

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра будівельних конструкцій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

ПРОЕКТУВАННЯ 12-ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ У м. ВІННИЦЯ

Виконав: студент IV курсу, групи БтаЦІ 2022-1
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
ОПП «Промислове та цивільне будівництво»
Єфремов Кирило Володимирович

Керівник: к.т.н., доц. Петренко Д.Г.

Рецензент: к.т.н., доц. Набока А.В..

2026 рік

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. завідувача кафедри БК



доц. Спіранде К.В.

“1” червня 2026 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

Єфремов Кирило Володимирович

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Проектування 12-поверхового житлового будинку
у м. Вінниця*

затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О.М. Бекетова від «26» травня
2026 р. № 447-03

Термін подання завершеної роботи на кафедру “15” червня 2026 р.

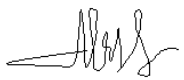
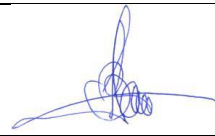
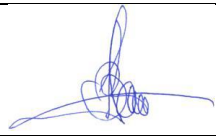
Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: *інженерно-геологічні умови, основні
вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-
планувальне рішення об'єкту.*

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити): *архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна
частина підземної та надземної частин будівлі, технологічні рішення та
організація будівництва, розділ охорони праці.*

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина: *фасади будівлі, генеральний план, плани
поверхів, розрізи;*
- розрахунково-конструктивна частина: *розрахунок та проєктування
фундаментної плити, розрахунок та проєктування плити перекриття,
розрахунок та проєктування ригеля;*
- технологічні рішення та організація будівництва: *технологічна карта на
монтаж панелей.*

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		П.І.Б. та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		Завальний О.В.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини	Александрович В.А.		
	Розрахунок надземної частини	Петренко Д.Г.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		Ватуля Г.Л.		
4. Охорона праці		Косенко Н.О.		
Нормоконтроль		Пустовойтова О.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	01.06 – 05.06.2026	виконано
2. Розрахунково-конструктивна частина	05.06 – 10.06.2026	виконано
3. Технологічні рішення та організація будівництва	10.06 – 12.06.2026	виконано
4. Охорона праці	12.06 – 14.06.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи



к.т.н., доц. Петренко Д.Г.

Завдання прийняв до виконання



Єфремов К.В.

Дата видачі завдання “1” червня 2026 р.

ЗМІСТ

Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина	6
1.1. Генеральний план та благоустрій території	6
1.2. Об'ємно-планувальне рішення споруди	7
1.3. Конструктивне вирішення будівлі.....	8
1.4. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....	12
1.5. Інженерне обладнання	14
1.6. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	14
Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина	18
2.1 Основи та фундаменти.....	18
2.1.1. Аналіз вихідних даних з надфундаментної конструкції	18
2.1.2. Аналіз інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов будівельного майданчика.....	19
2.1.3. Визначення глибини закладання фундаментів	22
2.1.4. Розрахунок фундаменту дрібного закладення	24
2.1.5. Розрахунок осадки фундаменту.....	25
2.2 Конструкції надземної частини споруди	28
2.2.1. Розрахунок та конструювання багатопустотної плити перекриття	28
2.2.1.1. Вихідні дані.....	29
2.2.1.2. Конструктивне рішення.....	30
2.2.1.3. Навантаження	31
2.2.1.4. Розрахунок елементів плити перекриття за міцністю	31
2.2.1.5. Розрахунок панелі з розкриття тріщин	35
2.2.1.6. Розрахунок прогинів	36
2.2.2. Розрахунок та конструювання ригеля перекриття.....	38
2.2.2.1 Вихідні дані. Збір навантажень.....	38
2.2.2.2 Розрахунок ригеля на міцність	39
Розділ 3 Технологічні рішення та організація будівництва.....	41
3.1. Умови здійснення будівництва.....	41
3.2. Номенклатура будівельно-монтажних робіт та визначення обсягів	41
3.3. Вибір комплектів машин, механізмів та обладнання	43
3.4. Вибір монтажних кранів за технічними параметрами	45

3.5. Розробка технологічної карти на монтаж панелей	45
3.5.1. Технологія виконання робіт	45
3.5.2. Визначення нормативних витрат праці.....	48
3.5.3. Матеріально-технічні ресурси	48
3.5.4. Методи виконання будівельно-монтажних робіт	54
Розділ 4 Охорона праці	62
4.1. Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні і	62
4.2. Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек.....	64
4.3. Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування.....	65
4.4. Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71

Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина

Відведена ділянка під будівництво знаходиться у м. Вінниця.

Кліматичний район II, з температурою повітря найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92 становить мінус 22 °С.

Абсолютна мінімальна температура повітря – мінус 34 °С.

Середня місячна та річна температура повітря наведена в таблиці 1.1.

Добовий максимум атмосферних опадів – 80 мм.

Кількість опадів за листопад–березень складає 180 мм.

Кількість опадів за квітень–жовтень становить 360 мм.

Глибина промерзання ґрунтів складає 1000 мм.

Сніговий район III. Вага снігового покриву – 160 кг/м².

Середня місячна відносна вологість повітря найхолоднішого місяця – 85%.

Вітровий район II. Тиск вітру – 0,30 кПа.

Переважає напрямок вітру за грудень – лютий – ПдЗ.

Переважає напрямок вітру за червень – серпень – ПнЗ.

Максимальна із середніх швидкостей вітру по румбах за січень – 5,5 м/с.

Мінімальна із середніх швидкостей вітру по румбах за липень – 3,8 м/с.

1.1. Генеральний план та благоустрій території

Площа ділянки 1.5 Га, рельєф території будівництва відносно рівний, спокійний з невеликим зниженням з північного сходу на південний захід.

Проектні позначки максимально наближені до існуючого рельєфу.

Водовідведення вирішене поверхневим стоком по спланованій під проектні позначки поверхні, з подальшим скиданням у знижені місця по рельєфу на проїзну частину.

Проектом будівництва передбачається комплексний благоустрій прилеглої території, межі якої визначено архітектурно-планувальним завданням.

Дороги для проїзду територією комплексу мають ширину не менше ніж 3,5 м. Проїзди, майданчики, тротуари запроектовані з тротуарної плитки.

Для захисту фундаментів від руйнівної дії атмосферних опадів по периметру влаштовано вимощення шириною 1 м із тротуарної плитки. Система водовідведення поверхневих вод від будівлі запроектована водовідвідними жолобами, розташованими на проїжджій частині.

На прилеглих територіях влаштовуються майданчики для відпочинку із встановленням паркових світильників, лав та урн для сміття.

На майданчиках відпочинку передбачено розбивку газонів та квіткових клумб. У північній та східній частині ділянки передбачено автостоянку відповідно 40 та 25 машиномісць. Уся вільна територія озеленяється.

Техніко-економічні показники генплану:

Площа ділянки 1,5 Га

Площа забудови 0,33 Га

Щільність забудови 22%

Площа озеленення 0,69 Га

Коефіцієнт озеленення 0,46

Площа твердого покриття 0,48 Га

1.2. Об'ємно–планувальне рішення споруди

Дванадцяти поверховий житловий будинок має у плані неправильну форму, близьку до прямокутної. Розміри будівлі в осях 56,4×22,8м.

Конструктивна схема змішаного типу – схема перших двох поверхів – повний, збірно-монолітний залізобетонний каркас, решти – великопанельна безкаркасна схема.

Висота трьох перших поверхів – 3,3м, наступних – 3м. За позначку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху.

Планувальна схема житлової частини будівлі двосекційна.

У будівлі є тепле горище, заввишки 2,1м, а також підвал, заввишки 2,8м.

Покрівля плоска, ухил 3%. Відведення води у будівлі внутрішній організований.

Сходові клітка незадимлювана, це забезпечується входом через лоджію. Для сполучення між поверхами є 2 ліфти: пасажирський вантажопідйомністю 630 кг та вантажопасажирський вантажопідйомністю 1000 кг.

Будівля забезпечена сміттєпроводом. На першому поверсі для видалення сміття є камера, в якій нижня ланка стовбура сміттєпроводу перекривається затвором. Підлога камери розташована близько до рівня землі, щоб було зручно з неї вивозити контейнер.

На кожному поверсі будівлі розташовуються 4 двокімнатні, 4 трикімнатні квартири.

Кожна із 4-х двокімнатних квартир із загальними площами по $54,55\text{ м}^2$ має у своєму складі: загальну кімнату площею $19,01\text{ м}^2$, спальню площею $14,09\text{ м}^2$, кухню площею $8,47\text{ м}^2$ з однорядовим розташуванням обладнання. Кожна з 4-х трикімнатних квартир із загальними площами по $97,47\text{ м}^2$ має у своєму складі: загальну кімнату площею $20,30\text{ м}^2$, 2 спальні з площами $20,28\text{ м}^2$ та $19,05\text{ м}^2$ відповідно, кухню площею $15,6\text{ м}^2$ з однорядовим розташуванням.

1.3. Конструктивне вирішення будівлі

Конструктивна схема будівлі, що будується - змішаного типу: перші 2 поверхи - повний каркас, зі стінами з керамзитних блоків, решта 10 поверхів - безкаркасної схеми, з панельними стінами.

Фундаменти – окремо стоячі сталевого типу, розрахунки представлені у розділі 2.

Фундамент під сходово-ліфтовим вузлом є залізобетонною плитою товщиною 1 м, шириною 7,2 м і довжиною 8,5 м.

Зовнішні стіни перших двох поверхів виготовлені з керамзитних блоків. Будівля оштукатурена. Передбачається утеплення існуючих зовнішніх стін утеплювачем «IZOVOL» $\gamma=35\text{ кг/м}^3$ та облицюванням керамогранітом. Утеплювач кріпити до стіни на клею (ГЛІМС КФ (0440/5) ТУ 5745-010-40397319-2003) та додатково анкерними дюбелями. Внутрішній каркас складається з цегляних стовпів $640\times 640\text{ мм}$ заввишки на один поверх,

залізобетонних ригелів прямокутної форми 680x355мм. Внутрішні перегородки виконуємо з гіпсокартонних листів ГКЛО за ДСТУ EN 520:2017 на металевому каркасі серії 1.031.9-2.00 товщиною 100 і 122мм.

Зовнішні стіни житлової частини будівлі – панелі «ламель», що мають потовщену частину по периметру, це дозволяє замонолічувати стики ретельніше. Товщина панелі за периметром 400 мм, в центрі 350 мм. Перегородки міжквартирні завтовшки 180 мм, міжкімнатні 120 мм.

Як перекриття житлової частини будівлі використані багатопустотні залізобетонні панелі товщиною 150 мм. Перекриття перших двох поверхів - збірно-монолітне, зі збірними залізничними плитами перекриття, товщиною 220 мм, з монолітними ригелями, товщиною також 220 мм.

Балконні плити завтовшки 150 мм. Висота огороження балкона складає 1,2 м.

Покриття виконане із багатопустотних залізобетонних плит завтовшки 150 мм.

У будівлі передбачено тепле горище. Поверх плит покриття горища наплавляється шар бікросу, зверху укладається пінополістерол завтовшки 150мм. Поверх влаштовується шар, що має ухил з керамзитного гравію. Зверху робиться шар, що вирівнює – цементно-піщана стяжка товщиною 20 мм.

Далі влаштовують водозахисний килим з двох шарів бікросу, що наплавляються.

Віконні та дверні блоки у житловій частині будівлі виконані з дерева, у громадській з дерева, вітражі з металопластику. Для забезпечення менших втрат тепла використані вікна з подвійним склінням. Специфікація заповнення дверних та віконних отворів та експлікації підлог дивись таблиці 1.2.

Сходи виконані зі збірних залізобетонних маршів та майданчиків. Висота сходинок 150мм, ширина 300мм. Ширина маршу прийнята з урахуванням норм проектування та становить 1200мм. Ширина сходового майданчика складає 1100 мм, вільний проміжок між маршами 100 мм. Кількість сходів в одному марші – 10. Огородження сходів виконане з вертикальних металевих стійок та

похилого металевго поручня з пластиковою обтяжкою. Висота огорож сходових маршів – 1000 мм. Як стіни ліфтової шахти використовуються об'ємні блоки. Стовбур сміттепроводу азбестоцементний діаметром 400 мм.

