезпечення заземлювальними системами всього обладнання та систем та визначення їх відповідності сучасним стандартам та необхідності ремонту або вдосконалення;
- встановлення захисних пристроїв (захист від перенапруги, автоматичні вимикачі тощо) та регулярна перевірка стану ізоляції проводів та обладнання з метою запобігання коротких замикань та уникнення електричних уражень;
- коректне встановлення та монтаж усього електрообладнання;
- проведення інструктажів для робітників щодо правил безпеки при використанні електричних будівельних приладів та обладнання.

5.1.5. Аналіз виконання висотних робіт

Висотні роботи - невід'ємна частина зведення будь-якого будинку чи споруди та один з найнебезпечніших етапів будівництва, тому правильне та надійне виконання висотних робіт є ключовим аспектом будь-якої будівельної діяльності та важливою складовою у забезпеченні безпеки праці на будівельному об'єкті.

Для безпечного виконання робіт на висоті існують певні принципи:

- належний рівень підготовки працівників, які виконуватимуть роботи на висоті, робітники повинні бути проінформовані щодо безпечного ведення робіт на висоті;
- перед початком робіт необхідно в обов'язковому порядку проводити оцінку можливих ризиків (стан робочої поверхні, погодні умови, наявність сторонніх перешкод тощо);
- з метою уникнення травм та падінь з висоти необхідне використання захисного обладнання та спорядження, такого як страхувальні ремені, шоломи, амортизаційні пояси тощо;
- для виконання висотних робіт потрібно використовувати належне та попередньо перевірене на безпеку та відповідність всім стандартам необхідне обладнання, таке як стропи, лебідки, платформи, драбини тощо.
- ведення постійного нагляду «з землі» за робітником на висоті та утримування з ним постійного контакту.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отримані результати аналізу представимо у табличній формі, табл. 6.4 та 6.5.

Таблиця 6.4. Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що характеризують даний вид робіт

№ з/п	Назва ШФ	Чим викликаний ШФ	До якого захворювання приводить ШФ	Норми	Заходи усунення ШФ, передбачені проектом
1	2	3	4	5	6
1	Підвищення температури повітря нав. середовища	Високою температурою навколишнього середовища	Зневоднення, гіпертермія, судомна хвороба	13-28, град. С	Місця для відпочинку, відповідний графік робіт, забезпечення водою
2	Забруднення повітря пилом	Пил від коліс та внаслідок завантаж./розвантаж. матеріалів	Бронхіт, захворювання очей та шкіри	8 мг/м ³	Наявність спецодягу, масок
3	Вплив хімічних речовин	Використання хім. розчинів	Опіки, втрата зору, смерть	оксид вуглецю -20мг/м ³ пари бензину - 100мг/м ³	Наявність спецодягу, респіраторів, відповідні графіки робіт, інструктаж
4	Недостатнє освітлення	Зони на об'єкті з недостатньою кількістю природного освітлення, несправність джерел штучного освітлення	Травмування робітників	200 лк	Штучне освітлення в темний період та у місцях з недостатнім рівнем природного освітлення
5	Шум та вібраційні коливання	Машини, важка будівельна техніка та обладнання	Проблеми зі слухом, вібраційна хвороба	60-80 дБ	Контроль вібрацій, застосування засобів інд. захисту
6	Ураження струмом	Електричне обладнання	Опіки, електротравми, смерть	12-42 В	Регулярна перевірка та догляд за обладнанням
7	Падіння робітників з висоти	Порушення правил безпеки виконання висотних робіт, несправність	Переломи, забої, струси, розриви	H=12 м	Забезпечення необхідним обладнанням, контроль обладнання, інструктаж, очищення поверхонь

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Таблиця 6.5. Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що характеризують обладнання

№ з/п	Назва ШФ	Чим викликаний ШФ	До якого захворювання приводить ШФ	Заходи усунення ШФ, передбачені проектом
1	2	3	4	5
1	Рухливі елементи та обладнання	Обертаючий та поступальний рух обладнання	Травматизм втрата працездатності	Обмеж. рухливих елементів і пристроїв
2	Утворення вибухо-небезпечних сумішей	Накопичення газу в замкнутому просторі до небезпечних концентрацій	Отруєння та втрата працездатності	Провітрювання, вентиляція, відповідний графік роботи
3	Небезпечний рівень напруги та розриви в електричних ланцюгах	Порушення правил улаштування електричних установок та неправильна організація праці	Ураження електричним струмом, опіки, втрата працездатності	Улаштування заземлення, дотримання правил безпеки
4	Пожежа	Порушення правил, несправність обладнання	Опіки, втрата працездатності, смерть	Дотримання правил експлуатації обладнання та правил безпеки

Висновки

У результаті проведеного аналізу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні земляних, монтажних, опоряджувальних та покрівельних робіт встановлено небезпечну дію підвищеної температури, неналежного освітлення на робочих зонах, забруднення пилом, негативна дія шуму і вібрацій, ураження електричним струмом та падіння з висоти робітників. Для зменшення несприятливого впливу високих температур на персонал, передбачено облаштування прохолодних місць відпочинку, забезпечення водою та створення оптимального графіку роботи. З метою зменшення дії забрудненого пилом повітря передбачаємо забезпечення працівників спецодягом та респіраторами. Для зменшення несприятливого впливу від недостатньої кількості освітлення передбачаємо штучне освітлення. Для зменшення негативного впливу шуму та вібрацій передбачаємо забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. Щоб уникнути ураження електрострумом здійснюємо регулярний догляд та нагляд за обладнанням. Більш детальний опис засобів для зменшення негативного впливу від виробничих факторів наведено в аналізі кожного з них.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Консультант _____ Гусарова Л.В.

Здобувач _____ Афтенюк І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

6.1. Особливості ціноутворення в будівництві

Ціноутворення в будівництві – це механізм або процес визначення вартості будівельних послуг і послух, яка базується на різноманітних факторах та складових. Процес ціноутворення включає в себе оцінку витрат на працю, матеріали, обладнання та устаткування, послуги підрядників та інші витрати, які можуть бути пов’язані з проектом будівництва. Також ціноутворення враховує ризики, пов’язані з будівництвом та різні фактори, що можуть вплинути на кінцеву вартість проекту. Загалом, ціноутворення є важливою складовою будь-якого проекту будівництва, оскільки дозволяє здійснювати раціональний розподіл ресурсів та забезпечити ефективне використання бюджету. Процес ціноутворення це механізм, що складається з безлічі пов’язаних між собою чинників впливу та утворюють єдину систему.

Система ціноутворення в будівництві (рис. 7.1) містить у собі кошторисні нормативи, правила визначення вартості будівництва і складання інвесторської кошторисної документації.

Кошторисні нормативи - це узагальнена назва комплексу кошторисних норм, що об’єднуються в окремі збірники. Разом з правилами і положеннями, що містять у собі необхідні вимоги, вони служать для визначення вартості будівництва.

Інвесторська кошторисна документація - це сукупність кошторисів (кошторисних розрахунків), відомостей кошторисної вартості пускових комплексів, черг будівництва, зведень витрат, пояснювальних записок до них та відомостей ресурсів, складених на стадії розроблення проектної документації [28].

Основним завданням кошторисного нормування і ціноутворення в будівництві є:

- забезпечення через систему ціноутворення в будівництві визначення вартості будівництва на всіх стадіях інвестування;
- підвищення ефективності капітальних вкладень, забезпечення економії фінансових та інших ресурсів, впровадження досягнень науки, техніки, передового вітчизняного і закордонного досвіду в будівельному виробництві, застосування нових матеріалів, виробів і конструкцій, організаційних заходів тощо [28].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, ціноутворення в будівництві складається з безлічі складових, однак існують певні основні рушії, які мають вагомий вплив:

- вартість праці: може змінюватись залежно від регіону, кваліфікації працівників, сезону тощо;
- дозволи: процес отримання дозволів на будівництво вимагає додаткових чималих витрат на юридичні терміни, а також може відтягувати процес початку будівельних робіт, що вплине на загальні терміни будівництва і відповідно вартість;
- терміни: швидкість виконання робіт прямо пропорційна вартості робіт;
- інноваційність: використання плодів технологічного прогресу здатне зменшити витрати шляхом заміни або допомоги існуючим технологіям будівельних робіт, але потребує інвестицій у нове обладнання та навчання працівників працювати та ефективно працювати з ним, аби в кінцевому результаті його використання було економічно доцільним;
- ризики та нестабільність: погодні умови, зміни вартості матеріалів і праці, зміна законів, реформи, війни та інші непередбачувані ситуації здійснюють вплив на ціноутворення, тому при оцінці проекту дані ризики необхідно враховувати.

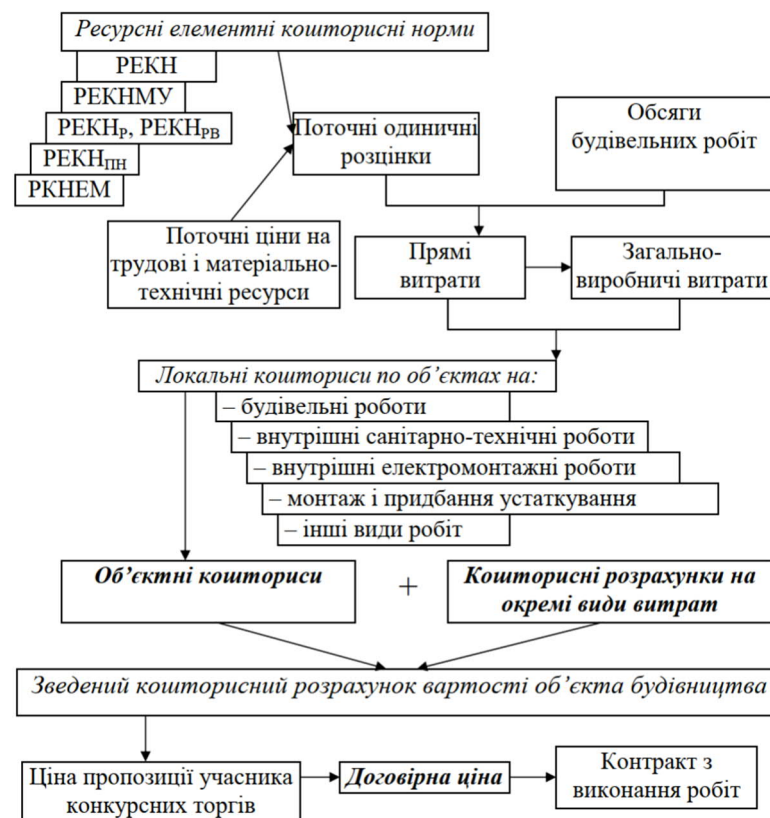


Рис. 7.1. Система ціноутворення в будівництві

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2. Кошторисна документація

Форма № 5

Зведений кошторисний розрахунок в сумі **20501** тис.грн.