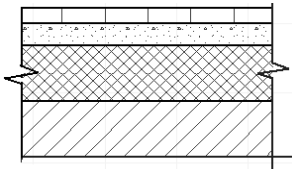
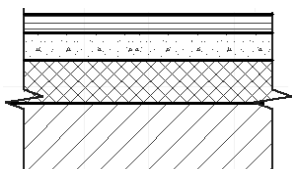
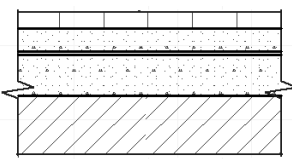
Таблиця 1.1 - Специфікація перемичок

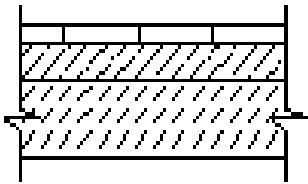
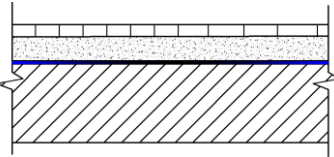
Марка	Позначення	Найменування	Кіл-ть	Маса од. кг
1	С.1.038.1-1 ст.1	1ПБ13-1	41	30
2	С.1.038.1-1.в.1	1ПБ10-1п	5	20
3	С.1.038.1-1.в.1	2ПБ22-3п	1	92
4	С.1.038.1-1.в.1	2ПБ17-2п	3	71
5	С.1.038.1-1.в.1	2ПБ 19-3п	30	81
6	С.1.038.1-1.в.1	3ПБ 21-8п	28	137
7	С.1.038.1-1.в.1	2ПБ 16-2п	3	65
8	С.1.038.1-1.в.1	2ПБ 19-3п	56	81
9	С.1.038.1-1.в.1	3ПБ 16-37п	4	102
10	С.1.038.1-1.в.1	2ПБ 16-2п	8	65
11	С.1.038.1-1.в.1	3ПБ 21-8п	2	137
12	С.1.038.1-1.в.1	2ПБ 19-3п	4	81
13	С.1.038.1-1.в.1	2ПБ 25-3п	3	103

Таблиця 1.2 - Специфікація заповнення віконних та дверних отворів

Марка	Позначення	Найменування	Кіл-ть	Маса од., кг
		Віконний блок		
ОК-1	ДСТУ Б В.2.6-23:2009	ОС 15 - 15		
ОК-2	ДСТУ Б В.2.6-24-2001	ОС 15 - 12		
		Зовнішні двері		
4	ДСТУ Б В.2.6-23:2009	ДН 21 -15	1	
5	те ж	ДН 21 - 15А	52	
6	- // -	ДН 21 – 10	1	
7	індивідуальне	ДО 21-15	3	
		Внутрішні двері		
1	ДСТУ Б В.2.6-23:2009	ДГ 21-10	368	
2	те ж	ДО 21-13	80	
3	- // -	ДГ 21-8	204	

Таблиця 1.3 - Експлікація підлог

Назва або номер приміщення за проектом	Тип підлоги за проектом	Схема підлоги чи номер вузла по серії	Елементи підлоги та їх товщина	Площа підлоги, м ²
Коридори та сходові клітини, хол	Керамограніт		Керамограніт на клею- 10мм Цементно-піщана стяжка М-150 - 20мм Пінополістеролбетон 300кг/м ³ – 50мм Плита перекриття – 220 мм (150 мм)	961,82
Кабінети, офіси, адміністративні приміщення	Ламіноване покриття		Ламіноване покриття- 6мм Підкладка – 4 мм Стяжка із цементно-піщаного розчину – 20 мм Пінополістеролбетон 300кг/м ³ – 50мм Плита перекриття – 220 мм	968,06
Санітарні вузли	керамічна плитка		Підлогова керамічна плитка -10мм Прошарок та заповнення швів із цементно-піщаного розчину марки М150 –10мм Стяжка із цементно-піщаного розчину М150 - 20 мм Гідроізоляція 2 шари поліетиленової плівки із заводом на стіну – 50 мм Вирівнююча цементно-піщана стяжка М150 - 20мм Плита перекриття – 220 мм	422

Загальна, дитяча кімната та спальня	Штучний паркет		Штучний паркет 20мм Стяжка із цементно-піщаного розчину 20мм Гідроізоляція 1 шар рубітексу на бітумній мастиці 10 Багатопустотна з/б панель 220	3716,6
Кухня, виробниче приміщення, мийна, зал кафе	Керамічна плитка		Керамічна плитка 10 Стяжка із цементно-піщаного розчину 20мм Гідроізоляція 1 шар рубітексу на бітумній мастиці 10 Багатопустотна з/б панель 220	1001,67

1.4. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Зовнішні стіни цоколя по фасаду облицовуються керамогранітом на клею по сітці.

Зовнішні стіни перших поверхів утеплюються утеплювачем та облицовуються керамогранітом за технологією «вентильованого фасаду». Схема утеплення зовнішньої стіни наведена на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Схема зовнішньої стіни

Внутрішні поверхні цегляних стін та перегородок штукатуряться. Столярні вироби фарбуються масляною фарбою, сталеві елементи вікон, дверей фарбуються емалями ПФ-133 у заводських умовах. Відомість обробки приміщень наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Відомість обробки приміщень.

Найменування або номер приміщення	Стеля		Стіни чи перегородки		Низ стін або перегородок (панель)		
	Площа, м ²	Вид обробки	Площа	Вид обробки	Площа, м ²	Вид обробки	Висота, мм
Загальні кімнати та спальні, вітальні	1412,56	Затирання швів цементним розчином, з наступним обклеюванням стельовими шпалерами	1966,79	Покращена штукатурка з наступним обклеюванням шпалерами, що миються.	1053,64	-	1500
Майданчики сходово-ліфтового вузла, коридор	351,96	Затирання швів цементним розчином, водоемульсійна забарвлення	730,04	Покращена штукатурка з наступним обклеюванням шпалерами, що миються.	391,09	-	-
Кухні	372,98	Затирання швів цементним розчином, клейове забарвлення	332,19	Покращена штукатурка, водоемульсійна забарвлення	177,96	Облицювання глазурованою плиткою	-
Санвузли	144,16	Затирання швів цементним розчином, клейове забарвлення	589,68	Покращена штукатурка, водоемульсійна забарвлення	315,90	Облицювання глазурованою плиткою	-
Тамбур	4,29	Затирання швів цементним розчином, водоемульсійна забарвлення	12,21	Покращена штукатурка, водоемульсійна забарвлення	6,54	-	-
Приміщення 1-2 поверхи	105,21	Затирання швів цементним розчином, клейове забарвлення	176,82	Масляне забарвлення на висоту дверей, вище – клейове забарвлення	94,73	-	-

1.5. Інженерне обладнання

- Водопровід - господарсько-питний, від зовнішньої мережі;
- Каналізація - господарсько-побутова в міську мережу, водостік зовнішній організований;
- Опалення – перші два поверхи – водяне центральне, житлова частина будинку – індивідуальне поквартирне.
- Вентиляція – природна.
- Електропостачання – від зовнішньої мережі, напруга 380/220 Вт.
- Освітлення - лампами розжарювання.
- Пристрій зв'язку - телефонізація, радіотрансляція, колективні телеантени, інтернет.
- Сміттєпровід - контейнери на території.

Проектом передбачено реконструкцію системи водопостачання.

1.6. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Відповідно до ДБН В.2.6-31:2021, ДБН В.2.6-31:2021 та ДСТУ Б В.2.6-189 під тепловим захистом будівель розуміють тепло-захисні властивості сукупності зовнішніх і внутрішніх огорожувальних конструкцій будівлі, що забезпечують заданий рівень витрати теплової енергії (тепло надходжень) будівлі з врахуванням повітрообміну приміщень захист від перезволоження за оптимальних параметрів мікроклімату його приміщень.

Нормами встановлено три показники теплового захисту будівель:

1. приведений опір теплопередачі окремих елементів огорожувальних конструкцій;
2. санітарно-гігієнічний, що включає температурний перепад між температурами внутрішнього повітря і на внутрішній поверхні огорожувальної конструкцій вище температури точки роси;
3. питома витрата теплової енергії на опалення будівлі.

Вимоги теплового захисту будуть виконані, якщо в житлових та громадських будівлях будуть дотримані вимоги показників 1 або 2, або 2 та 3.

Зовнішні стіни перших двох поверхів будівлі утеплюються за технологією вентильованого фасаду з використанням напівтвердих мінераловатних плит ISOVOL. Потрібно визначити товщину утеплювача, достатнього на вимоги теплового захисту для даного району будівництва.

Вихідні дані:

Район будівництва - місто Вінниця;

Стінова огорожа - вентильований фасад, кладка з керамзитобетонних блоків;

Температура внутрішнього повітря $t_{\text{int}} = +20^{\circ}\text{C}$;

Зона вологості – суха;

Розрахункова температура зовнішнього повітря в холодну пору року

$t_{\text{ext}} = -23^{\circ}\text{C}$;

Середня температура періоду із середньодобовою температурою $\leq 8^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{ext}} = -1,9^{\circ}\text{C}$;

Тривалість періоду із середньодобовою $t \leq 8^{\circ}\text{C}$ $z_{\text{ht}} = 191$ діб;

Вологісний режим приміщення - нормальний ($\varphi = 55\%$);

Умови експлуатації огорожувальних конструкцій - А.

Приймаємо конструкцію стіни наступного складу (рис. 1.2):

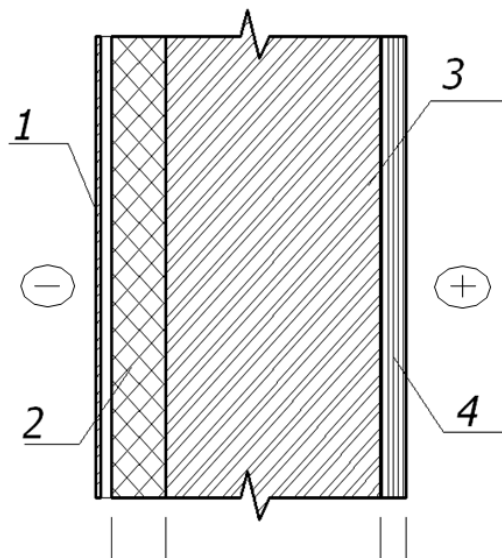


Рисунок 1.2 – Розрахункова схема стіни

1 шар: Керамограніт 600х600 мм.

Товщина шару: $\delta_1 = 0,01$ м (10 мм).

2 шар: Напівжорсткий утеплювач мінераловатний ISOVOL, щільністю 100 кг/м³. Товщина шару $\delta_2 = 0,10$ м (100 мм). $\lambda_2 = 0,042$ Вт/(м×°C).

3 шар: Кладка із керамзитобетонних блоків. Товщина шару: $\delta_3 = 0,40$ м (400 мм). $\lambda_4 = 0,41$ Вт/(м×°C).

4 шар: цементно-піщана штукатурка.

Товщина шару: $\delta_2 = 0,02$ м (20 мм). $\lambda_4 = 0,76$ Вт/(м×°C).

Градусо – доба опалювального періоду (D_d):

$$D_d = (t_{int} - t_{ht})z_{ht} = (20 - (-1,9)) \cdot 191 = 4182,9. ^\circ\text{C доби};$$

Нормований опір теплопередачі (R_{red}):

$$R_{red} = a \cdot D_d + b = 0,0003 \times 4182,9 + 1,2 = 2,45 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

де $a = 0,0003$; $b = 1,2$ - коефіцієнти за нормативними документами.

Опір теплопередачі огорожувальних конструкцій (R_0^r):

$$R_0^r = \frac{1}{\alpha_{int}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = 1/8,7 + 0,08/0,042 + 0,4/0,41 + 0,02/0,76 + 1/23 = 3,07 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

де α_{int} - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції ($\alpha_{int} = 8,7$);

α_{ext} - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції ($\alpha_{ext} = 23$).

Перевіримо виконання умови $R_0^r > R_{red}$

$$R_0^r = 3,54 > R_{red} = 2,45$$

умова виконується, приймаємо

$$R_0 = R_0^r = 3,07$$

Розрахунковий температурний перепад (Δt_0), °C:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_0 \cdot \alpha_{int}} = \frac{1(20 - (-23))}{3,07 \cdot 8,7} = 1,61^\circ\text{C}$$

Перевіримо виконання умови $\Delta t_0 < \Delta t_n$:

$$\Delta t_0 = 1,61 < \Delta t_n = 4,5 - \text{Умова виконується,}$$

де Δt_n - нормований температурний перепад: $\Delta t_n = 4,5^\circ\text{C}$ - для стін громадських будівель;

Температура внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції:

$$\tau_{int} = t_{int} - \Delta t_0 = 20 - 1,61 = 18,39^\circ\text{C} > t_d = 12,56^\circ\text{C}$$

де t_d - точка роси ($t_d = 12,56^\circ\text{C}$).

Умова виконується, прийнята конструкція зовнішньої стіни відповідає вимогам необхідного теплового захисту будівлі.

Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Основи та фундаменти

Проектування основ і фундаментів є одним із найбільш відповідальних етапів розробки будівлі, оскільки саме фундаменти забезпечують передачу навантажень від надфундаментних конструкцій на ґрунтову основу та визначають надійність, стійкість і довговічність споруди в цілому. Правильний вибір типу фундаментів, глибини їх закладання та конструктивних параметрів повинен виконуватись з урахуванням конструктивної схеми будівлі, інженерно-геологічних умов майданчика, гідрогеологічної ситуації, кліматичних факторів та вимог чинних нормативних документів.

У даному розділі виконано аналіз вихідних даних надфундаментної частини будівлі, розглянуто інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови будівельного майданчика, визначено глибину закладання фундаментів та проведено розрахунок фундаментів дрібного закладання. При проектуванні враховано особливості конструктивної схеми 12-поверхового житлово-адміністративного будинку, характер і величину навантажень, фізико-механічні характеристики ґрунтів основи, а також вимоги щодо забезпечення допустимих деформацій і нерівномірних осідань.

Основною метою розрахунку є забезпечення несучої здатності основи, обмеження осідань у межах нормативно допустимих значень та забезпечення надійної спільної роботи системи «основа – фундамент – надфундаментні конструкції» протягом усього терміну експлуатації будівлі.

2.1.1. Аналіз вихідних даних з надфундаментної конструкції

Проектована будівля є 12-поверховим будинком зі змішаною конструктивною схемою. Перші 2 поверхи - повний залізобетонний каркас, з самонесучими стінами з керамзитобетонних блоків, висота поверху 3,3 м, поверхи, що лежать вище, - безкаркасної схеми панельного типу, висотою поверху 3,0 м. Перші поверхи призначені під адміністративні та офісні приміщення. Наступні – житлові. Розміри у плані – 56,4х22,8 м.

Гранично допустима осадка для цієї будівлі $S_{\text{доп}}=10$ см у відповідності до ДБН В.2.1-10-2009.

2.1.2. Аналіз інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов будівельного майданчика

Майданчик будівництва знаходиться у м. Вінниця. Рельєф спокійний із невеликим ухилом. Нормативна глибина промерзання ґрунту 1.2 м. На будівельному майданчику було пробурено 3 свердловини, кожна глибиною 15м.

При бурінні були виявлені такі типи ґрунтів:

1. Чорнозем. Потужність шару 0,3-0,4м.
2. Суглинок легкий піщаний тугопластичний, питома вага ґрунту $\gamma=17,3\text{кН/м}^3$. Механічні характеристики: $E_0 = 9,5\text{МПа}$, $R_0 = 193,3\text{кПа}$, $c = 18\text{кПа}$, $\varphi=16,5^\circ$.
3. Суглинок легкий піщанистий м'якопластичний, питома вага ґрунту $\gamma=17,75\text{кН/м}^3$. Механічні характеристики: $E_0 = 9,35\text{МПа}$, $R_0 = 188,3\text{кПа}$, $c = 18,75\text{кПа}$, $\varphi = 19,6^\circ$.
4. Глина легка пилувата тугопластична, питома вага ґрунту $\gamma=20,05\text{кН/м}^3$. Механічні характеристики: $E_0 = 17,8\text{МПа}$, $R_0 = 336,3\text{кПа}$, $c = 40,8\text{кПа}$, $\varphi = 20,1^\circ$.
5. Суглинок легкий піщанистий м'якопластичний, питома вага ґрунту $\gamma=19,8\text{кН/м}^3$. Механічні характеристики: $E_0 = 15\text{МПа}$, $R_0 = 200\text{кПа}$, $c=55,4\text{кПа}$, $\varphi = 19,1^\circ$

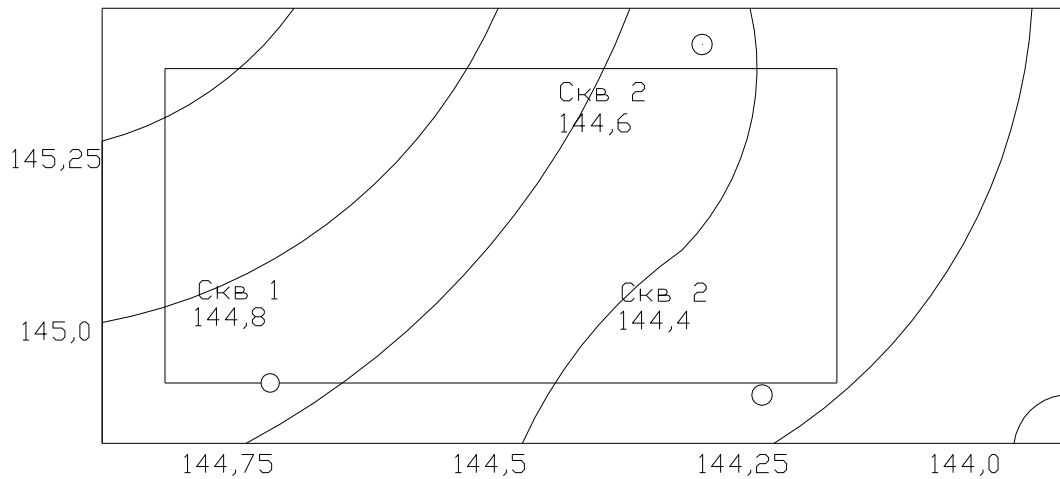


Рисунок 2.1 - План будівельного майданчика

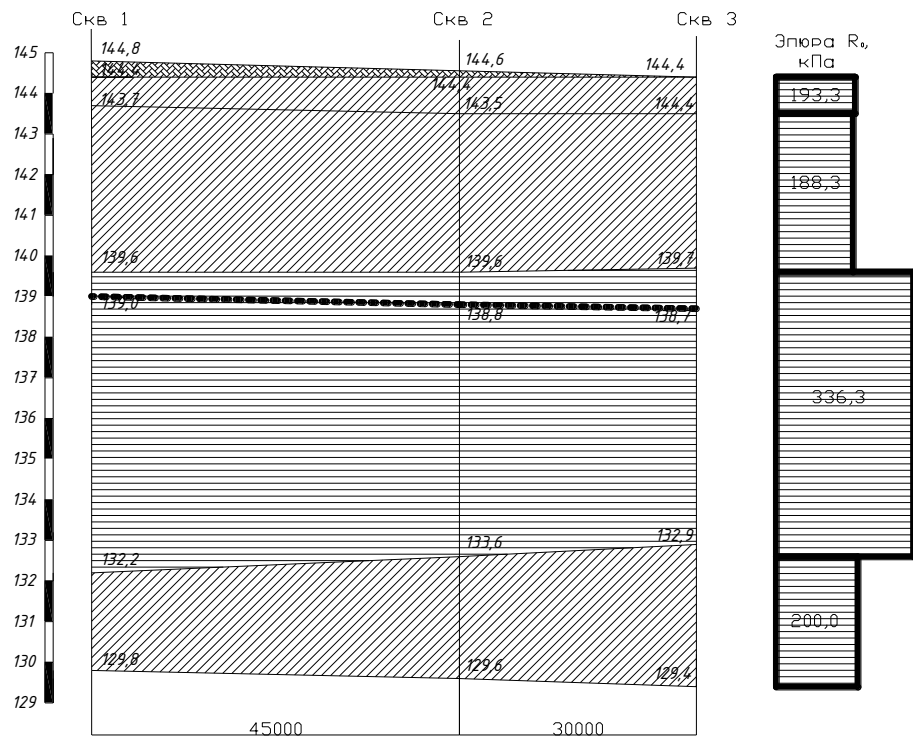


Рисунок 2.2 - Геологічний розріз по профільній лінії

Попередній аналіз показав, що всі ґрунти, крім першого, можуть бути використані як несучі. Ґрунтові води виявлено у 4 шарі. Можливість появи верховодки та подальше підняття РГВ малоймовірне. За геологічними колонками будуємо геологічний розріз і наносимо на нього вертикальні контури підземної та надземної частин будівлі.

Розрахунки показників ґрунтів зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Зведена таблиця нормативних значень характеристик ґрунтів

	Номер ПГЕ			Глибина від поверхні землі, м	Найменування ґрунту	Фізичні												Механічні			
	1	2	3			Основні				Додаткові		Похідні			(Класифікаце			Деформат.	Міцність		
						ρ т/м³	ρ т/м³	γ кН/ м³	W	WL	WP	ρd т/м³	e	γsb кН/ м³	IP	IL	Sr		E0 МПа	φ гр.	с кПа
3	2	1	2,0	Суглинок легкий піщанистий тугопластичний	1,73	2,66	17,3	0,23	0,28	0,18	1,4	0,9	8,74	0,10	0,5	0,68	9,5	16,5	18		
2	1	4,0	Суглинок легкий піщанистий м'яко- пластичний	1,82	2,65	18,2	0,25	0,29	0,18	1,46	0,82	9,07	0,11	0,64	0,81	9,2	19,6	19,5			
7,0																					
Глина легка пілувата тугопластична	2,00	2,75	20,0	0,27	0,40	0,20	1,57	0,75	1	0,2	0,35	0,99	14	21	23						

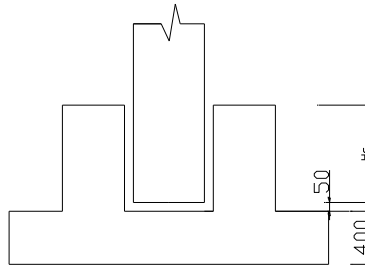
5		4
3		2
13,0		9,0
Суглинок легкий піщаний м'якопл.		Глина легка пілувата напівтверда
1,98		2,01
2,71		2,75
19,8		20,1
0,27		0,26
0,30		0,43
0,18		0,22
1,56		1,59
0,74		0,73
9,38		10,1
0,12		0,21
0,75		0,19
0,99		0,98
15		21,6
19,1		19,2
55,4		58,6

2.1.3. Визначення глибини закладання фундаментів

Глибина закладення фундаменту (d) визначається з урахуванням таких вимог:

1. Призначаємо навантаження на фундамент;
2. Глибина закладення фундаментів прилеглих будівель та глибина прокладання інженерних комунікацій;
3. Рельєфу території, що забудовується;
4. Інженерно-геологічні умови майданчика;
5. Геологічних умов майданчика та їх можливих змін;
6. Глибини сезонного промерзання ґрунтів.

Фундамент Ф1. Приймаємо колону перетином 400х400 мм.



$$H_s = 1,5 \cdot 400 = 600 \text{ мм.}$$

$$H_{\text{под}} = 142,9 - 0,15 - 0,6 - 0,05 - 0,4 = 141,7$$

$$d = 144,6 - 141,7 = 2,9 \text{ м.}$$

2. Обмежень немає.

3. Мінімальне заглиблення в шар, що несе, 20 см. В якості несучого шару приймаємо суглинок легкий піщанистий м'якопластичний з розрахунковими характеристиками $E_0=9,2$ МПа, $\varphi=19,6$ град, $c=19,5$ МПа, $R_0=193,3$ кПа.

4. Обмежень немає.

5. Обмежень немає.

6. Підшву фундаменту необхідно розміщувати нижче за глибину сезонного промерзання ґрунту.

$$d_f = K_n \cdot d_{fn},$$

де d_{fn} – нормативна глибина промерзання ґрунту згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27 2010 Будівельна кліматологія

K_n - коефіцієнт опалювальності будівель.

$$d_f = 1,2 \cdot 0,7 = 0,84 \text{ м.}$$

Позначка підшви фундаменту $FL=141,7$ м. Глибина закладення $d = 4$ м.

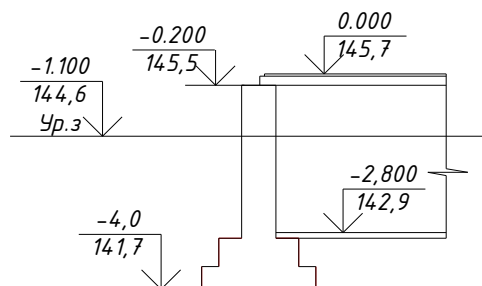


Рисунок 2.3 - Визначення глибини закладання фундаментів

2.1.4. Розрахунок фундаменту дрібного закладення

Розрахунок ведемо на підставі наступних вимог:

$$P \leq R, \quad P_{\max} \leq 1.2 R, \quad P_{\min} > 0,$$

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} \cdot [M_{\gamma} \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_I \cdot \gamma_{II}^I + (M_q - 1) d_b \cdot \gamma_{II}^I + M_c \cdot C_{II}],$$

де γ_{c1}, γ_{c2} - коефіцієнти умов роботи ґрунту, $\gamma_{c1}=1,25$; $\gamma_{c2}=1,3976$;

M_{γ}, M_q, M_c - коефіцієнти, що залежать від характеристик міцності ґрунту,

$$M_{\gamma}=0,49, M_q=2,975, M_c=5,552;$$

K_z - коефіцієнт, що залежить від розмірів фундаменту, $K_z = 1$;

b_1 – ширина фундаменту;

γ_{II} - середня питома вага ґрунту, що залягає нижче подошви фундаменту,
 $\gamma_{II}=18,2 \text{ кН/м}^3$;

$$\gamma_{II}^I = \frac{17,3 \cdot 0,6 + 18,2 \cdot 1,5}{0,6 + 0,5} = 17,94$$

γ_{III} - середня питома вага ґрунту, що залягає вище подошви фундаменту,
 $\gamma_{III}=17,94 \text{ кН/м}^3$;

d - наведена глибина закладення фундаменту, $d = 2,48 \text{ м}$;

$$d_1 = 2,2 + 0,23 \cdot 22 / 18,2 = 2,48 \text{ м}$$

d_b - глибина підвалу, $d_b = 2,8 \text{ м}$;

c_{II} - питоме зчеплення ґрунту основи, $c_{II}=19,5 \text{ кПа}$.