В тому числі зворотних сум 14 тис.грн.

Зведений кошторисний розрахунок вартості об'єкта будівництва №

Двоповерховий дуплекс у місті Києві

(найменування об'єкта будівництва)

Складений в поточних цінах станом на "10" червня 2024 р.

№ Ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
Глава 1						
Підготовка території будівництва						
	КНУ п. 3.32	Відведення земельної ділянки	0	0	170	170
	КНУ п. 3.32	Створення і експлуатація мережі дри будівництва			3	3
	КНУ п. 3.32	Інженерна підготовка території	1078	0	0	1078
		Разом по главі 1	1078	0	174	1252
Глава 2						
Об'єкти основного призначення						
	КНУ п. 3.33	№ 02-01 16-поверховий житловий будинок у м. Тульчині	6680	135		6816
		Разом по главі 2	6680	135	0	6816
Глава 3						
Об'єкти підсобного та обслуговуючого призначення						
	КНУ п. 3.34	Адміністративно-побутові приміщення	0,0	0,0		0,0
	КНУ п. 3.34	Ремонтно-технічні майстерні (допоміжні цехи, майстерні, склади, естакади, лабораторії)	0,0	0,0		0,0
	КНУ п. 3.34	Господарські будівлі і приміщення (охрана, прохідна, сміттєзбиральнік тощо)	0,7	0,4		1,1
		Разом по главі 3	0,7	0,4		1,1
Глава 4						
Об'єкти енергетичного господарства						
	КНУ п. 3.35	Трансформаторна підстанція	849	1274		2123
	КНУ п. 3.35	Лінії електропостачання	47	70		117
		Разом по главі 4	1119,9	1119,9		2240
Глава 5						
Об'єкти транспортного господарства і зв'язку						
	КНУ п. 3.35	Зовнішні роботи і будівлі для усіх видів зв'язку	18,7	2,5		21
	КНУ п. 3.35	Автомобільні під'їзні та внутрішні дороги	221,2	30,2		251
	КНУ п. 3.35	Будівлі по обслуговуванню транспорту: депо, гаражі, стоянки	36,9	5,0		42
	КНУ п. 3.35	Паркінги, автостоянки	51,6	7,0		59
		Разом по главі 5	328,4	44,8		373
Глава 6						
Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, тепlopостачання та газопостачання						
	КНУ п. 3.35	Зовнішні мережі водопостачання, водозабірні, насосні споруди	15,8	12,9		28,7
	КНУ п. 3.35	Зовнішні мережі каналізації, очисні споруди	26,1	21,4		47,4
	КНУ п. 3.35	Зовнішні мережі тепlopостачання, бойлерні, котельні	43,1	35,2		78,3
	КНУ п. 3.35	Зовнішні мережі газопостачання	0,0	0,0		0,0
		Разом по главі 6	85,0	69,5		154,54
Глава 7						
Благоустрій та озеленення території						
	КНУ п. 3.35	Огорожа території	36,1			36,1
	КНУ п. 3.35	Озеленення та малі архітектурні форми	109,4			109,4
	КНУ п. 3.35	Зовнішнє освітлення	21,3			21,3
	КНУ п. 3.35	Пішохідні доріжки, тротуари	181,6			181,6
	КНУ п. 3.35	Спортивні та ігрові майданчики	75,7			75,7
		Разом по главі 7	424,1			424
		Разом по главах 1-7	9716,8	1370,0	173,8	11261
Глава 8						
Тимчасові будівлі і споруди						
	КНУ п. 4.18-4.21	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення	92			92
		Разом по главі 8	92			92
		Разом по главах 1-8	9809,1	1370	174	11353
Глава 9						
Кошти на інші роботи та витрати						
	КНУ п. 4.25, дод. 22	Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період	49,0			49
	КНУ п. 4.37 4.27-4.31	Інші витрати			62	62
		Разом по главі 9	49		62	111
		Разом по главах 1-9	9858,2	1370	236	11464
Глава 10						
Утримання служби замовника та інжинірингові послуги						
	КНУ п. 4.32	Утримання служби замовника (включаючи технічний нагляд)			207	207
	КНУ п. 4.32	Витрати замовника з проведення тендерів			23	23
	КНУ п. 4.32	Формування страхового фонду документації			6	6
		Разом по главі 10			315	315
Глава 11						
Підготовка експлуатаційних кадрів						
	КНУ п. 3.38	Підготовка експлуатаційних кадрів			0	0
		Разом по главі 11			0	0
Глава 12						
Проектні, вишуквальні роботи, експертиза та авторський нагляд						
	КНУ п. 4.34	Вартість проектно-вишуквальних робіт			375	375
	КНУ п. 4.34	Вартість експертизи проектної документації			12	12
	КНУ п. 4.35	Кошти на здійснення авторського нагляду			11	11
		Разом по главі 12			398	398
		Разом по главах 1-12	9858	1370	950	12178
			0,81	0,11	0,08	1,000
	КНУ п. 4.38, дод. 25	Кошторисний прибуток (П)	789			789
	КНУ п. 4.39, дод. 27	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ)			197	197
	КНУ п. 4.40, дод. 28	Кошти на покриття ризиків всіх учасників будівництва (Р)	246	34	24	304
	КНУ п. 4.41	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами (І)	3174	441		3615
		РАЗОМ (рп.1-12 + П + АВ + Р + І)	14068	1845	1171	17084
		Податок на додану вартість			3417	3417
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	14068	1845	4588	20501
	КНУ п. 3.39	Зворотні суми				14

Керівник проектної організації _____ Гусарова Л.В. _____

Головний інженер проекту _____ Афтенок І.А. _____
(Головний архітектор проекту) [підпис (ініціали, прізвище)]

Керівник _____ відділу _____ Гусарова Л.В. _____
(найменування) [підпис (ініціали, прізвище)]

Рис. 7.2. Зведений кошторисний розрахунок вартості об'єкта будівництва

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

До будівництва двоповерхового дуплексу у місті Києві

РОЗРАХУНКИ до глав 1, 3, 4, 5, 6, 7 ЗВЕДЕНОГО КОШТОРИСНОГО РОЗРАХУНКУ

Площа забудови об'єкта, кв.м	170,1
Загальна площа об'єкта, кв.м	452,94
Загальний обсяг об'єкта, куб.м	2058,21
Площа ділянки (території) об'єкта, кв.м	540
Периметр ділянки (території) об'єкта, м.п.	94

Складений в поточних цінах станом на "10" червня 2024 р.

Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат		Одиниця виміру	Кількість, обсяг робіт	Вартість одиниці, тис.грн.	Загальна вартість, тис.грн.
Глава 1. Підготовка території будівництва		100 м2 ділянки			
1.1.	Відведення земельної ділянки, виготовлення землепорядної докум.	- " -	5,4	31,56	170,446
1.2.	Створення геодезичної мережі для будівництва	- " -	5,4	0,63	3,394
1.3.	Освоєння і інженерна підготовка території будівництва	- " -	5,4	199,72	1078,487
Разом					1252,327
Глава 3. Об'єкти підсобного і обслуговувального призначення		100м2 загальної площі об'єкта			
3.1.	Адміністративно-побутові приміщення	- " -	4,5294	0,00	0,000
3.2.	Ремонтно-технічні майстерні (допоміжні цехи, майстерні, склади, естакади, лабораторії)	- " -	4,5294	0,000	0,000
3.3.	Господарські будівлі і приміщення (охорона, прохідна, сміттєзбиральник тощо)	- " -	4,5294	0,25	1,139
Разом					1,139
Глава 4. Об'єкти енергетичного господарства					
4.1.	Трансформаторна підстанція	об'єкт	1	2122,90	2122,897
4.2.	Лінії електропостачання	км	0,1	1169,69	116,969
Разом					2239,865
Глава 5. Об'єкти транспортного господарства і зв'язку					
5.1.	Автомобільні під'їзні та внутрішні дороги	об'єкт	1	251,40	251,396
5.2.	Будівлі по обслуговуванню транспорту: депо, гаражі, стоянки	об'єкт	1	41,90	41,899
5.3.	Паркінги, автостоянки	об'єкт	1	58,66	58,659
5.4.	Зовнішні роботи і будівлі для усіх видів зв'язку	об'єкт	1	21,23	21,229
Разом					373,183
Глава 6. Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, тепlopостачання та газопостачання					
6.1.	Зовнішні мережі водопостачання, водозабірні, насосні споруди	км	0,1	287,71	28,771
6.2.	Зовнішні мережі каналізації, очисні споруди	км	0,1	474,86	47,486
6.3.	Зовнішні мережі тепlopостачання, бойлерні, котельні	км	0,1	782,82	78,282
6.4.	Зовнішні мережі газопостачання	км	0,1	0,00	0,000
Разом					154,538
Глава 7. Благоустрій та озеленення території					
7.1.	Огорожа території	100 м.п. периметру	0,94	38,41	36,103
7.2.	Озеленення та малі архітектурні форми	100 м2 ділянки	5,4	20,25	109,357
7.3.	Зовнішнє освітлення	100 м2 ділянки	5,4	3,95	21,343
7.4.	Пішохідні доріжки, тротуари	об'єкт	1	181,56	181,564
7.5.	Спортивні та ігрові майданчики	об'єкт	1	75,70	75,698
Разом					424,065

Рис. 7.3. Розрахунок до зведеного кошторисного розрахунку

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

Двоповерховий дуплекс у місті Києві
(найменування об'єкта будівництва)

Об'єктний кошторис № 02-01
на будівництво двоповерхового дуплексу
(найменування Будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість	6816	тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	25	тис.л-год
Кошторисна заробітна плата	2920	тис.грн.
Загальний будівельний обсяг	2058	куб.м
Вимірник одиничної вартості	1	кв.м
Загальна площа об'єкта	452,94	кв.м
Вартість 1 кв.м загальної площі об'єкта	15047	грн./кв.м

Складений в поточних цінах станом на "10" червня 2024 р.

№ ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудомісткість, тис.люд-год	Кошторисна заробітна плата тис.грн.	Вартість 1 кв.м загальної площі об'єкта
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	Всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2-1-1	Загальнобудівельні роботи	5728		5728	21	2540	12646
2	2-1-2	Внутрішні санітарно-технічні роботи	306		306	1	81	675
3	2-1-3	Внутрішні електромонтажні роботи	532		532	2	220	1175
4	2-1-4	Монтаж устаткування	38		38	0	19	84
5	2-1-5	Пусконаладжувальні роботи	76		76	0	60	169
6	2-1-6	Придбання устаткування, меблів та інвентарю		135	135			299
		Всього по кошторису	6680	135	6816	25	2920	15047

Склав Афтенюк І.А.
Перевірила Гусарова Л.В.

Рис. 7.4. Об'єктний кошторис

Двоповерховий дуплекс у місті Києві
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-01
на загальнобудівельні роботи двоповерхового дуплексу
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Об'єм будинку, куб.м
Площа забудови об'єкта, кв.м
Загальна площа об'єкта, кв.м
Площа фасаду, кв.м
Загальна площа приміщень, кв.м

2058,21
170,1
452,94
358,5
452,94

Кошторисна вартість
Кошторисна трудомісткість
Кошторисна заробітна плата
Середній розряд робіт

5728
21
2540
4,5

тис.грн.
тис.люд.год
тис.грн.
розряд

Складений в поточних цінах станом на "10" червня 2024 р.

№ ч.ч.	Об'єктні коди (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
										в тому числі заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Підземна частина											
1	УПБ 1-3	Земляні роботи будівля з підвальним приміщенням 2 поверхи, укріття	100 кв.м площі забудови	1,701	294843 29484	265359 88453	501528	50153	451376 150459	266 763	452 1297
2	УПБ 2-2	Влаштування фундаментів фундаменти стрічкові	100 кв.м площі забудови	1,701	321558 80389	84312 21437	546970	136742	109394 36465	724 185	1232 314
Надземна частина											
3	УПБ 3-3	Влаштування каркасу будівлі цегляні капітальні стіни і колони (капстіни, колонни, сходи)	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	104139 52069	10414 3471	471686	235843,0	47169 15723	469 30	2125 136
4	УПБ 4-3	Влаштування перекриття - монолітні залізобетонні	100м2 загальної площі перекриття	4,5294	133221 44407	13322 4441	603410	201137	60341 20114	400 38	1812 173
5	УПБ 5.1-1	Зовнішні стіни і оздоблення фасаду зовнішні стіни і фасад - цегляні, або облицьовані цеглою	100м2 загальної площі фасаду	3,59	166007 83003	16601 5534	595134	297567	59513 19838	748 48	2681 171
6	УПБ 6-1	Заповнення віконних прорізів	100м2 загальної площі фасаду	3,59	133754 18577	6688 3715	479508	66598	23975 13320	167 32	600 115
7	УПБ 7-1	Влаштування перегородок	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	13560 6780	678 226	61419	30710	3071 1024	61 2	277 9
8	УПБ 8-1	Влаштування покрівлі плоска покрівля з рулонних матеріалів	100м2 площі останнього поверху	1,701	207426 86428	10371 3457	352832	147013	17842 5881	779 30	1324 51
9	УПБ 9-2-2	Оздоблювальні роботи (за типом оздоблення) опорядження Тип 2 (повне опорядження)	100м2 загальної площі приміщень	4,5294	220209 146806	33031 11010	997416	664944	149612 49871	1323 95	5990 430
Разом прями витрати, грн.							4609903	1830707	922093 312692		16493 2696
в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.							1857103				
всього заробітна плата							2143399				
Загальнопромислові витрати разом, грн.					Коєф.		1118180				
у тому числі:											
трудомісткість в загальнопромислових витратах, люд-год					0,12		2303				
заробітна плата в загальнопромислових витратах, грн.					172,04		396142				
ввідрядження на соціальні заходи					0,2278		578508				
решта статей у загальнопромислових витратах					7,48		143530				
Всього кошторисна вартість робіт, грн.							5728083				
кошторисна трудомісткість, люд-год							21491				
кошторисна заробітна плата, грн.							2539541				

Склав Афтенюк І.А.
Перевірила Гусарова Л.В.

Рис. 7.5. Локальний кошторис на загальнобудівельні роботи

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-02
на внутрішні санітарно-технічні роботи двоповерхового дуплексу**
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта
інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 306 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 1 тис. люд.год
Кошторисна заробітна плата 81 тис.грн.
Середній розряд робіт 4,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на "10" червня 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	всього	заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УПС 1-2	Влаштування внутрішніх мереж опалення	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	28472 7118	1424 475	128963	32241	6448 2149	64 4	290 19
2	УПС 2-2	Влаштування внутрішніх мереж вентиляції і кондиціонування	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	6399 1067	320 107	28984	4831	1449 483	10 1	44 4
3	УПС 3-2	Влаштування внутрішніх мереж холодного і гарячого водопостачання	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	16360 4090	818 273	74100	18525	3705 1235	37 2	167 11
4	УПС 4-2	Влаштування внутрішніх мереж каналізації	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	8494 2124	425 142	38473	9618	1924 641	19 1	87 6
5	УПС 5-2	Влаштування внутрішніх мереж газопостачання	100м2 загальної площі об'єкта	0	0 0	0 0	0	0	0 0	0 0	0 0
Разом прями витрати , грн.							270521	65215	13526 4509		586 39
в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн. всього заробітна плата							191780 69723				
Загальноновиробничі витрати разом, грн.					Коеф.	35225					
у тому числі:											
трудомісткість в загальноновиробничих витратах, люд-год					0,105	66					
заробітна плата в загальноновиробничих витратах, грн.					172,04	11315					
відрахування на соціальні заходи					0,2278	18461					
решта статей у загальноновиробничих витратах					8,7	5450					
Всього кошторисна вартість робіт, грн.						305746					
кошторисна трудомісткість, люд-год						692					
кошторисна заробітна плата, грн.						81039					

Склав Афтенюк І.А.
Перевірила Гусарова Л.В.

Рис. 7.6. Локальний кошторис на санітарно-технічні роботи

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-03
на внутрішні електромонтажні роботи двоповерхового дуплексу**
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного
об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 532 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 2 тис люд.год
Кошторисна заробітна плата 220 тис.грн.
Середній розряд робіт 5,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на "10" червня 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	всього	заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УПЕ 1-2	Прокладання внутрішніх мереж електропостачання і електроосвітлення	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	42864 22504	2143 1500	194149	101928	9707 6795	197 13	894 58
2	УПЕ 2-3	Встановлення електросвітловальних приладів та електрофурнітури	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	32631 5710	653 457	147797	25865	2956 2069	50 4	227 18
3	УПЕ 3-2	Прокладання слабострумних мереж (зв'язок, телемережі)	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	10513 5519	526 368	47617	24999	2381 1667	48 3	219 14
4	УПЕ 4-2	Прокладання мереж пожежної сигналізації і відеоспостереження	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	11351 5959	568 397	51413	26992	2571 1799	52 3	237 15
Разом прями витрати , грн.							440976	179784	17615 12330		1577 104
в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн. всього заробітна плата							243578 192114				
Загальноновиробничі витрати разом, грн.					Коеф.	91098					
у тому числі:											
трудомісткість в загальноновиробничих витратах, люд-год					0,097	163					
заробітна плата в загальноновиробничих витратах, грн.					172,04	28061					
відрахування на соціальні заходи , грн.					0,2278	50156					
решта статей у загальноновиробничих витратах, грн.					7,66	12881					
Всього кошторисна вартість робіт, грн.						532074					
кошторисна трудомісткість, люд-год						1845					
кошторисна заробітна плата, грн.						220175					

Склав Афтенюк І.А.
Перевірила Гусарова Л.В.

Рис. 7.7. Локальний кошторис на електромонтажні роботи

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

Двоповерховий дуплекс у місті Києві
(найменування об'єкта будівництва)

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-04
на монтаж устаткування двоповерхового дуплексу**
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта
інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 38 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 0 тис люд.год
Кошторисна заробітна плата 19 тис.грн.
Середній розряд робіт 4,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на "10" червня 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
										в тому числі заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	УПМП 1-3	Монтаж технологічного устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	6718 2723	2179 1089	30428	12336	9868 4934	24 9	110 42
2	УПМП 2-3	Монтаж виробничого устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	0	0 0	0 0	0	0	0 0	0 0	0 0
		Разом прямі витрати , грн.					30428	12336	9868 4934		110 42
		в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн. всього заробітна плата					8224 17270				
		Загальноновиробничі витрати, разом, грн.		Коеф.			7425				
		у тому числі:									
		трудомісткість в загальноновиробничих витратах, люд-год		0,079			12				
		заробітна плата в загальноновиробничих витратах, грн.		172,04			2070				
		відрахування на соціальні заходи		0,2278			4406				
		решта статей у загальноновиробничих витратах, грн.		6,23			949				
		Всього кошторисна вартість робіт, грн.					37852				
		Кошторисна трудомісткість, люд-год					164				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					19340				

Склав Афтенюк І.А.
Перевірила Гусарова Л.В.