Знайдемо R при:

$$b = 1 \text{ м}$$

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,3976}{1,1} \cdot [0,49 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 18,2 + 2,975 \cdot 2,48 \cdot 17,94 + (2,975 - 1) \cdot 2,8 \cdot 17,94 + 5,552 \cdot 19,5] = 550,9 \text{ кПа}$$

Знайдемо площу фундаменту методом послідовних наближень

1-е наближення

$$A = \frac{F_v}{R_0 - (0,85 \gamma_m \cdot d)} = \frac{1804,94}{188,3 - (0,85 \cdot 20 \cdot 1)} = 10,54$$

$$b = \sqrt{A} = \sqrt{10,54} = 3,2 \text{ м}$$

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,3976}{1,1} \cdot [0,49 \cdot 1 \cdot 3,2 \cdot 18,2 + 2,975 \cdot 2,48 \cdot 17,94 + (2,975 - 1) \cdot 2,8 \cdot 17,94 + 5,552 \cdot 19,5] = 585,04 \text{ кПа}$$

2-е наближення:

$$A = \frac{1804,92}{585,04 - (0,85 \cdot 20 \cdot 1)} = 3,18$$

$$b_2 = \sqrt{A} = \sqrt{3,18} = 1,78 \text{ м}$$

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,3976}{1,1} \cdot [0,49 \cdot 1 \cdot 1,78 \cdot 18,2 + 2,975 \cdot 2,48 \cdot 17,94 + (2,975 - 1) \cdot 2,8 \cdot 17,94 + 5,552 \cdot 19,5] = 564,93 \text{ кПа}$$

3-тє наближення:

$$A = \frac{1804,92}{564,93 - (0,85 \cdot 20 \cdot 1)} = 3,29$$

$$b_3 = \sqrt{A} = \sqrt{3,29} = 1,81 \text{ м}$$

$$R = \frac{1,25 \cdot 1,3976}{1,1} \cdot [0,49 \cdot 1 \cdot 1,81 \cdot 18,2 + 2,975 \cdot 2,48 \cdot 17,94 + (2,975 - 1) \cdot 2,8 \cdot 17,94 + 5,552 \cdot 19,5] = 565,35 \text{ кПа}$$

Приймаємо фундамент із розмірами підшви 1800х1800 мм.

Перевіряємо виконання умов:

1) $P \leq R$

$$P_{\max} = \frac{F_v + G_{\phi} + G_{ep}}{A} = \frac{1804,92 + 11,58 + 3,17}{3,29} = 553,09 \text{ кПа}$$

$$553,09 \leq 565,35 \text{ (умова виконана);}$$

2) $P_{\max} \leq 1,2 R,$

$$553,09 \leq 1,2 \cdot 565,35$$

$$553,09 \leq 678,42 \text{ (умова виконана);}$$

3) $P_{\min} > 0$

$$P_{\min} = \frac{F_v + G_{\phi} + G_{ep}}{A} = \frac{1804,92 - (11,58 + 3,17)}{3,29} = 544,12$$

$$544,12 > 0 \text{ (умова виконана).}$$

2.1.5. Розрахунок осадки фундаменту

Розрахунок осадки виконуємо методом пошарового підсумовування.

1. Визначаємо вертикальне нормальне напруження від власної ваги ґрунту і будуємо епюри $\sigma_{zq}; 0,2\sigma_{zq}$

$$\sigma_{zq} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i,$$

де γ - питома вага ґрунтів, кН/м³;

h - потужність шару ґрунту, м.

$$\sigma_{zq0} = 17,75 \cdot 0 = 0 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{zq1} = 0 + 17,75 \cdot 2,7 = 47,9 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{zq2} = 47,9 + 10 \cdot 0,8 = 55,9 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{zq3} = 55,9 + 10 \cdot 0,8 = 63,9 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{zq4} = 63,9 + 20 \cdot 5,6 = 175,9 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{zq5} = 175,9 + 19,8 \cdot 3,6 = 247,2 \text{ кПа};$$

2. Визначаємо величину додаткового тиску на ґрунт під подошвою фундаменту

$$P_0 = P - \sigma_{zq0}$$

$$\sigma_{zq0} = 17,3 \cdot 2,5 = 43,25 \text{ кПа}$$

$$P_0 = P - \sigma_{zq0} = 553,09 - 43,25 = 509,84 \text{ кПа}$$

3. Розбиваємо товщу основи на елементарні шари завтовшки h_i виходячи з умови $h_i \leq 0,2b$. Кордони елементарних шарів повинні збігатися з межами природних напластунків. Визначаємо координату подошви елементарних шарів, причому $z=0$ відповідає подошві фундаменту та заповнюємо таблицю.

4. Обчислюємо додаткові вертикальні нормальні напруження на межах шарів ґрунту

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0,$$

де α - коефіцієнт, що враховує зменшення за глибиною додаткового тиску.

Будуємо епюру σ_{zp} . Точка перетину епюр σ_{zp} і $0,2\sigma_{zq}$ відповідає нижній межі товщини, що стискається.

5. Визначаємо величини середніх додаткових тисків у кожному з елементарних шарів

$$\sigma_{zp,i}^{cp} = \frac{\sigma_{zp(i-1)} + \sigma_{zp,i}}{2}$$

6. Визначаємо величини осадки кожного елементарного шару

$$S_i = \frac{\sigma_{zp,i}^{nd} \cdot h_i \cdot \beta}{E_i}$$

де β - коефіцієнт, що враховує відсутність поперечного розширення при деформації ґрунтів в умовах компресії, $\beta=0,8$.

7. Сумарна осадка всіх елементарних шарів становить розрахункову величину осадку основи S.

Розрахунок зводимо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Розрахунок осідання фундаменту методом пошарового підсумовування

Но мер точ ок	z, м	$\frac{2z}{b}$	α	$\sigma_{zp} = \alpha \cdot \sigma_{cp}$	Номер шару	σ_{zp}^{cp} , кПа	h, м	β_i	E_i , кПа	$S_i = \frac{\sigma_{zp}^{cp} \cdot h_i \cdot \beta_i}{E_i}$ м
0	0	0	1,0	509,84						
1	0,36	0,4	0,960	489,45	1	499,6432	0,36	0,8	9350	0,01570416
2	0,72	0,8	0,800	407,87	1	448,6592	0,36	0,8	9350	0,015076
3	1,08	1,2	0,606	308,96	1	358,4175	0,36	0,8	9350	0,01256333
4	1,44	1,6	0,449	228,92	1	268,9406	0,36	0,8	9350	0,00951672
5	1,72	1,91	0,3614	184,26	1	206,5872	0,28	0,8	9350	0,00548424
6	2,08	2,31	0,2748	140,10	2	162,1801	0,36	0,8	17800	0,00298122
7	2,44	2,71	0,2136	108,90	2	124,5029	0,36	0,8	17800	0,00226685
8	2,8	3,11	0,1692	86,26	2	97,58338	0,36	0,8	17800	0,00176201
9	3,16	3,51	0,1375	70,10	2	78,18396	0,36	0,8	17800	0,00139575
10	3,52	3,91	0,1132	57,71	2	63,90844	0,36	0,8	17800	0,00113425
11	3,88	4,31	0,0948	48,33	2	53,02336	0,36	0,8	17800	0,0009338
12	4,24	4,71	0,0802	40,89	2	44,611	0,36	0,8	17800	0,00078201
13	4,6	5,11	0,0693	35,33	2	38,11054	0,36	0,8	17800	0,00066158
14	4,96	5,51	0,0600	30,59	2	32,96116	0,36	0,8	17800	0,00057166
15	5,32	5,91	0,0499	25,44	2	28,01571	0,36	0,8	17800	0,00049495
16	5,68	6,31	0,0459	23,40	2	24,42134	0,36	0,8	17800	0,00041163
					2	11,70083	0,36	0,8	17800	0,00037863
										$\Sigma 0,0721188$ м

2.2 Конструкції надземної частини споруди

Несучі конструкції будівель повинні бути запроектовані та зведені таким чином, щоб у процесі їх будівництва та в розрахункових умовах експлуатації була виключена можливість:

- руйнувань чи пошкоджень конструкцій, які призводять до необхідності припинення експлуатації будівель;
- неприпустимого погіршення експлуатаційних властивостей конструкцій чи будівель у цілому внаслідок деформацій чи утворення тріщин.

Конструкції та основи будівель повинні бути розраховані на сприйняття наступних навантажень та впливів:

- постійні навантаження від власної ваги несучих та огорожувальних конструкцій;
- снігові навантаження для даного району будівництва;
- вітрові навантаження для цього району будівництва;
- небезпечні геофізичні впливи в даному районі будівництва.

2.2.1. Розрахунок та конструювання багатопустотної плити перекриття

Нормативні значення перерахованих навантажень, що враховуються несприятливі поєднання навантажень або відповідних ним зусиль, граничні значення прогинів та переміщень конструкцій, а також значення коефіцієнтів надійності за навантаженням повинні бути прийняті відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи. Норми проектування". Повинні бути враховані також зазначені у завданні на проектування додаткові вимоги замовника щодо навантажень від важких елементів обладнання.

Методи розрахунку їхньої несучої здатності та деформативності, що використовуються при проектуванні конструкцій, повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів на конструкції з відповідних матеріалів.

Фундаменти будівель повинні бути запроектовані з урахуванням фізико-механічних характеристик ґрунтів, передбачених у ДБН В.2.1-10-2018 "Основи

і фундаменти будівель та споруд. Основні положення", а також підземним інженерним мережам та повинні забезпечити рівномірність та мінімальну швидкість осад основ під елементами будівель.

2.2.1.1. Вихідні дані

Дванадцяти поверховий житловий будинок має у плані неправильну форму, близьку до прямокутної. Розміри будівлі в осях 56,4×22,8м.

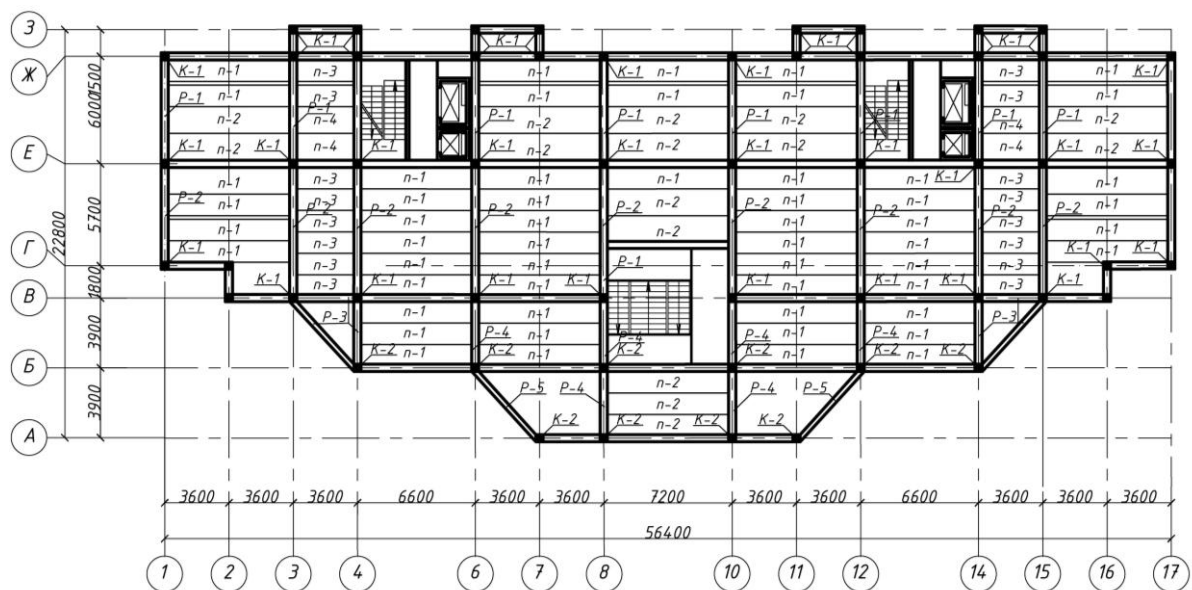
Конструктивна схема змішаного типу – схема перших двох поверхів – повний, збірно-монолітний залізобетонний каркас, решти – великопанельна безкаркасна схема.

Висота трьох перших поверхів –3,3 м, наступних –3 м. За позначку 0,000 прийнято рівень чистої статі першого поверху.

У будівлі є тепле горище, заввишки 2,1 м, а також підвал, заввишки 2,8 м. Покрівля плоска, ухил 3%. Монолітні несучі ригелі мають поперечний напрямок, монолітні зв'язкові ригелі - поздовжнє.

Поперечний переріз ригеля має прямокутну форму висотою 220 мм і шириною 600 мм для ригеля, що несе, і 400 мм для зв'язкового.

Плити перекриття - багатопустотні, для розрахунку приймається плита завтовшки 1200 мм. Висота плит перекриття дорівнює 220 мм.