Рис. 7.8. Локальний кошторис на монтаж устаткування

Двоповерховий дуплекс у місті Києві
(найменування об'єкта будівництва)

**Локальний кошторис на пусконалагоджувальні роботи № 02-01-05
Двоповерхового дуплексу**

(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість, тис.грн. 76
Кошторисна трудомісткість, тис.люд.год. 0,5
Кошторисна заробітна плата, тис.грн. 60

Складений в поточних цінах станом на "10" червня 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норм)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн	Витрати труда пусконалагоджувального персоналу, люд.год.	
							на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	УПМП 3-2	Пусконалагоджувальні роботи	100 м2 загальної площі об'єкта	4,5294	11713	53052	99	450
		Разом прямі витрати				53052		
		в тому числі						
		Заробітна плата				53052		
		Загальноновиробничі витрати, разом, грн.		Коеф.		23378		
		у тому числі:						
		Трудомісткість у загальноновиробничих витратах		0,087		39		
		Заробітна плата у загальноновиробничих витратах		172,04		6729		
		Відрахування на соціальні заходи		0,2278		13618		
		Решта статей у загальноновиробничих витратах		6,74		3030		
		Всього по кошторису				76429		
		Кошторисна трудомісткість				489		
		Кошторисна заробітна плата				59781		

Склав Афтенюк І.А.
Перевірила Гусарова Л.В.

Рис. 7.9. Локальний кошторис на пусконалагоджувальні роботи

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Двоповерховий дуплекс у місті Києві
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на придбання устаткування, меблів та інвентарю № 02-01-06

Двоповерхового дуплексу

(вид устаткування, меблів, інвентарю і робіт, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість

135,4

тис.грн.

Складений в поточних цінах станом на "10" червня 2024 р.

№ ч.ч.	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування устаткування, меблів та інвентарю	Кількість	Кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	УПО 1-3	Технологічне устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	21635	97995
2	УПО 2-3	Виробниче устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	0	0	0
3	УПО 3-3	Технічні засоби інформаційних технологій	100м2 загальної площі об'єкта	4,5294	4936	22359
4	УПО 4-3	Меблі	100м2 (загальної площі об'єкта)	4,5294	2185	9898
		Разом, грн.				130253
		Транспортні витрати на устаткування (3%)				3908
		Заготівельно-складські витрати (0,9%)				1207
		Всього кошторисна вартість, грн.				135368

Склав Афтенюк І.А.Перевірила Гусарова Л.В.

Рис. 7.10. Локальний кошторис на придбання устаткування, меблів та інвентарю

Таблиця 7.1. – Техніко-економічні показники

№	Найменування	Одиниці виміру	Показники
1	Вид будівництва		Нове будівництво
2	Ступінь вогнестійкості		II
3	Площа забудови	м ²	452,94
4	Загальний об'єм будівлі	м ²	2058,2
5	Поверховість		4
6	Тривалість будівництва	дні	134
7	Загальна вартість будівлі	тис. грн	20501
8	Вартість 1 м ² площі будинку	грн	45261

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

Консультант _____ Колякова В.М.

Здобувач _____ Афтенюк І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

7. Розрахунок контрфорсної підпірної стіни

Розрахунок контрфорсної підпірної стіни виконуємо, використовуючи [10].

Розрахунок контрфорсної підпірної стіни на осі «1»

Вихідні дані для проектування

Висота стіни, для якої проектується підпірна стіна: $H = 8,4 \text{ м} = 8400 \text{ мм}$;

глибина закладання підосви: $d = 4,0 \text{ м} = 4000 \text{ мм}$;

щільність ґрунту: $\rho = 1,86 \text{ т/м}^3$;

розрахунковий опір ґрунту: $R_0 = 246 \text{ кПа}$;

кут внутрішнього тертя: $\varphi = 24,4^\circ$; коефіцієнт тертя: $\mu = 0,6$;

тимчасове навантаження на поверхні ґрунту: $v = 6 \text{ кПа}$;

бетон класу С20/25; робоча арматура класу А500.

Визначимо розміри контрфорсної підпірної стіни

Ширина фундаментної плити становить:

$$B = 0,7 \cdot H = 0,7 \cdot 8,4 = 5,88 \text{ м, приймаємо } B = 6,0 \text{ м.}$$

Передній виступ плити становить:

$$b = 0,3 \cdot B = 0,3 \cdot 6,0 = 1,8 \text{ м, приймаємо } b = 1,8 \text{ м.}$$

Товщина стіни дорівнює:

$$t = \frac{1}{10} \cdot H = \frac{1}{10} \cdot 8,4 = 0,84, \text{ приймаємо } t = 0,8 \text{ м.}$$

Товщина плитної частини фундаменту становить:

$$a = 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 0,8 = 0,96 \text{ м, приймаємо } 1,0 \text{ м.}$$

Визначимо відстань між ребрами контрфорсів:

$$c \leq \frac{H}{2} = \frac{8,4}{2} = 4,2 \text{ м, приймаємо } c = 3 \text{ м.}$$

На підпірну стінку діє: власна вага стінки та ґрунту, активний та пасивний горизонтальні тиски ґрунту, навантаження на поверхні. Вагу конструкцій та ґрунту в межах ширини підосви визначаємо геометрично (для смуги 1 м) [10, с. 7].

7.1. Визначення зусиль, що діють на підпірну стіну

$$G_{\text{гр1}} = \rho \cdot (B - b - t) \cdot h \cdot 1 = 18,6 \cdot (6 - 1,8 - 0,8) \cdot 7,4 \cdot 1 = 467,98 \text{ кН};$$

$$G_{\text{гр2}} = \rho \cdot b \cdot (d - a) \cdot 1 = 18,6 \cdot 1,8 \cdot (4 - 1) \cdot 1 = 100,44 \text{ кН};$$

$$G_{\text{ст}} = \varphi \cdot h \cdot t \cdot 1 = 24,4 \cdot 7,4 \cdot 0,8 \cdot 1 = 144,45 \text{ кН};$$

$$G_{\text{пт}} = \varphi \cdot B \cdot a \cdot 1 = 24,4 \cdot 6,0 \cdot 1 \cdot 1 = 146,4 \text{ кН};$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{гр} = G_{гр1} + G_{гр2} = 467,98 + 100,44 = 568,42 \text{ кН};$$

$$G_{к} = G_{ст} + G_{ст} = 144,45 + 146,4 = 290,85 \text{ кН};$$

$$\sum G_{н} = G_{гр} + G_{к} = 568,42 + 290,85 = 859,27 \text{ кН}.$$

Розрахункове значення ваги конструкцій та ґрунту становить:

$$\sum G = \sum G_{н} \cdot \gamma_f = 859,27 \cdot 0,9 = 773,34 \text{ кН}.$$

Визначимо тимчасове навантаження на поверхню ґрунту, звівши його до еквівалентного шару ґрунту: $h_{red} = \frac{v}{\rho} = \frac{6}{18,6} = 0,323 \text{ м}.$

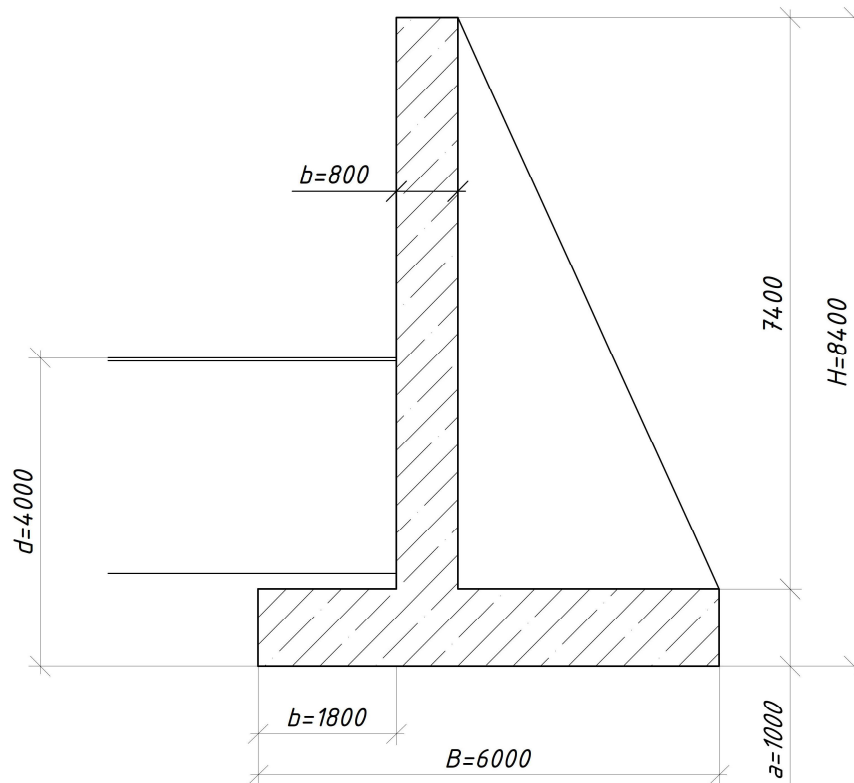


Рис.2.14. Поперечний розріз підпірної стіни

Визначимо боковий тиск ґрунту на стінку:

1. зверху:

$$p_t = \rho \cdot h_{red} \cdot k \cdot \gamma_f = 18,6 \cdot 0,323 \cdot 0,42 \cdot 1,2 = 3,03 \text{ кН/м}^2;$$

2. знизу:

$$p_b = \rho \cdot (h_{red} + H) \cdot k \cdot \gamma_f = 18,6 \cdot (0,323 + 8,4) \cdot 0,42 \cdot 1,2 = 81,77 \text{ кН/м}^2,$$

$$\text{де } k = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{24,4}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 32,8^\circ = 0,42.$$

Визначимо рівнодіючу активного тиску ґрунту:

$$F = \left(\frac{p_t + p_b}{2} \right) \cdot 1 \cdot H = \left(\frac{3,03 + 81,77}{2} \right) \cdot 1 \cdot 8,4 = 356,16 \text{ кН [10, с. 7 – 9]}.$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