Розрахунок провадимо для П-1, шириною 1200 мм. Вона спирається на ригель короткими сторонами і розраховується як балка двотаврового профілю, що вільно лежить на двох опорах.

Попередньо уточнимо розміри поперечного перерізу плити і приведемо його до еквівалентного двотаврового. Поперечний та розрахункові перерізи плити представлено на рис. 2.5-2.6.

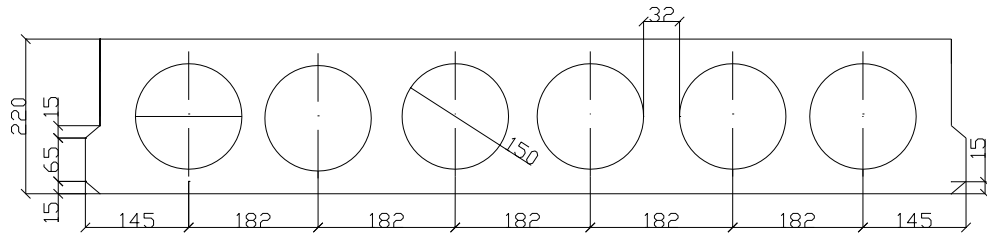


Рисунок 2.5 - Поперечний переріз багатопустотної плити

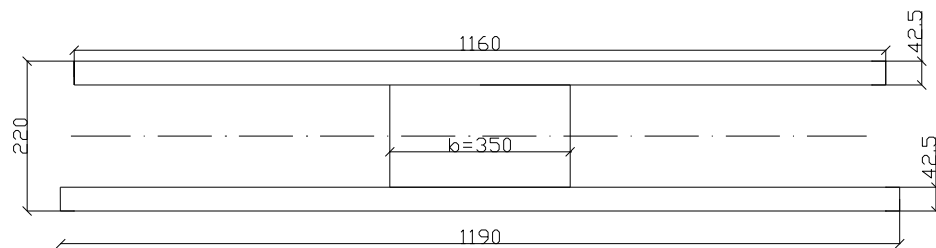


Рисунок 2.6 - Еквівалентний двотавровий переріз плити.

2.2.1.2. Конструктивне рішення

$$b = b_f' - n \cdot 0.9 = 1160 - 6 \cdot 0.9 \cdot 150 = 350$$

$$h_f' = h_f = \frac{h - 0.9d}{2} = 4.25 \text{ см}$$

Розрахунковий проліт плити l_0 при кроці колон В, ширині ригеля b , ширині консолі C_k : $l_0 = B - b - 100 \text{ мм}$, $l_0 = 7200 - 400 - 100 = 6700 \text{ мм}$

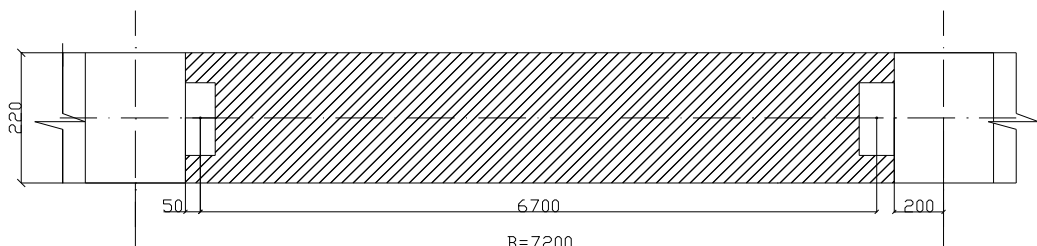


Рисунок 2.7 - До визначення розрахункового прольоту плити.

2.2.1.3. Навантаження

Розрахункові навантаження на 1 м^2 плити зводимо у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Збір навантажень

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кПа	γ_f	Розрахункове навантаження, кПа
1. Постійне			
Вага перегородок	1,5	1,1	1,65
Вага підлоги			
- керамічна плитка			
$0,011 \cdot 18 = 0,18$ кПа	0,18	1,3	0,234
- цементно-піщана			
стяжка			
$0,02 \cdot 22 = 0,44$ кПа	0,44	1,3	0,572
- рубітекс			
$0,01 \cdot 14 = 0,14$ кПа	0,14	1,3	0,182
Вага багатопустотної плити	3	1,1	3,3
Разом	$g^n = 5,26$		$g = 5,94$
2. Тимчасове	$P^n = 3,0$	1,2	$P = 3,6$
3. Повне	$q^n = 8,26$		$q = 9,54 \cdot 0,95 = 9,063$

Повне розрахункове навантаження на 1 погонний метр плити:

$$q_n = q_{вн}$$

$$q_n = 9,063 \cdot 1,2 = 10,87 \text{ кПа} \cdot \text{м}$$

$$M = \frac{q_n \cdot l_0^2}{8} = \frac{10,87 \cdot 6,7^2}{8} = 60,99 \text{ кНм}$$

$$Q = \frac{q_n \cdot l_0}{2} = \frac{10,87 \cdot 6,7}{2} = 36,41 \text{ кН}$$

2.2.1.4. Розрахунок елементів плити перекриття за міцністю

Призначаємо вид бетону – важкий, клас бетону за міцністю на стиск – С30/35, клас поздовжньої арматури А800, клас поперечної арматури ВрІ

Підбір подовжньої арматури

1) $R_b = 17,0 \text{ МПа}$

2) $h_0 = h - a = 22 - 3 = 19 \text{ см}$

$$3) R_b \cdot b_f' \cdot h_f' \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h_f') = 17,0 \cdot 10^3 \cdot 1,16 \cdot 4,25 \cdot 10^{-20} \cdot (0,19 - 0,5 \cdot 0,0425) = 141,429 \text{ кНм}$$

$$75,6 < 141,429 (!)$$

$$4) A_0 = \frac{M}{R_b \cdot b_f \cdot h_f^2} = \frac{60,99}{17,0 \cdot 10^3 \cdot 1,16 \cdot 0,19^2} = 0,085$$

$$5) A_0 = 0,085 \quad \eta = 0,955 \quad \xi = 0,09$$

$$6) \xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{R_s}{E_s \cdot 0,0035}} = \frac{0,8}{1 + \frac{680}{210^6 \cdot 0,0035}} = 0,729$$

$$7) \xi \leq \xi_R$$

$$0,09 \leq 0,729 (!)$$

$$8) A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{60,99}{680 \cdot 10^3 \cdot 0,955 \cdot 0,19} = 4,9 \text{ см}^2$$

За сортаментом підбираємо необхідну кількість стрижнів з умови, що діаметр арматури плит зазвичай приймається в межах 10 – 14 мм, а стрижні, що напружуються, встановлюються по краях плити і між порожнечами. Вони мають бути встановлені симетрично.

$$9) \text{ Приймаємо } 7\emptyset 10 (A_s = 5,5 \text{ см}^2)$$

$$10) \text{ Перевіряємо відсоток армування}$$

$$\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100\% = \frac{5,5}{35 \cdot 19} \cdot 100 = 0,83 \%$$

Підбір поперечної арматури

$$1) R_b = 17,0 \text{ МПа} \quad R_{sw} = 290 \text{ МПа} \quad R_{bt} = 1,2 \text{ МПа}$$

2) Перевіримо умову достатньої міцності похилих перерізів при дії основних стискаючих напруг:

Поперечна сила, що сприймається бетоном:

$$Q \leq 0,3 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,3 \cdot 17,0 \cdot 10^3 \cdot 0,35 \cdot 0,19 = 339,15 \text{ кН}$$

$$45,12 \leq 339,15 (!)$$

$$3) Q \leq 0,6 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot 1,2 \cdot 10^3 \cdot 0,35 \cdot 0,19 = 47,88 \text{ кН}$$

$$45,12 \leq 47,88 \Rightarrow$$

Таким чином, поперечні стрижні з розрахунку не потрібні за конструктивними вимогами, т.ч. $h < 45$ см приймаємо $S = 0,5h = 0,5 \cdot 22 = 11$ см (встановлюємо тільки в крайніх чвертях).

Визначення геометричних характеристик перерізу плити

За таблицею визначаємо $E_6 = 32,5 \cdot 10^3$ МПа $E_s = 19 \cdot 10^4$ МПа

$$\alpha = \frac{19 \cdot 10^4}{32,5 \cdot 10^3} = 5,85$$

Площа наведеного двотаврового перерізу:

$$A_{red} = b_f' \cdot h_f' + b_f \cdot h_h + b(h - h_f' - h_f) + \alpha \cdot A_s = 116 \cdot 4,25 + 119 \cdot 4,25 + 35 \cdot (22 - 4,25 - 3,5) + 5,85 \cdot 5,5 = 1529,68 \text{ см}^2$$

де A_s - сумарна площа поздовжньої робочої арматури.

Статичний момент наведеного перерізу щодо нижньої грані:

$$S_{red} = b_f' \cdot h_f' \cdot (h - 0,5 \cdot h_f') + 0,5 \cdot b_f \cdot h_f^2 + b \cdot (h - h_f' - h_f) \cdot [(h - h_f' - h_f)/2 + h_f] + \alpha \cdot A_s \cdot a = 116 \cdot 4,25 \cdot (22 - 0,5 \cdot 4,25) + 0,5 \cdot 119 \cdot 4,25^2 + 35 \cdot (22 - 4,25 - 4,25) \cdot [(22 - 4,25 - 4,25)/2 + 4,25] + 5,85 \cdot 5,5 \cdot 3 = 9798,375 + 1074,719 + 5197,5 + 96,525 = 16167,119 \text{ см}^3$$

де a_s - відстань від центру тяжіння поздовжньо розтягнутої арматури до нижньої грані плити ($a_s = 3$ см)

Відстань від центру тяжкості наведеного перерізу до нижньої межі:

$$y = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{16167,119}{1529,68} = 10,57 \text{ см}$$

Момент інерції наведеного перерізу щодо центру тяжкості:

$$I_{red} = \frac{b_f' \cdot (h_f')^3}{12} + b_f' \cdot h_f' \cdot (h - y - 0,5 \cdot h_f') + \frac{b_f \cdot h_f^3}{12} + b_f \cdot h_f \cdot (y - 0,5 \cdot h_f) + \frac{b(h - h_f' - h_f)}{12} + (h - h_f' - h_f) \cdot \left(\frac{h - h_f' - h_f}{2} + h_f - y \right)^3 + \alpha \cdot A_s \cdot (y - a)^2 = \frac{116 \cdot 4,25^3}{12} + 116 \cdot 4,25 \cdot (22 - 10,57 - 0,5 \cdot 4,25)^2 + \frac{119 \cdot 4,25^3}{12} + 119 \cdot 4,25 \cdot (10,57 - 0,5 \cdot 4,25)^2 + 35(22 - 4,25 - 4,25) \cdot \left(\frac{22 - 4,25 - 4,25}{2} + 4,25 - 10,5 \right)^3 + 5,85 \cdot 5,5 \cdot (10,57 - 3)^2 = 742,068 + 43330,08 + 761,26 + 35473,62 + 118,125 + 1758,69 = 82183,843 \text{ см}^4$$

Момент опору наведеного перерізу щодо розтягнутої грані:

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y} = \frac{82183,843}{10,57} = 7775,2 \text{ см}^3$$

Величина та втрати попередньої напруги арматури

Величину попередньої напруги поздовжньої розтягнутої арматури σ_{sp} призначають із умови

$$\sigma_{sp} \leq R_{s, ser} - P$$

де $R_{s, ser}$ - розрахунковий опір поздовжньої розтягнутої арматури для другої групи граничних станів.

$$R_{s, ser} = 788 \text{ МПа}$$

Методом попереднього напруження арматури доцільно прийняти електротермічний, а величину P , МПа, визначити за формулою:

$$P = 30 + 360 / l = 30 + 360 / 6,8 = 82,94 \text{ МПа}$$

де l - довжина стрижня (плити), м.

$$\sigma_{sp} \leq 788 - 82,94 = 705,06 \text{ МПа (!)}$$

$$\sigma_{sp} \geq 0,3 \cdot R_{s, ser} - P$$

$$\sigma_{sp} \leq 788 \cdot 0,3 - 82,94 = 153,46 \text{ МПа (!)}$$

$$\sigma_{sp} = \frac{705,06 + 153,46}{2} = 429,26 \text{ МПа}$$

Арматура плити - стрижнева, її натяг передбачається на упори, бетон - важкий, підданий тепловій обробці в камерах. В цьому випадку будуть наступні втрати попередньої напруги:

- втрати попереднього напруження:
- від релаксації напруження в арматурі:

$$\sigma_1 = 0,03 \cdot \sigma_{sp} = 0,03 \cdot 429,26 = 12,88 \text{ МПа}$$

- від швидко напливає повзучості:

$$R_{bp} = 0,7 \cdot R_b = 0,7 \cdot 17,0 = 11,5 \text{ МПа}$$

$$e_0 = y - a = 10,5 - 3 = 7,5$$

$$P = A_s \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_1) = 5,5 \cdot (429,26 - 12,88) = 229,01 \text{ кН}$$

$$\sigma_{bp} = \frac{P}{A_{red}} + \frac{P \cdot e_0^2}{I_{red}} = \frac{229,01}{1529,68} + \frac{229,01 \cdot 7,57^2}{82183,843} = 0,309 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 3,09 \text{ МПа}$$

$$\alpha = 0,25 + 0,025 \cdot R_{bp} = 0,25 + 0,025 \cdot 11,5 = 0,5375$$

$$\frac{\sigma_{ep}}{R_{ep}} = \frac{3,09}{11,5} = 0,27$$

$$\sigma_{вр} / R_{вр} < \alpha$$

$$0,27 < 0,5375 \Rightarrow$$

$$\sigma_6 = 40 \cdot \sigma_{вр} / R_{вр} = 40 \cdot 0,38 = 15,2 \text{ МПа}$$

- від усадки бетону $\sigma_8 = 35 \text{ МПа}$
- від повзучості бетону, $\sigma_{вр} / R_{вр} \leq 0,75 \Rightarrow$

$$\sigma_9 = 150 \cdot \alpha_1 \cdot \sigma_{вр} / R_{вр} = 150 \cdot 0,5375 \cdot 0,27 = 21,769 \text{ МПа}$$

$$\text{Повні втрати: } \sigma_{los} = \sigma_1 + \sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9 = 12,88 + 15,2 + 35 + 21,769 = 84,851 \text{ МПа}$$

Приймаємо $\sigma_{los} = 100 \text{ МПа}$

2.2.1.5. Розрахунок панелі з розкриття тріщин

Категорія тріщиностійкості плити – третя. У ній при дії повного нормального навантаження допускається утворення та обмежене по ширині розкриття тріщин.

При статичному розрахунку плити встановлено значення нормативних навантажень: g_H - постійних та p_H – тимчасових.

Погонні навантаження на плиту:

$$g_1^n = g_n \cdot b_n = 5,26 \cdot 0,95 \cdot 1,2 = 5,9964 \text{ кПа} \cdot \text{м}$$

$$p_1^n = p^n \cdot b_n = 3 \cdot 0,95 \cdot 1,2 = 3,42 \text{ кПа} \cdot \text{м}$$

де b_n – номінальна ширина плити.

Згинальні моменти у плані від нормативних навантажень:

- від постійної

$$M_1 = \frac{q_1^n \cdot l_0^2}{8} = \frac{5,9964 \cdot 6,7^2}{8} = 33,65 \text{ кНм}$$

- від тимчасової

$$M_{sh} = \frac{p_1^n \cdot l_0^2}{8} = \frac{3,42 \cdot 6,7^2}{8} = 19,19 \text{ кНм}$$

- від повної

$$M = 33,65 + 19,19 = 52,84 \text{ кНм}$$

Зусилля попереднього обтиснення з урахуванням усіх втрат:

$$P_{зв} = A_s \cdot (0,9 \sigma_{sp} - \sigma_{los}) \cdot 5,5 \cdot (0,9 \cdot 42,926 - 10,0) = 157,22 \text{ кН}$$

Відстань від центру тяжкості перерізу до верхньої точки:

$$r = 0,8 \cdot W_{red} / A_{red} = 0,8 \cdot 7775,2 / 1529,68 = 4,07 \text{ см}$$

Пружнопластичний момент опору перерізу щодо розтягнутої грані:

$$W_{pl} = 1,57 \cdot W_{red} = 1,75 \cdot 7775,2 = 13601,88 \text{ см}^3 = 0,014 \text{ м}^3$$

Згинальний момент, що сприймається перетином при утворенні тріщин:

$$M_{crc} = R_{bt, ser} \cdot W_{pl} + P_{зв} \cdot (e_0 + r) = 0,18 \cdot 13601,88 + 157,22 \cdot (7,5 + 4,07) = 5459,17 \text{ кН} \cdot \text{см} = 54,6 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

де $R_{bt, ser}$ - розрахунковий опір бетону розтягуванню для другої групи граничних станів, що визначається за табл.

$$M > M_{crc}$$

$52,84 < 54,6$ (!) – тріщини не утворюються.

2.2.1.6. Розрахунок прогинів

Визначимо прогини від дії постійних навантажень та зусилля попереднього обтиснення із гранично допустимим $[f_{lim}]$, який для плоских перекриттів встановлений рівним: $1/200l_0$ при l_0 менше 6м, і 3 см - при $l_0 = 6,0 - 7,5$ м. $[f_{lim}] = 3$ см, бо $l_0 = 6,7$ м

$$R_{b, ser} = 22,0 \text{ МПа}$$

$$\delta = \frac{M_1}{b \cdot h_0^2 \cdot R_{b, ser}} = \frac{33,65}{0,35 \cdot 0,19^2 \cdot 22 \cdot 10^3} = 0,121$$

$$\varphi_f = \frac{(b_f' - b) h_f'}{b \cdot h_0} = \frac{(1,16 - 0,35) \cdot 0,0425}{0,35 \cdot 0,19} = 0,518$$

$$\lambda = \varphi + \left(1 - \frac{h_f'}{2 \cdot h_0} \right) = 0,518 + \left(1 - \frac{0,0425}{2 \cdot 0,19} \right) = 0,460$$

$$e_{lot} = \frac{M_1}{P_{oz}} - l_0 = \frac{33,65}{157,22} - 0,067 = 0,147 = 14,7 \text{ см}$$

$$\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{5,5}{3519} = 0,0083 \text{ см}$$

$$\varepsilon = \frac{1}{1,8 + \frac{1+5(\lambda+\delta)}{10 \cdot \mu \cdot \alpha}} + \frac{1,5 + \varphi}{11,5 \cdot \frac{e_{lot}}{h_0} - 5} = \frac{1}{1,8 + \frac{1+5(0,46+0,121)}{10 \cdot 0,0083 \cdot 0,537}} + \frac{1,5+0,518}{11,5 \cdot \frac{14,7}{19} - 5} = 0,529$$

$$z = h_0 \cdot \left(1 - \frac{\left(\frac{h_f'}{h_0} \right) \cdot \varphi + \varepsilon^2}{2(\varphi_f + \varepsilon)} \right) = 0,19 \cdot \left(1 - \frac{\left(\frac{0,042}{0,19} \right) \cdot 0,518 + 0,529^2}{2(0,518 + 0,529)} \right) = 0,154$$

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser} \cdot W_{pl}}{M_1 - P_{oz} \cdot (l_0 + r)} = \frac{1,8 \cdot 10^3 \cdot 0,014}{33,65 - 157,22(0,067 + 0,0407)} = 1,5$$

Приймаємо $\varphi_m = 1$ та $\varphi_b = 0,9$

$$\varphi_s = 1,25 - 0,8 \cdot \varphi_m = \frac{1 - \varphi_m^2}{(3,5 - 1,8 \cdot \varphi_m) \cdot l_{lot} / h_0} = 1,25 - 0,8 \cdot 1 = 0,45$$

$$\frac{1}{r_3} = \frac{M_1}{h_0 \cdot z} \left(\frac{\psi_s}{E_s \cdot A_s} + \frac{\psi_b}{(\varphi_f + \varepsilon) b \cdot h_0 \cdot 0,15 \cdot E_6} \right) - \frac{P_{oz} \cdot \psi_s}{E_s \cdot A_s \cdot h_0} = \frac{33,65}{0,19 \cdot 0,154}$$

$$\left(\frac{0,45}{19 \cdot 10^4 \cdot 0,550} + \frac{0,9}{(0,518 + 0,529) \cdot 0,35 \cdot 0,19 \cdot 0,15 \cdot 32,5 \cdot 10^3 \cdot 10^3} \right) - \frac{157,22 \cdot 0,45}{19 \cdot 10^4 \cdot 0,550 \cdot 0,19} = 0,00185 \frac{1}{m}$$

$$\sigma_b = \sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9$$

$$\sigma_b' = \sigma_8 = 35 \text{ МПа}$$

$$\sigma_b = 15,2 + 35 + 30,638 = 80,838 \text{ МПа}$$

$$\varepsilon_b = \frac{\sigma_b}{E_s} = \frac{80,838}{19 \cdot 10^4} = 0,000425$$

$$\varepsilon_b' = \frac{\sigma_b'}{E_s} = \frac{35}{19 \cdot 10^4} = 0,000184$$

$$\frac{1}{r_4} = \frac{\varepsilon_b - \varepsilon_b'}{h_0} = \frac{0,000425 - 0,000184}{0,19} = 0,0013 \frac{1}{m}$$

$$\text{Повна кривизна: } \frac{1}{r} = \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} = 0,00185 + 0,0013 = 0,003 \frac{1}{m}$$

$$f = \frac{5}{48} \cdot \frac{1}{r} \cdot l_0^2 = \frac{5}{48} \cdot 0,003 \cdot 6,7^2 = 0,014 \text{ м}$$

$$1,4 \text{ см} \leq 3 \text{ см}$$

Висновок: необхідно зменшити величину переднапруження.

2.2.2. Розрахунок та конструювання ригеля перекриття

Несучі ригелі є основними елементами каркасної системи будівлі, які забезпечують сприйняття навантажень від плит перекриття та передачу їх на вертикальні несучі конструкції — колони і стіни. Від правильності їх розрахунку та конструювання залежить міцність, жорсткість і просторову незмінюваність усієї будівлі.

У даному підрозділі виконано розрахунок монолітного залізобетонного ригеля за несучою здатністю відповідно до діючих нормативних вимог. На початковому етапі здійснюється збір постійних і тимчасових навантажень, що діють на ригель, із врахуванням власної ваги конструкцій та експлуатаційних навантажень від перекриття. Після визначення розрахункових зусиль проводиться підбір поздовжньої та поперечної арматури, а також перевірка міцності елемента за нормальними та похилими перерізами.

Розрахунок виконується для залізобетонного ригеля прямокутного перерізу із використанням бетону класу C35/40 та арматури класів A400 і A240. Отримані результати дозволяють забезпечити необхідну несучу здатність, тріщиностійкість та надійність конструкції в умовах експлуатації.

2.2.2.1 Вихідні дані. Збір навантажень

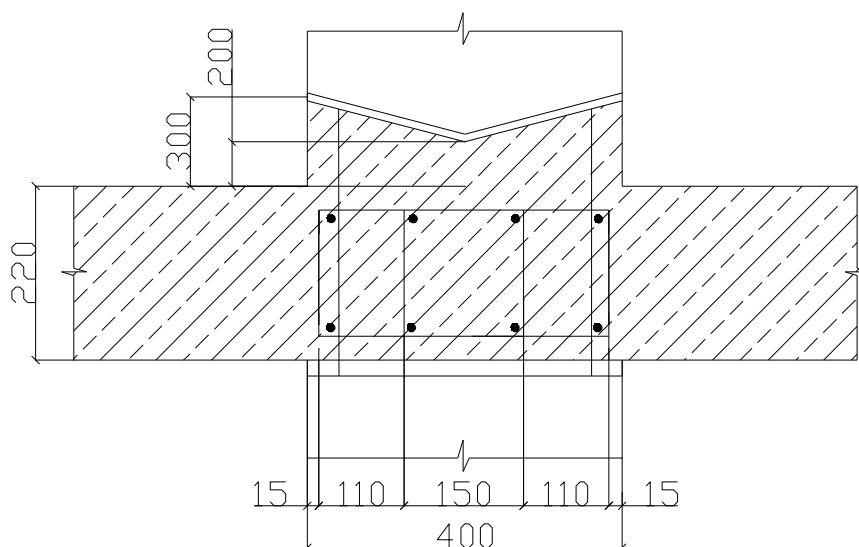


Рисунок 2.8 - Розрахунковий переріз несучого ригеля

Розрахунок ригеля починаємо з визначення навантаження на 1 погонний метр ригеля:

$$q_1 = q \cdot B + A \cdot \gamma \cdot \gamma_f \cdot 0,95$$

де q - повне розрахункове навантаження на 1м² плити,

B – крок ригелів (колон) – 6 м

A - площа поперечного перерізу ригеля, м²; розміри поперечного перерізу встановлені раніше $A = 0,132$ м²

γ – об'ємна вага залізобетону $\gamma = 2500$ кг/м³

γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,1$

$$q_1 = 9,063 \cdot 6 + 0,132 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 68,70 \text{ кН/м}$$

Розрахунковий проліт ригеля:

$$l_0 = 7,1 \text{ м}$$

Максимальні розрахункові умови в ригелі:

$$\text{у прольоті та на опорах: } M = \frac{q \cdot l_0^2}{16} = \frac{68,7 \cdot 7,1^2}{16} = 216,45 \text{ кН}$$

$$\text{на опорах: } Q = \frac{q \cdot l_0}{2} = \frac{68,7 \cdot 7,1}{2} = 243,89 \text{ кН}$$

2.2.2.2 Розрахунок ригеля на міцність

Призначаємо клас бетону С35/40 та поздовжню арматуру класу А400 з характеристиками:

$$R_b = 22,0 \text{ МПа}$$

$$R_s = 365 \text{ МПа}$$

$$A_0 = \frac{216,45}{22 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 0,2^2} = \frac{216,45}{528} = 0,409$$

За таблицею в залежності від A_0 знаходимо:

$$\xi = 0,045$$

$$\eta = 0,978$$

Визначимо ξ_R

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{R_s}{E_s \cdot 0,0035}} = \frac{0,8}{1 + \frac{365}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,0035}} = 0,760$$

$\xi = 0,045 < \xi_R = 0,76$. Умова виконується

Необхідна площа поздовжньої робочої арматури:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{216,45}{365 \cdot 10^3 \cdot 0,978 \cdot 0,19} = 31,9 \text{ см}^2$$

Приймаємо 7Ø25 ($A_s = 34,36 \text{ см}^2$), влаштовуємо в нижній частині перерізу у середніх чвертях та у верхній – у крайніх.