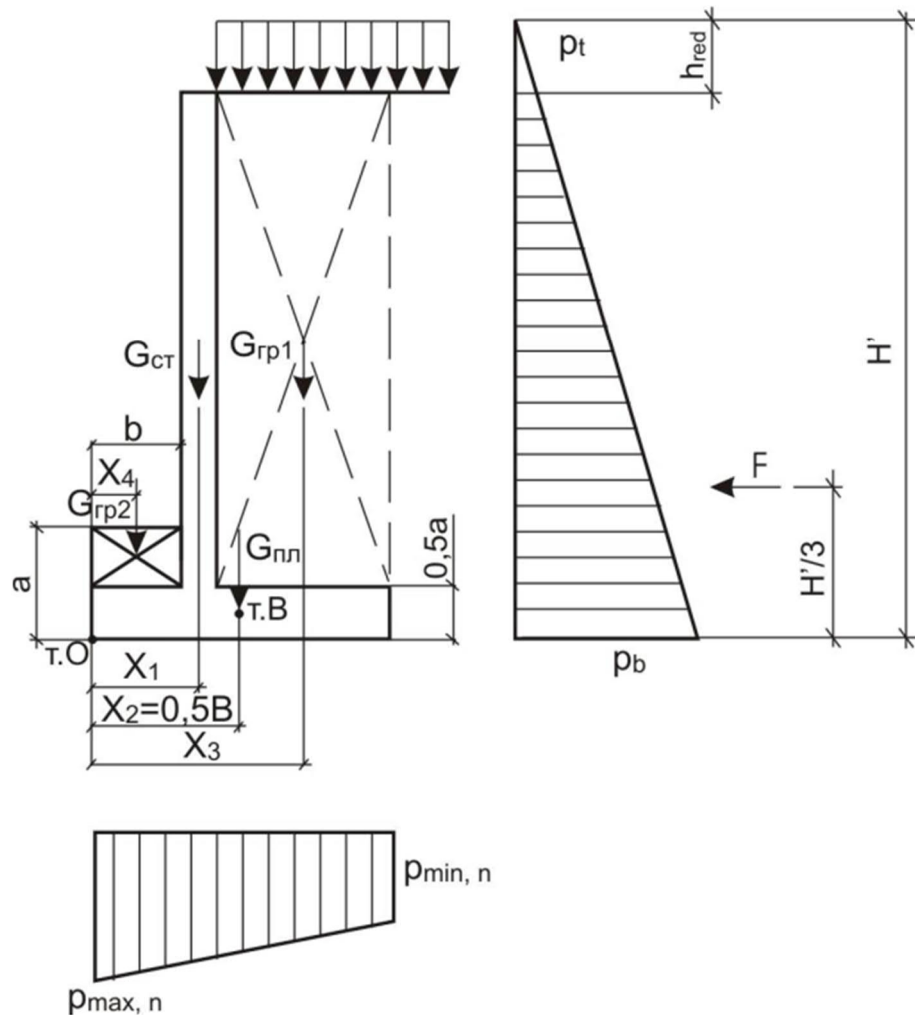


Рис.2.15 Розрахункова схема підпірної стінки [10, с. 8, рис. 2]

Виконаємо перевірку умов стійкості контрфорсної підпірної стінки

Перевіримо умову стійкості стінки проти зсуву:

$$\frac{\sum G \cdot \mu}{F} = \frac{773,34 \cdot 0,6}{356,16} = 1,3 > 1,2 - \text{умова виконується.}$$

Перевіримо умову стійкості стінки проти перекидання відносно т. О (рис.2.15):

$$\frac{M_1}{M_2} \geq 1,5,$$

де M_1 – момент, що утримує стінку проти перекидання відносно т. О;

M_2 – момент від дії тиску ґрунту, що викликає перекидання стінки відносно т. О.

$$M_1 = (G_{ст} \cdot X_1 + G_{пл} \cdot X_2 + G_{гр1} \cdot X_3 + G_{гр2} \cdot X_4) \cdot \gamma_f;$$

$$M_1 = (144,45 \cdot 2,2 + 146,4 \cdot 3 + 467,98 \cdot 4,3 + 100,44 \cdot 0,9) \cdot 0,9 = 2573,7 \text{ кНм};$$

$$M_2 = E \cdot z = E \cdot \frac{1}{3} H = 356,16 \cdot \frac{1}{3} (8,4 + 0,323) = 1035,46 \text{ кНм};$$

$$\frac{2573,7}{1035,46} = 2,49 > 1,5 - \text{умова виконується [10, с. 9].}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо тиск під подошвою фундаменту підпірної стінки

Визначимо крайовий тиск на ділянці довжиною 1 м під подошвою фундаменту:

$$p_{min,n}^{max,n} = \frac{N^n}{A} \pm \frac{M^n}{W},$$

$$\text{де } W = \frac{1 \cdot B^2}{6} = \frac{1 \cdot 6^2}{6} = 6 \text{ м}^3;$$

$$A = 1 \cdot B = 1 \cdot 6 = 6 \text{ м}^2;$$

$$N^n = \sum G_H = 859,27 \text{ кН};$$

M^n – нормативне значення моменту всіх сил відносно центру ваги фундаменту:

$$M^n = -G_{ст} \left(\frac{B}{2} - X_1 \right) + G_{гр1} \left(X_3 - \frac{B}{2} \right) - E(0,3H - 0,5a) \div \gamma_f - G_{гр2} \left(\frac{B}{2} - X_4 \right);$$

$$M^n = -144,45(3 - 2,2) + 467,98(4,3 - 3) - 356,16(0,3 \cdot (8,4 + 0,323) - 0,5) \div 1,2 - 100,44(3 - 0,9) = -346,41 \text{ кНм}.$$

Виконаємо перевірку умови:

$$p_{max,n} = \frac{859,27}{6} + \frac{346,41}{6} = 200,95 \text{ кПа} < 1,2 \cdot R = 1,2 \cdot 246 = 295,2 \text{ кПа};$$

$$p_{min,n} = \frac{859,27}{6} - \frac{346,41}{6} = 85,48 \text{ кПа} > 0.$$

Середній тиск на подошву фундаменту становить:

$$p_{m,n} = \frac{N^n}{A} = \frac{859,27}{6} = 143,2 \text{ кПа} < R = 246 \text{ кПа}.$$

Отже, умови стійкості підпірної стіни виконуються. Стійкість підпірної стіни забезпечена [10, с. 9-10].

7.2. Розрахунок передньої частини фундаментної плити підпірної стіни

Розрахункова схема – консоль, завантажена тиском ґрунту під подошвою. Значення розрахункового тиску ґрунту в місці защемлення плити фундаменту з вертикальною стінкою зображено на рис.2.16 [10, с. 10]:

$$p_1 = p_{max,n} - \frac{p_{max,n} - p_{min,n}}{B} \cdot b = 200,95 - \frac{200,95 - 85,48}{6} \cdot 1,8 = 166,31 \text{ кПа};$$

$$p_2 = p_{max,n} - \frac{p_{max,n} - p_{min,n}}{B} \cdot (b + t) = \\ = 200,95 - \frac{200,95 - 85,48}{6} \cdot (1,8 + 0,8) = 150,91 \text{ кПа};$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

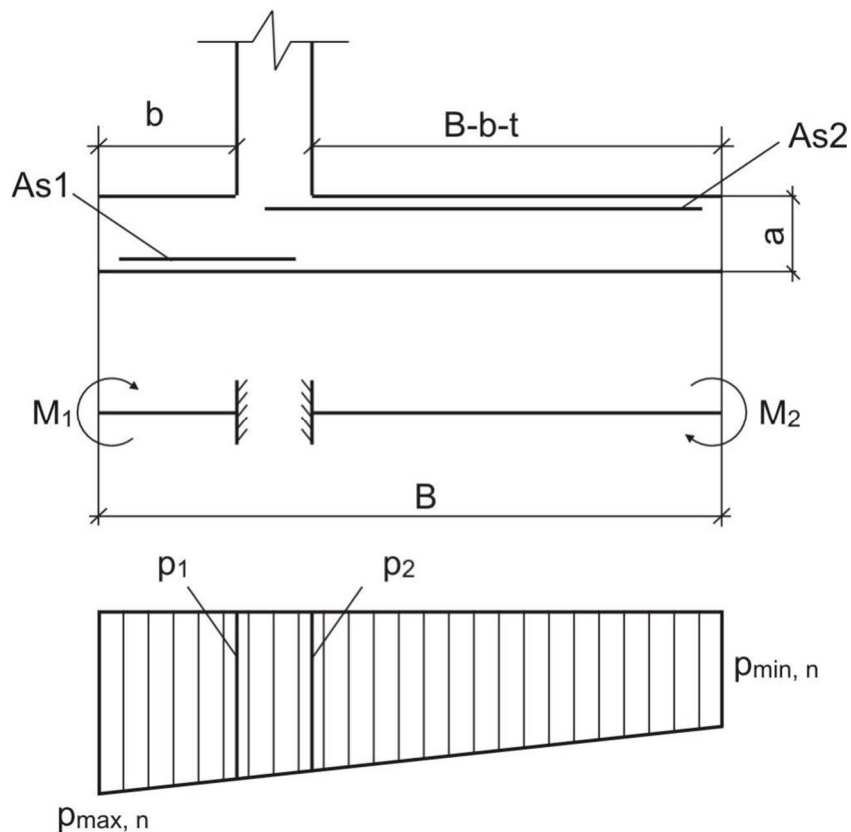


Рис.2.16. До розрахунку фундаментної плити [10, с. 11, рис. 3]

$$M = \frac{p_{max,n} + p_1}{2} \cdot \frac{b^2}{2} = \frac{200,95 + 166,31}{2} \cdot \frac{1,8^2}{2} = 297,48 \text{ кНм};$$

$$\alpha = \frac{M}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{297,48 \cdot 10^{-3}}{1,0 \cdot 8,5 \cdot 1,8 \cdot 0,96^2} = 0,021,$$

де $h_0 = a - d_{зах.шару} - \frac{d}{2} = 1 - 0,03 - \frac{0,02}{2} = 0,96 \text{ м.}$

При $\alpha_m = 0,021$ відповідні значення: $\xi = 0,025$; $\zeta = 0,990$ згідно з [3, с. 80].