Підбір поперечної арматури (A240)

$$R_b = 22,0 \text{ МПа}$$

$$R_{bt} = 1,40 \text{ МПа}$$

$$R_{sw} = 175 \text{ МПа}$$

$$0,3 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,3 \cdot 2,2 \cdot 60 \cdot 19 = 752,4 \text{ кН} \geq a$$

$$0,6 \cdot R_b \cdot h_0 = 0,3 \cdot 2,2 \cdot 60 \cdot 19 = 1504,8 \text{ кН} \geq a$$

Поперечна арматура з розрахунку не потрібна

За конструктивним рішенням приймаємо поперечну арматуру A240 Ø18мм, встановлюємо з малим кроком:

- у крайніх чвертях – 150 мм
- у середніх чвертях – 250 мм

Розділ 3 Технологічні рішення та організація будівництва

3.1. Умови здійснення будівництва

Будівля, що будується – 12 поверхова, з конструкцією змішаного типу. Перші два поверхи – каркасного типу, решта – житлові панельні секційного типу.

У дипломному проекті картка розроблена на зведення 10-ти поверхової панельної частини будівлі. Розміри цієї частини будівлі осях 56400*15000 мм. Висота поверху будівлі – 3 м.

Усі роботи виконуються у дві зміни з приоб'єктних складів.

3.2. Номенклатура будівельно-монтажних робіт та визначення обсягів

Таблиця 3.1 - Відомість обсягів робіт

№	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм
1	Зрізання рослинного шару ґрунту бульдозером ґрунту 1 групи	100м ²	5,16
2	Розробка ґрунту екскаватором зворотна лопата, ємністю ковша 2,5м ³ , ґрунту 2 групи, з навантаженням у транспортні засоби	100м ³	73,54
3	Влаштування з/б фундаменту під колону скляного типу	1 эл.	40
4	Влаштування основи під стрічковий фундамент	м ²	66,24
5	Установка залізничних блоків стрічкового фундаменту	1 эл	25
6	Установка з/б плит стрічкового фундаменту	м ³	13,25
7	Закладення швів фундаменту	м ²	66,24
8	Кладка стін підвалу з керамзитних блоків	м ³	185,47
9	Влаштування вертикальної обмазувальної гідроізоляції	100м ²	2,82
10	Монтаж перекриття підвалу	шт.	118
11	Влаштування горизонтальної ізоляції	100м ²	13,4
12	Влаштування підлоги підвалу	100м ²	13,4

№	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм
13	Зворотнє засипання ґрунту бульдозером, ґрунт II групи.	100м ³	2,12
14	Зворотнє засипання ґрунту вручну, ґрунт II групи	м ³	22
15	Встановлення колон у склянку фундаменту	1 шт.	54
16	Встановлення колон на колони нижче.	1 шт.	54
17	Монтаж плит перекриття	шт.	354
18	Установка опалубки ригелів	м ²	184,96
19	Встановлення арматурних сіток вручну масою до 20 кг.	1 сітка	68
20	Укладання бетонної суміші в опалубку ригелів	м ³	40,69
21	Розбирання опалубки ригелів	м ²	184,96
22	Заливка швів плит перекриття	100 м. ш.	10,7
23	Встановлення об'ємних блоків ліфтових шахт	1 блок	24
24	Кладка зовнішніх стін із керамзитних блоків	м ³	643,1
25	Монтаж панелей стін площею до 6м ²	100 шт.	14
26	Монтаж панелей стін площею до 15м ²	100 шт.	66
27	Монтаж панелей стін площею до 20м ²	100 шт.	10
28	Монтаж панелей перегородок площею до 6м ²	100 шт.	8
29	Монтаж панелей перегородок площею до 10м ²	100 шт.	16
30	Монтаж панелей перегородок площею до 15м ²	100 шт.	8
31	Монтаж сходових маршів та майданчиків	100 шт.	1,32
32	Встановлення балконних елементів	100 шт.	1,44
33	Встановлення сан. тих кабін	шт	72
34	Влаштування віконних блоків	100м ²	0,42
35	Нарізка та вставка скла площею до 2 м ² , завтовшки 3 мм	100м ²	0,49
36	Влаштування дверних блоків	100м ²	0,07
37	Монтаж панелей покриття	шт.	47
38	Закладення швів панелей стін	100 м.ш.	27,96
39	Електрозварювання плит перекриття та покриття	10 м.п.	140,9
40	Пристрій пароізоляції	100м ²	6,70
41	Влаштування теплоізоляції з плит пінополістеролу	100м ²	8,46
42	Влаштування покрівлі з рулонних матеріалів	100м ² слоя	3×8,46

№	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм
43	Штукатурні роботи	100м ²	95,85
44	Влаштування бетонних підлог	100м ²	51,65
45	Влаштування підлог з керамічних плиток	м ²	174,7
46	Покриття підлог лінолеумом	м ²	265,3
47	Водоемульсійне фарбування стін	100м ²	95,29
48	Обклеювання стін шпалерами	100м ²	57,6
49	Водоемульсійне фарбування стель	100м ²	2,62
50	Масляне фарбування стель	100м ²	1,65
51	Забарвлення вікон	100м ²	0,98
52	Забарвлення дверей	100м ²	7,09
53	Електромонтажні роботи	6%	
54	Пристрій вентиляції		
55	Благоустрій	0,4%	

3.3. Вибір комплектів машин, механізмів та обладнання

Таблиця 3.2 - Відомість потреби в механізмах, устаткуванні, інвентарі та пристосування

№ пп	Найменування інвентарю та інструменту	Кількість	Призначення
1	Траверса	1	Монтаж та демонтаж конструкцій
2	Строп двогілковий	2	Монтаж та демонтаж конструкцій
3	Строп чотиригілковий М-32	1	Монтаж та демонтаж конструкцій
4	Строп чотиригілковий М-28	1	Монтаж та демонтаж конструкцій
5	Траверса ПП	2	Монтаж та демонтаж конструкцій
6	Ліса стоечні приставні на хомутах	1	Кам'яні та оздоблювальні роботи
7	Перехідний місток	2	Робоче місце

			монтажників
8	Приставні сходи з майданчиком	4	Робоче місце монтажників
9	Пересувний плац	3	Робоче місце на висоті
10	Плац	2	Робоче місце на монтажі
11	Теодоліт Т15	1	Кутові виміри
12	Нівелір Н-2	1	Висотні виміри
13	Рулетка металева 50 м	4	Лінійні виміри
14	Лінійка металева 0,5 м	2	Лінійні виміри
15	Лом монтажний	3	Рихтувальні роботи
16	Кувалда	3	Рихтувальні роботи
17	Ящик для розчину	1	Зберігання розчину
18	Ящик 0,24 м ³	1	Зберігання бетону
19	Лопата розчинна	5	Загальні роботи
20	Кельма	3	Те саме
21	Відро	5	Те саме
22	Молоток	3	Те саме
23	Щітка металева	5	Очищення поверхонь
24	Анкер циліндрик	15	Кріплення підкосів
25	Рівень будівельний	2	Вивіряння конструкцій
26	Каска монтажна	6	Безпека робітників
27	Пояс монтажний	4	Безпека робітників
28	Трансформатор зварювальний	2	Зварювальні роботи
29	Компресор	1	Забезпечення стиснутим повітрям
35	Пересувна підстанція	1	Електроенергія

36	Електроножиці	1	Обрізання листів
37	Ручні ножиці	1	Підрізання кутів листа
38	Електропила ручна	1	Обрізання листа
39	Ножівка з металу	1	Обрізання листів
40	Кран баштовий	1	Підйом елементів та конструкцій
41	Цвяхи	За проектом	

3.4. Вибір монтажних кранів за технічними параметрами

Вибір кранів роблять за трьома технічними параметрами: вантажопідйомності Q_m , максимальній висоті підйому гака H_k і найбільшому вильоту гака L_k .

За технічними параметрами підбираємо баштовий кран марки КБ-405.1 з наступними техніко-економічними параметрами: вантажопідйомність 10 т, ширина колії 6 м, виліт стріли при мах.-мін. вантажопідйомності $L_k = 25$ м, висота підйому гака при максимальній вантажопідйомності $H_k = 55$ м, швидкість підйому $43 \cdot 10^{-2}$ м/с (25,8 м/хв), швидкість посадки $6 \cdot 10^{-2}$ м/с (3,6 м/хв), швидкість пересування крана 28,8 м/хв, частота обертання 0,6 хв-1 (0,6 об/хв).

3.5. Розробка технологічної карти на монтаж панелей

Технологічна карта розроблена на монтаж панелей житлової частини будівлі 3-10 поверхів.

3.5.1. Технологія виконання робіт

Монтаж стінових панелей кожного поверху (рис. 3.1) починають тільки після ретельної підготовки та вивіряння монтажного горизонту шляхом геодезичної перевірки змонтованого поверху, пристрою вирівнюючого шару

розчину, встановлення або вивіряння положення фіксаторів панелей за рівнем та проектними відмітками.

Монтаж панелей починають з установки та особливо точної вивірки базових панелей (дві поперечні та одна поздовжня), що утворюють жорсткий блок. Фіксатори монтажних зв'язків і знімні упори завжди мають з одного боку панелі, при цьому відхилення панелей по товщині не впливають на правильність їх установки. Базові панелі вивіряють теодолітом і тимчасово розкріплюють їх підкосами.

При монтажі наступних панелей їх розташування визначається упорами та зв'язками. Після встановлення суміжних панелей, що примикають під кутом, остаточне закріплення виконують зварюванням закладних елементів.

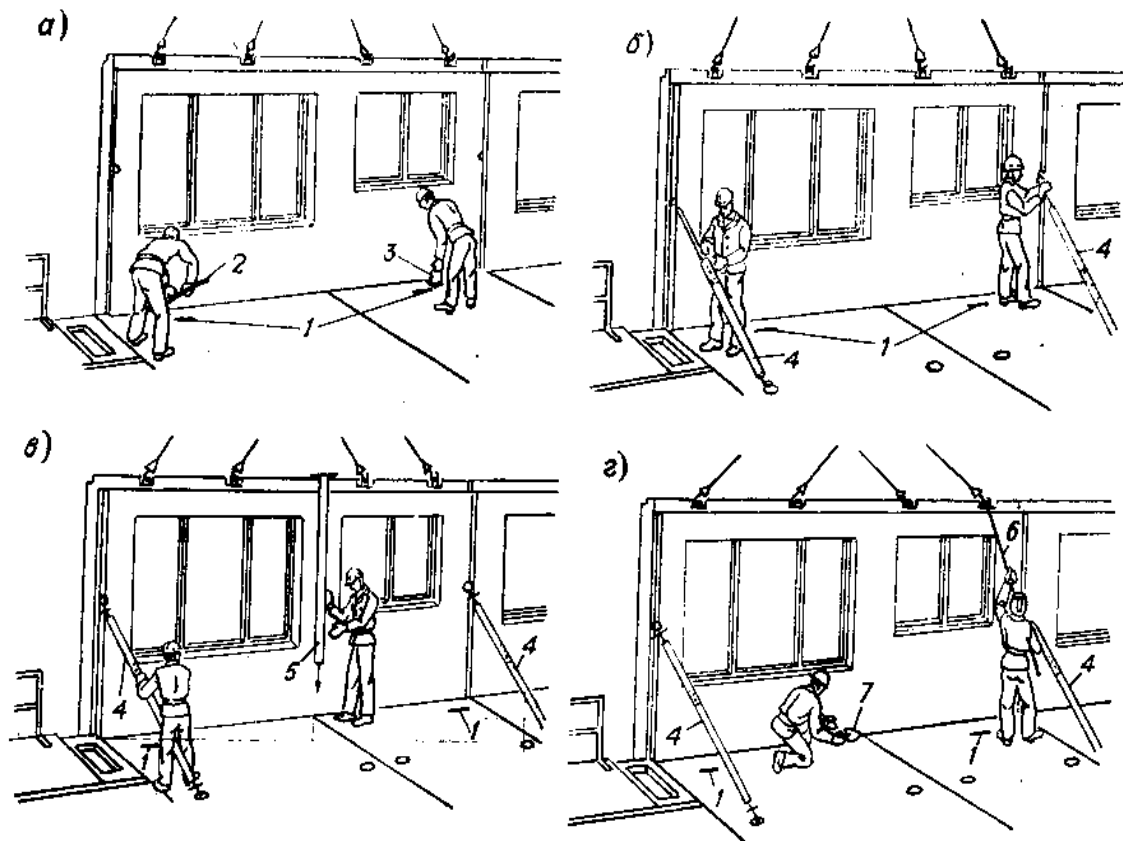


Рисунок 3.1 - Встановлення зовнішньої стінової панелі при вільному методі монтажу: а - вивіряння у плані; б - тимчасове кріплення; в - вивіряння по вертикалі; г - розстропування; 1 – настановні контрольні ризики; 2 - брухт; 3 - шаблон для встановлення панелей ризиків; 4 - підкіс; 5 - рейка-висок; 6 - тяга дистанційного відчеплення гака; 7 – кельма.