Виконаємо перевірку умови: $\xi \leq \xi_R$.

Значення ξ_R обчислюємо за виразом:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_{sn,u}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,932}{1 + \frac{280}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,932}{1,1}\right)} = 0,859,$$

де $\omega = a - 0,008 \cdot R_b = 1 - 0,008 \cdot 8,5 = 0,932$;

$\sigma_{sn,u} = 500 \text{ МПа}$;

$\sigma_{sr} = R_s = 280 \text{ МПа}$.

$\xi = 0,025 < \xi_R = 0,859$ – умова виконується.

$$A_{s1} = \frac{M}{\gamma_{s2} \cdot R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{297,48}{0,9 \cdot 280 \cdot 0,99 \cdot 0,96} = 1240 \text{ мм}^2,$$

отже, приймаємо $5\phi 18 \text{ A500}$, $A_s = 1272 \text{ мм}^2 > 1240 \text{ мм}^2$ [10, с. 10-12].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.3. Розрахунок задньої частини фундаментної плити підпірної стіни

Оскільки $0,5 < \frac{B-b-t}{c} = \frac{6-1,8-0,5}{3} = 1,23 < 2$, задня частина фундаментної плити працює як плита оперта на 3 сторони.

При цьому існує два варіанти завантаження: тиском ґрунту під подошвою плити, вагою ґрунту призми обвалення.

Найбільший момент виникає посередині вільної сторони і визначається за формулою:

$$M = \beta \cdot p \cdot c^2,$$

де $\beta = 0,110$ – коефіцієнт, що залежить від співвідношення сторін ділянки плити.

Завантаження тиском ґрунту під подошвою плити становить:

$$p = \frac{p_{min,n} \cdot \gamma_f + p_2}{2} = \frac{85,48 \cdot 1,2 + 150,91}{2} = 126,74 \text{ кПа.}$$

$$M = 0,11 \cdot 126,74 \cdot 3^2 = 125,47 \text{ кНм.}$$

$$\alpha = \frac{125,47 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 8,5 \cdot 1,8 \cdot 0,96^2} = 0,016.$$

При $\alpha_m = 0,016$ відповідні значення:

$$\xi = 0,02; \zeta = 0,992 \text{ згідно з [3, с. 80].}$$

$$\xi = 0,02 < \xi_R = 0,859 \text{ – умова виконується.}$$

$$A_{s2} = \frac{M}{\gamma_{s2} \cdot R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{125,47}{0,9 \cdot 280 \cdot 0,992 \cdot 0,96} = 523 \text{ мм}^2,$$

отже, приймаємо 5Ø12 А500, $A_s = 565 \text{ мм}^2 > 523 \text{ мм}^2$ [10, с. 12-13].

7.4. Розрахунок вертикальної стінки контрфорсної підпірної стіни

Оскільки $\frac{c}{H} = \frac{3}{7,5} = 0,4 < 0,5$, то плита працює в горизонтальному напрямку як нерозрізна п'яти пролітна балка. В цьому випадку момент на опорі та в прольоті рівний $M = \frac{q \cdot c^2}{16}$ (де q – навантаження на 1 м. п.) [10, с. 13].

По висоті розбиваємо вертикальну стінку на 3 зони висотою відповідно 2,5; 2 і 2 м (рис.2.17). В кожній зоні визначаємо максимальний тиск і знаходимо необхідну площу арматури [10, с. 14].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

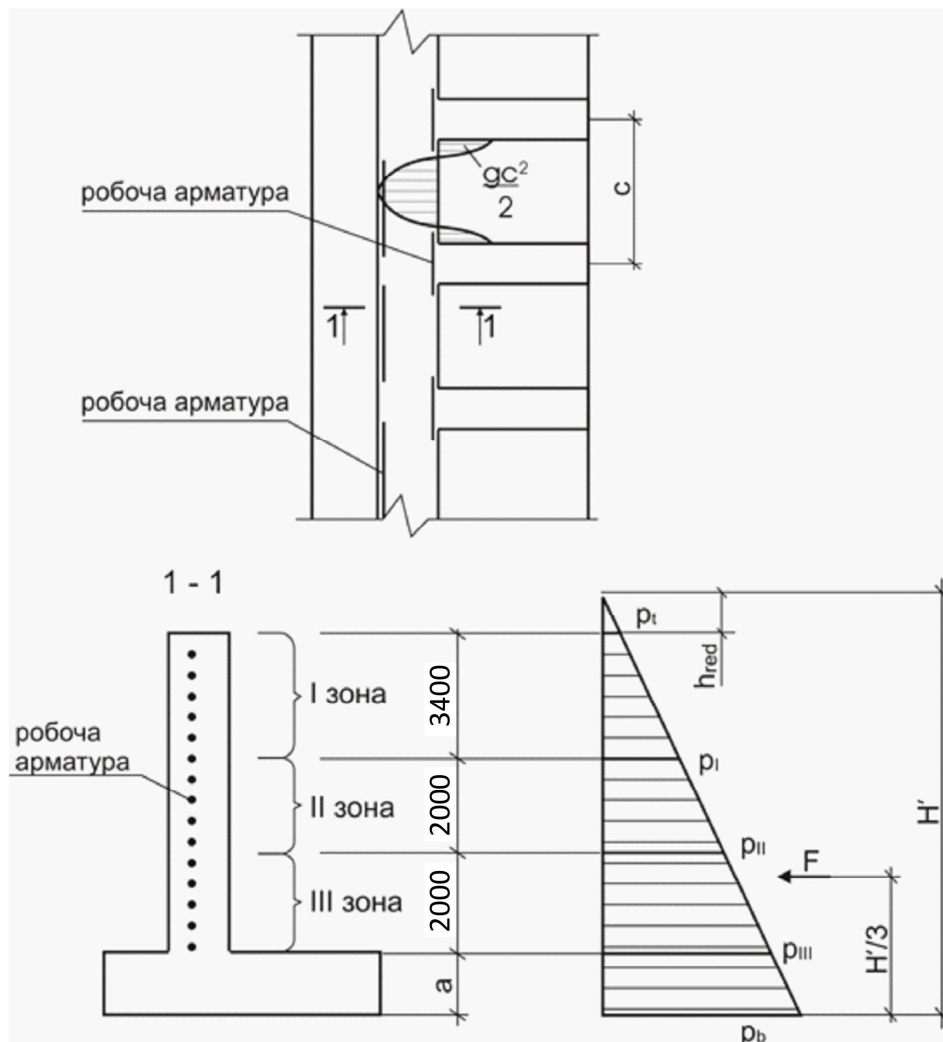


Рис.2.17. До розрахунку вертикальної плити [10, с. 13, рис. 4]

- Зона I:

$$p_1 = p_t + \frac{p_b - p_t}{H} \cdot h = 3,03 + \frac{81,77 - 3,03}{8,4} \cdot 3,4 = 34,9 \text{ кПа};$$

$$q_1 = p_1 \cdot 3,4 = 34,9 \cdot 3,4 = 118,66 \text{ кН/м.}$$

$$M_1 = \frac{118,66 \cdot 3^2}{16} = 66,75 \text{ кНм.}$$

$$\alpha = \frac{M_1}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{66,75 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 8,5 \cdot 1 \cdot 0,96^2} = 0,009,$$

де $h_0 = a - b_{\text{зах.шару}} - \frac{d}{2} = 1 - 0,03 - \frac{0,02}{2} = 0,96 \text{ м.}$

При $\alpha_m = 0,009$ відповідні значення: $\xi = 0,01$; $\zeta = 0,996$ згідно з [3, с. 80].

$$\xi = 0,01 < \xi_R = 0,859 - \text{умова виконується.}$$

$$A_{s1} = \frac{M_1}{\gamma_{s2} \cdot R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{66,75}{0,9 \cdot 280 \cdot 0,996 \cdot 0,96} = 287 \text{ мм}^2.$$

Мінімальний коефіцієнт армування становить $\mu_{\min} = 0,0005$, тоді:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

$$A_{s,min} = \mu_{min} \cdot h_0 \cdot 350 = 0,0005 \cdot 96 \cdot 350 = 1680 \text{ мм}^2.$$

Отже, приймаємо 8Ø18 А500, $A_s = 2036 \text{ мм}^2 > 1680 \text{ мм}^2$.

• Зона II:

$$p_2 = p_t + \frac{p_b - p_t}{H} \cdot h = 3,03 + \frac{81,77 - 3,03}{8,4} \cdot 5,4 = 53,64 \text{ кПа};$$

$$q_2 = p_2 \cdot 2 = 53,64 \cdot 2 = 107,28 \text{ кН/м.}$$

$$M_2 = \frac{107,28 \cdot 3^2}{16} = 60,35 \text{ кНм.}$$

$$\alpha = \frac{M_2}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{60,35 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 8,5 \cdot 1 \cdot 0,96^2} = 0,008,$$

При $\alpha_m = 0,008$ відповідні значення: $\xi = 0,01$; $\zeta = 0,996$ згідно з [3, с. 80].

$$\xi = 0,01 < \xi_R = 0,859 - \text{умова виконується.}$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{\gamma_{s2} \cdot R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{60,35}{0,9 \cdot 280 \cdot 0,996 \cdot 0,96} = 250 \text{ мм}^2,$$

Мінімальний коефіцієнт армування становить $\mu_{min} = 0,0005$, тоді:

$$A_{s,min} = \mu_{min} \cdot h_0 \cdot 200 = 0,0005 \cdot 96 \cdot 200 = 960 \text{ мм}^2.$$

Отже, приймаємо 5Ø16 А500, $A_s = 1005 \text{ мм}^2 > 960 \text{ мм}^2$.

• Зона III:

$$p_3 = p_t + \frac{p_b - p_t}{H} \cdot h = 3,03 + \frac{81,77 - 3,03}{8,4} \cdot 7,5 = 100,6 \text{ кПа};$$

$$q_3 = p_3 \cdot 2 = 100,6 \cdot 2 = 201,2 \text{ кН/м.}$$

$$M_3 = \frac{201,2 \cdot 3^2}{16} = 113,18 \text{ кНм.}$$

$$\alpha = \frac{M_3}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{113,18 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 8,5 \cdot 1 \cdot 0,96^2} = 0,015,$$

При $\alpha_m = 0,015$ відповідні значення: $\xi = 0,02$; $\zeta = 0,992$ згідно з [3, с. 80].

$$\xi = 0,02 < \xi_R = 0,859 - \text{умова виконується.}$$

$$A_{s3} = \frac{M_3}{\gamma_{s2} \cdot R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{113,18}{0,9 \cdot 280 \cdot 0,992 \cdot 0,96} = 471 \text{ мм}^2,$$

Мінімальний коефіцієнт армування становить $\mu_{min} = 0,0005$, тоді:

$$A_{s,min} = \mu_{min} \cdot h_0 \cdot 200 = 0,0005 \cdot 96 \cdot 200 = 960 \text{ мм}^2.$$

Отже, приймаємо 5Ø16 А500, $A_s = 1005 \text{ мм}^2 > 960 \text{ мм}^2$ [10, с. 13-15].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.5. Розрахунок вертикальної плити контрфорсної підпірної стіни за граничними станами другої групи

Підпірна стіна відноситься до конструкцій з вимогами 3-ї категорії тріщиностійкості. Для розрахунку приймаємо III зону, де максимальний розрахунковий згинальний момент рівний $M_3 = 113,18$ кНм, тоді нормативне значення моменту [10, с. 15]:

$$M^n = \frac{M}{\gamma_f} = \frac{113,18}{1,2} = 94,32 \text{ кНм.}$$

Перевіримо умову: $M_r \leq M_{crc}$,

де $M_r = M^n = 94,32$ кНм – момент від зовнішніх сил;

M_{crc} – момент, який сприймає переріз перед утворенням тріщин.

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} = 1,15 \cdot 10^3 \cdot 1,5 = 1725 \text{ кНм,}$$

де $W_{pl} = \gamma \cdot W_{red} = \gamma \cdot \frac{2 \cdot b \cdot h^2}{3} = 1,75 \cdot \frac{2 \cdot 2 \cdot 0,8^2}{3} = 1,5 \text{ м}^3$ – момент опору відносно нижньої грані елемента з врахуванням пластичних деформацій.

$M_r = 94,32 \text{ кНм} < M_{crc} = 1725 \text{ кНм}$ – умова виконується.

Отже, тріщини у підпірній стінці не утворюються [10, с. 15-16].

7.6. Розрахунок контрфорсу підпірної стіни

Ребро розраховуємо як консоль, защемлену у фундаментній плиті. Розрахунковий переріз – тавровий, зі змінною висотою. Товщину ребра приймаємо $t_{\text{ребра}} = 600$ мм.

Як і вертикальну плиту ділимо контрфорс по висоті на 3 ділянки, висотою відповідно 3,5, 2 та 2 м.

Навантаження приймаємо рівномірно розподіленим по висоті інтенсивністю рівною максимальному тиску ґрунту на відповідній ділянці [10, с. 16].

Робоча арматура (рис.2.18.) – похилі стержні, які розраховуються на момент:

$$M = \frac{g \cdot l^2}{2},$$

де l – довжина розрахункової зони;

g – рівномірно розподілене навантаження.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

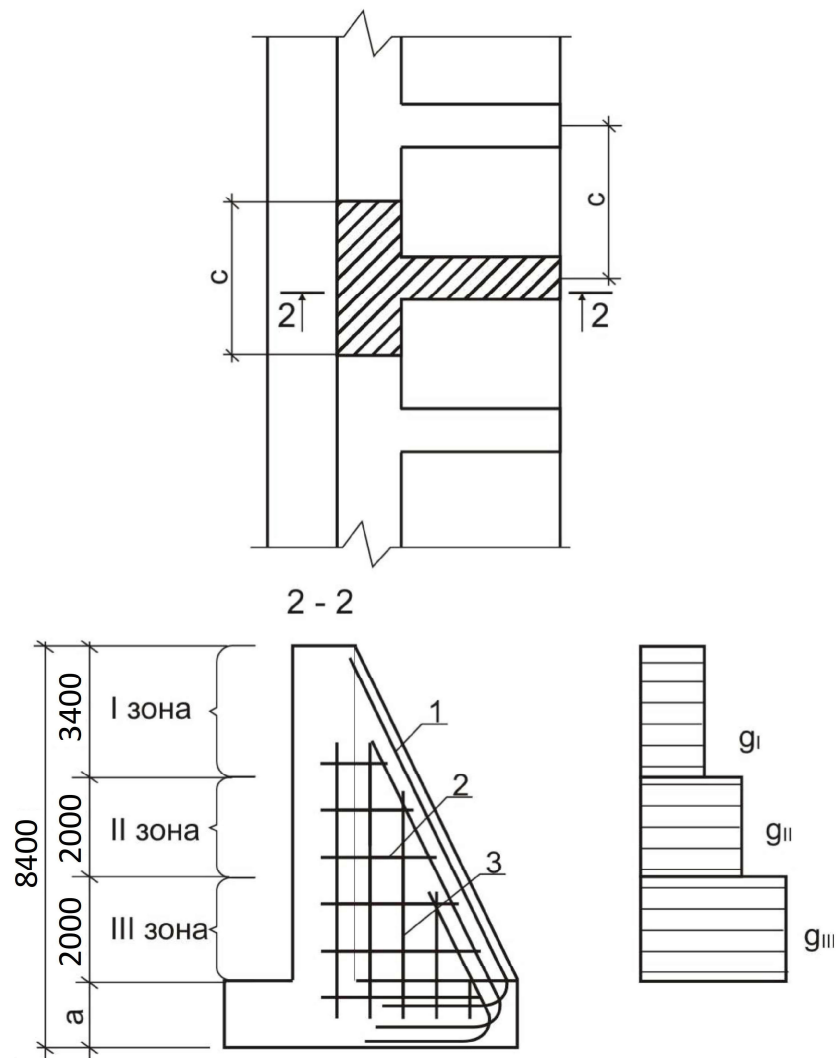


Рис.2.18. До розрахунку контрфорсу підпірної стіни [10, с. 17, рис. 5]

- Зона I:

$$p_1 = 34,9 \text{ кПа}; g_1 = p_1 \cdot c = 34,9 \cdot 3 = 104,7 \text{ кН/м.}$$

$$M_1 = \frac{104,7 \cdot 3,4^2}{2} = 605,17 \text{ кНм.}$$

Для визначення положення нейтральної осі в перерізі обчислюємо момент, який сприймає стиснута полиця:

$$M_f = \gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b_f \cdot h_f \cdot (h_0 - 0,5h_f);$$

$$M_f = 1 \cdot 8,5 \cdot 3 \cdot 0,8 \cdot (1,36 - 0,5 \cdot 0,8) \cdot 10^3 = 19584 \text{ кНм, де}$$

$$h_0 = h_1 - d_{\text{зах.шар}} - \frac{d}{2} = 1,4 - 0,03 - \frac{0,02}{2} = 1,36 \text{ м,}$$

$$\text{де } \frac{h_1}{l_1} = \frac{B - b - t}{h} \Rightarrow \frac{h_1}{3,4} = \frac{3,4}{8,4} \Rightarrow h_1 = \frac{3,4 \cdot 3,4}{8,4} = 1,4 \text{ м.}$$

Оскільки $M_f > M$, нейтральна вісь проходить у полиці і подальший розрахунок виконуємо як для прямокутного перерізу з розмірами:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

$$b_f \cdot h_0 = 3 \cdot 1,36 = 4,08 \text{ м.}$$

$$\alpha = \frac{M_1}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{605,17 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 8,5 \cdot 3 \cdot 1,36^2} = 0,01.$$

При $\alpha_m = 0,01$ відповідні значення: $\xi = 0,02$; $\zeta = 0,995$ згідно з [3, с. 80].

$$\xi = 0,02 < \xi_R = 0,859 \text{ — умова виконується.}$$

$$A_{s1} = \frac{M_1}{\gamma_{s2} \cdot R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{605,17}{0,9 \cdot 280 \cdot 0,995 \cdot 1,36} = 1780 \text{ мм}^2,$$

Отже, приймаємо 6Ø20 А500, $A_s = 1885 \text{ мм}^2 > 1780 \text{ мм}^2$ [10, с. 16-18].

- Зона II:

$$p_2 = 53,64 \text{ кПа};$$

$$g_2 = p_2 \cdot c = 53,64 \cdot 3 = 160,92 \text{ кН/м.}$$

$$M_2 = \frac{160,92 \cdot 5,4^2}{2} = 2346,2 \text{ кНм.}$$

Для визначення положення нейтральної осі в перерізі обчислюємо момент, який сприймає стиснута полиця:

$$M_f = \gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b_f \cdot h_f \cdot (h_0 - 0,5h_f);$$

$$M_f = 1 \cdot 8,5 \cdot 3 \cdot 0,8 \cdot (2,19 - 0,5 \cdot 0,8) \cdot 10^3 = 36516 \text{ кНм, де}$$

$$h_0 = h_2 - d_{\text{зах.шар}} - \frac{d}{2} = 2,23 - 0,03 - \frac{0,02}{2} = 2,19 \text{ м,}$$

$$\text{де } \frac{h_2}{l_2} = \frac{B - b - t}{h} \Rightarrow \frac{h_2}{5,4} = \frac{3,4}{8,4} \Rightarrow h_2 = \frac{5,4 \cdot 3,4}{8,4} = 2,23 \text{ м.}$$

Оскільки $M_f > M$, нейтральна вісь проходить у полиці і подальший розрахунок виконуємо як для прямокутного перерізу з розмірами:

$$b_f \cdot h_0 = 3 \cdot 2,19 = 6,57 \text{ м.}$$

$$\alpha = \frac{M_2}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{2346,2 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 8,5 \cdot 3 \cdot 2,23^2} = 0,02.$$

При $\alpha_m = 0,019$ відповідні значення: $\xi = 0,014$; $\zeta = 0,990$ згідно з [3, с. 80].

$$\xi = 0,014 < \xi_R = 0,859 \text{ — умова виконується.}$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{\gamma_{s2} \cdot R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{2346,2}{0,9 \cdot 280 \cdot 0,990 \cdot 2,19} = 4294 \text{ мм}^2,$$

Отже, приймаємо 6Ø22 А500, $A_s = 2281 \text{ мм}^2$ та 6Ø22 А500, $A_s = 2281 \text{ мм}^2$,
 $2281 + 2281 = 4562 \text{ мм}^2 > 4294 \text{ мм}^2$ [10, с. 18].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

- Зона III:

$$p_2 = 100,6 \text{ кПа};$$

$$g_3 = p_3 \cdot c = 100,6 \cdot 3 = 301,8 \text{ кН/м.}$$

$$M_2 = \frac{301,8 \cdot 7,4^2}{2} = 8263,28 \text{ кНм.}$$

Для визначення положення нейтральної осі в перерізі обчислюємо момент, який сприймає стиснута полиця:

$$M_f = \gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b_f \cdot h_f \cdot (h_0 - 0,5h_f);$$

$$M_f = 1 \cdot 8,5 \cdot 3 \cdot 0,8 \cdot (2,96 - 0,5 \cdot 0,8) \cdot 10^3 = 52224 \text{ кНм, де}$$

$$h_0 = h_3 - d_{\text{зах.шар}} - \frac{d}{2} = 3 - 0,03 - \frac{0,02}{2} = 2,96 \text{ м,}$$

$$\text{де } \frac{h_3}{l_3} = \frac{B - b - t}{h} \Rightarrow \frac{h_3}{7,4} = \frac{3,4}{8,4} \Rightarrow h_3 = \frac{7,4 \cdot 3,4}{8,4} = 3 \text{ м.}$$

Оскільки $M_f > M$, нейтральна вісь проходить у полиці і подальший розрахунок виконуємо як для прямокутного перерізу з розмірами:

$$b_f \cdot h_0 = 3 \cdot 2,96 = 8,88 \text{ м.}$$

$$\alpha = \frac{M_3}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{8263,28 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 8,5 \cdot 3 \cdot 2,96^2} = 0,04.$$

При $\alpha_m = 0,04$ відповідні значення: $\xi = 0,05$; $\zeta = 0,980$ згідно з [3, с. 80].

$$\xi = 0,05 < \xi_R = 0,859 - \text{умова виконується.}$$

$$A_{s3} = \frac{M_3}{\gamma_{s2} \cdot R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{8263,28}{0,9 \cdot 280 \cdot 0,980 \cdot 2,96} = 11304 \text{ мм}^2,$$

Отже, приймаємо 6Ø36 А500, $A_s = 6107 \text{ мм}^2$ та 6Ø36 А500, $A_s = 6107 \text{ мм}^2$,

$$6107 + 6107 = 12214 \text{ мм}^2 > 11304 \text{ мм}^2 \text{ [10, с. 18-19].}$$

Додатково розміщуємо горизонтальну арматуру, яка сприймає зусилля, що намагається відірвати вертикальну плиту підпірної стінки від ребра. Площу перерізу цієї арматури (по даним зони III) знаходимо за виразом [10, с. 19]:

$$A_s^{\text{гориз}} = \frac{N_{\text{відрив}}^{\text{гориз}}}{\gamma_{s2} \cdot R_s},$$

де $N_{\text{відрив}}^{\text{гориз}}$ – сила, що відриває плиту від ребра;

$$N_{\text{відрив}}^{\text{гориз}} = g_3 \cdot l_3 = 301,8 \cdot 7,4 = 2233,32 \text{ кН,}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_s^{\text{гориз}} = \frac{2233,32}{0,9 \cdot 28} = 8862 \text{ мм}^2.$$

Отже, приймаємо 42Ø18 А500, $A_s = 10686 \text{ мм}^2 > 8862 \text{ мм}^2$ [10, с. 19].

Крім того розміщуємо вертикальні стержні, що розраховуються на відрив ребра від горизонтальної (фундаментної) плити. Площу перерізу цієї арматури визначаємо за даними зони III. Сила, що відриває ребро від горизонтальної плити [10, с. 19]:

$$N_{\text{відрив}}^{\text{верт}} = \frac{M_3}{B - b - t} = \frac{8263,28}{3,4} = 2430,4 \text{ кН.}$$

$$A_s^{\text{верт}} = \frac{N_{\text{відрив}}^{\text{верт}}}{\gamma_{s2} \cdot R_s} = \frac{2430,4}{0,9 \cdot 28} = 9640 \text{ мм}^2.$$

Отже, приймаємо 21Ø25 А500, $A_s = 10308 \text{ мм}^2 > 9640 \text{ мм}^2$. Арматуру необхідно надійно анкерувати у горизонтальній плиті [10, с. 19-20].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гетун Г.В. Архітектура будівель і споруд: підручник. Основи проєктування: - Київ : Кондор, 2011. 378 с.
2. Мурашко Л.А., Клімов Ю.А, Козак О.В. Розрахунок та конструювання монолітного залізобетонного перекриття з балковими плитами: Навчальний посібник.-К.:КНУБА, 2018. 134с.
3. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з курсу «Залізобетонні конструкції» для студентів, які навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» з спеціалізацією «Міське будівництво та господарство (варіант з монолітного залізобетону) / Уклад. О.Д. Журавський, М.М.Постернак, О.М.Постернак.- К.:КНУБА, 2021. 90 с.
4. ДБН В.2.6.-98:2009. Конструкції будівель та споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення – [Чинний від 01.06.2020 Наказ від 24.12.2009 № 680 Про затвердження державних будівельних норм]
5. ДСТУ 3760-2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови – [Чинний від 01.08.2019 Наказ від 07.03.2019 № 56 Про прийняття та скасування національних стандартів]
6. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи – [Чинний від 01.01.2007 Наказ від 03.07.2006 №220]
7. Методичний посібник до виконання курсової роботи з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. / Розробник: О.П. Конончук – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. – 32 с.
8. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проєктування – [Чинний від 01.06.2011 Наказ від 28.12.2010 № 566 "Про прийняття національного стандарту ДСТУ Б В.2.6-156:2010 "Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проєктування"]]

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. ДБН В.2.2-5:2023 "Захисні споруди цивільного захисту" – [Чинний від 01.11.2023 Наказ від 10.08.2023 № 702 Про затвердження ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту]
10. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів з дисципліни «Проектування залізобетонних і мурованих конструкцій» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. / Укладачі: О.П. Конончук, В.П. Ясній – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 22 с.
11. ДСТУ Б В.2.1-2-96 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація (ГОСТ 25100-95) – [Чинний від 01.04.1997 Наказ від 01.11.1996 № 189]
12. ДБН В.2.1-10-2009 Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та фундаменти будинків і споруд = Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с. - [Чинний від 01.07.2009]
13. Спеціальний курс випускової кафедри: Методичні рекомендації до проведення практичних занять на кафедрі будівельних технологій та виконання розрахунково-графічної роботи для здобувачів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» I-го рівня вищої освіти (бакалавр) денної та заочної форми навчання / Уклад.: Г.В. Шпакова. – К.: КНУБА, 2023. – 32 с.
14. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. – [Чинний від 01.01.2017 Наказ від 05.05.2016 № 155 "Про затвердження ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва"]
15. Машина для земляних робіт: підручник / Л.А. Хмара, С.В. Кравець, М.П. Скоблюк; за заг. ред. Л.А. Хмари, С.В. Кравця. – Харків: Фавор, 2014. – 548 с.
16. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12) - [Чинний від 01.04.2012 Наказ від 27.01.2009 № 45 "Про затвердження державних будівельних норм"]
17. <https://www.peri.ua/products/formwork/slab-formwork/multiflex-girder-slab-formwork.html>

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

18. <https://bud-info.net.ua/budivnytstvo/betonna-roboty/tehnolohiya-vyhotovlennya-monolitnyh-konstruktsij/>
19. Монтаж залізобетонного каркаса одноповерхової промислової будівлі: Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Технологія зведення будівель і споруд” для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / укладач: В. І. Терновий. – К.: КНУБА, 2019. – 52 с.
20. Будівельні крани: посібник / Лубенець В.Г., Зельцер Р.Я., Титок В.В. – К.: КНУБА, 2012. – 204 с.
21. <https://www.liebherr.com/en/gbr/start/start-page.html>
22. <https://enersol.ua/>
23. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12) - [Чинний від 01.04.2012 Наказ від 27.01.2009 № 45 Про затвердження державних будівельних норм]
24. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень - [Чинний від 01.12.1999 Постанова від 01.12.1999 р. № 42]
25. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення – [Чинний від 01.03.2019 Наказ від 03.10.2018 № 264 Про затвердження ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення]
26. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку – [Чинний від 01.12.1999 Постанова від 01.12.1999 №37]
27. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації – [Чинний від 01.12.1999 Постанова від 01.12.1999 №39]
28. Доповнення № 3 до ДБН Д.1.1-1-2000 Правила визначення вартості будівництва – [Чинний від 26.04.2002]
29. Павлікоа А.М. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини: Підручник [для студ. вищ. навч. закл] / А.М. Павліков; ПолтНТУ. Полтава: ТОВ «АСМІ», 2017. 284 с.
30. Мурашко Л.А., Колякова В.М., Сморгалов Д.В. Розрахунок за міцністю перерізів нормальних та похилих до поздовжньої осі згинальних елементів за ДБН в.2.6-98:2009 К. КНУБА, 2012. 72 с.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107