Залежно від розмірів панелі перекриттів (рис. 3.2) захоплюють за чотири або шість точок стропами чи траверсами, обладнаними безпетлевими захватами. Панелі, виготовлені в касетних установках, доставляють у вертикальному положенні, тому їхню стропування здійснюють балансирними стропами, кантують перед підйомом на вазі.

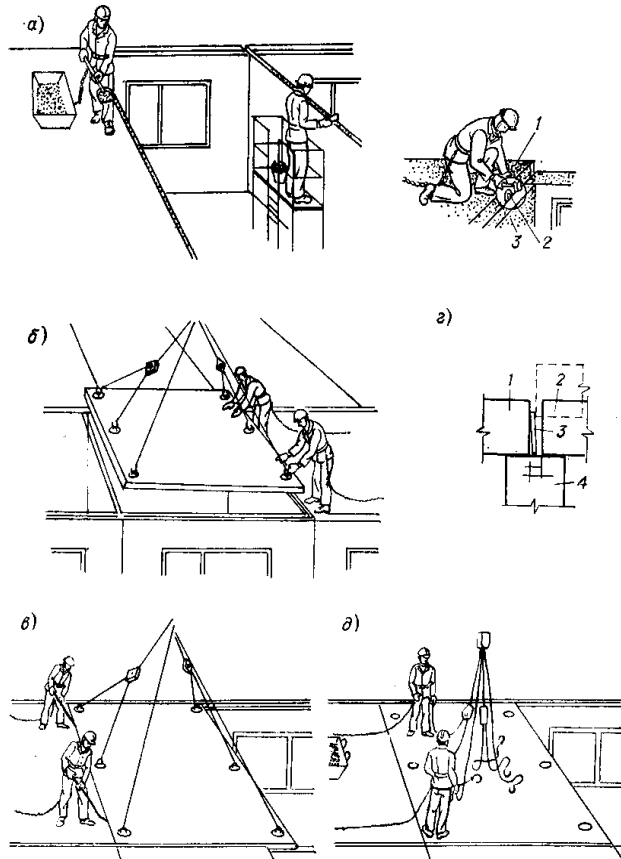


Рисунок 3.2 - Укладання панелей перекриттів: а - розстилання розчину; б - укладання панелі; в - рихтування панелі; г - підгинання петель на опорній поверхні; г - встановлення панелі; д - розстропування; 1 – панель перекриття; 2 - панель, що монтується; 3 – монтажна петля; 4 - внутрішня стінова панель

Санітарно-технічні кабінки встановлюють за допомогою рамкових траверс, які тримають елементи, що піднімаються, за чотири точки. Кабінки вивіряють у підвішеному стані по суміщенню стояків трубопроводів, переміщуючи кабінку по похило укладеним монтажним ломикам. Вентиляційні блоки встановлюють на постіль із будівельного розчину. При її пристрої використовують інвентарний шаблон-заглушку, що укладається на поверхню нижнього блоку для запобігання потраплянню розчину в канали.

Розстропування блоків здійснюється після з'єднання закладних елементів блоку в панелі накладкою, що приварюється. Сходові марші крокують чотиригільявими стропами з балансирними траверсами.

3.5.2. Визначення нормативних витрат праці

1) витрати на монтаж однієї панелі:

$$T_{pi} = \frac{\sum Q_i}{\sum N_{пан}} = \frac{1130,4}{1098} = 1,03 \text{ люд} - \text{год/од}$$

де $\sum Q_i$ - сумарна трудомісткість виконання робіт;

$\sum N_{пан}$ - загальна кількість панелей.

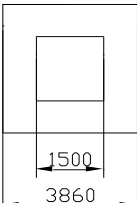
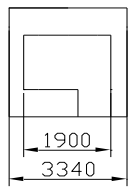
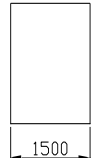
2) витрати машинного часу на зведення однієї панелі:

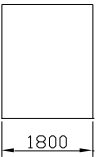
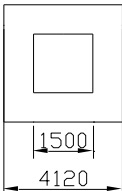
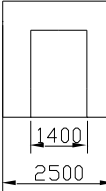
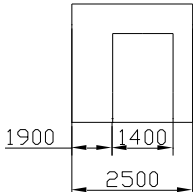
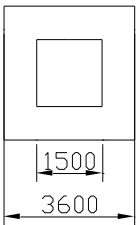
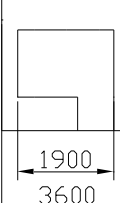
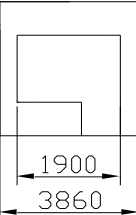
$$T_{mi} = \frac{\sum t_i}{\sum N_{пан}} = \frac{181,44}{1098} = 0,16 \text{ маш} - \text{год/од}$$

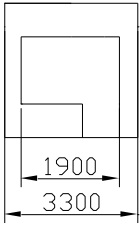
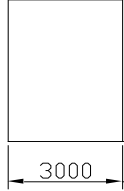
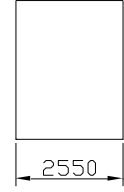
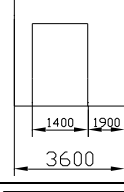
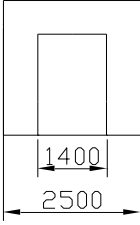
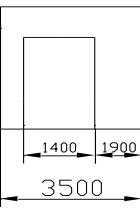
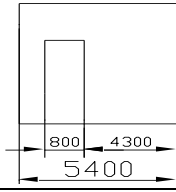
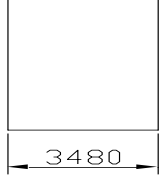
де $\sum t_i$ - сумарні витрати машинного часу;

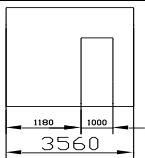
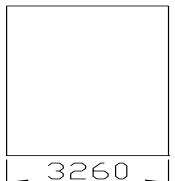
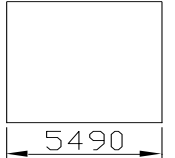
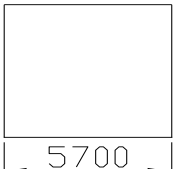
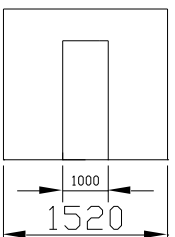
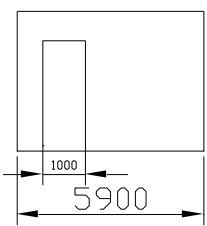
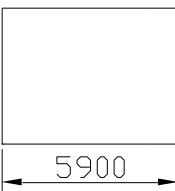
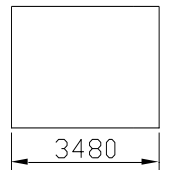
3.5.3. Матеріально-технічні ресурси

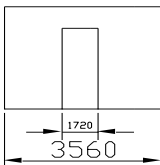
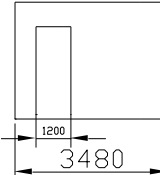
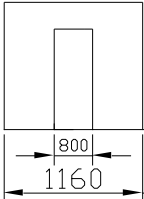
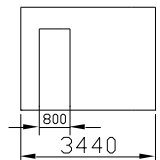
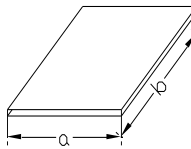
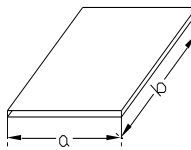
Таблиця 3.3 - Специфікація монтажних елементів

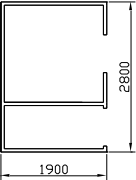
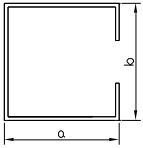
N п/п	Найменування збірних елементів конструкції	Ескіз з розмірами в мм	Об'єм елемента, м ³	Маса елемента, т	Потрібна кількість на поверх
Зовнішні стінові панелі висотою 3 м і товщиною 350 мм					
1.	ПС 390.35.300		3,26	4	2
2.	ПС п 330.35.300 ПС л 330.35.300		2,13	3,03	3 3
3.	ПС 150.35.300		1,575	1,95	8

4.	ПС 180.35.300		1,89	2,33	4
5.	ПС 380.35.300		4	4,93	6
6.	ПС 412.35.300		3,53	4,4	4
7.	ПС 250.35.300		1,65	3,03	2
8.	ПС 350.35.300		2,74	3,33	2
9.	ПС 360.35.300		3	3,7	6
10.	ПС П 360.35.300 ПС Л 360.35.300		2,6	3,4	1 1
11.	ПС П 390.35.300 ПС Л 390.35.300		2,9	3,7	2 2

12.	ПС П 330.35.300 ПС Л 330.35.300		2,3	2,98	2 2
Стінові панелі шахт ліфтів та сходових кліток, висотою 2800 мм, товщиною 300 мм.					
13.	ПС 300.30.280		2,5	3,25	8
14.	ПС 255.30.280		2,14	2,76	2
15.	ПС 360.30.280		2,18	4,1	2
16.	ПС 250.30.280		0,9	3,1	2
17.	ПС 350.30.280		1,76	3,99	2
Міжквартирні панелі завтовшки 160 мм					
18.	ПС 540.16.280		2,16	6,33	4
19.	ПС 350.16.280		1,56	4,6	4

20.	ПС 360.16.280		1,27	3,75	4
21.	ПС 330.16.280		1,46	4,2	4
22.	ПС 550.16.280		1,55	7,2	2
23.	ПС 570.16.280		2,5	7,5	4
24.	ПС 150.16.280		0,36	1,05	2
Перегородки толщиной 120 мм					
25.	ПС 590.12.280		1,8	5,3	4
26.	ПС 590.12.280		1,98	6,08	4
27.	ПС 348.12.280		1,17	3,6	4

28.	ПС 356.12.280		0,81	2,4	4
29.	ПС 348.12.280		0,88	2,7	4
30.	ПС 116.12.280		0,2	0,61	8
31.	ПС 344.12.280		0,96	2,95	4
Плити перекриття розміром «на кімнату»					
32.	ПП 5,7 * 3,6		3,28	8,2	12
33.	ПП 2,8 * 3,3		1,5	4	4
34.	ПП 1,3 * 2,9		0,6	1,5	4
35.	ПП 2*2,9(В)		0,9	2,3	4
36.	ПП 1,8 * 5,4		1,55	4	4
37.	ПП 1,8 * 5		1,44	3,6	4
38.	ПП 6*3,6		3,5	8,6	8
39.	ПП 4,7 * 3,6		2,7	7	4
40.	ПП 1,6 * 2,7		0,7	1,7	4
41.	ПП 2*2,7(В)		0,83	2,1	4
42.	ПП 2,8*6		2,7	7	2
43.	ПП 1,7 * 6		1,64	4,1	2
44.	ПП 2*1,3		0,4	1	2
Балконні плити					
45.	ПП 3,86 * 1,46		0,9	2,3	12
46.	ПП 3,6 * 1,6		0,92	2,3	2
47.	ПП 1,75 * 6,6		1,8	4,6	2

48.	Сан. тех. кабіни		5,32	4,3	8
49.	Блоки шахт ліфтів 2,7 * 1,8		4,86	8,3	2
	1,8 * 1,8		3,24	6,3	2
50.	Сходові марші		0,38	0,91	4
51.	Сходові майданчики		0,75	0,63	4

Таблиця 3.4 - Відомість монтажних характеристик елементів конструкцій, що подаються та встановлюються риштування

N п/п	Найменування збірних елементів конструкцій, вантажів, що подаються	Маса, т		Монтажна маса, Q_M	Висота підйому гака, м				Монтажна висота H_K	Виліт гака, L_K
		одного елемента конструкції, Q_e	стропуючого пристрою, $Q_{гр}$		Висота опори h_0	запас по висоті h_3	висота елемента h_e	висота стропування $h_{стр}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Стінові панелі зовнішні	4,93	0,095	5,03	43,4	0,7	3	2,7	49,37	23,9
2	Стінові панелі внутрішні	7,5	0,095	7,6			2,8	2,7	49,6	
3	Плити перекриття	8,6	0,09	9,5			0,16	2,8	47,06	
4	Сходові марші	0,91	0,09	1,0			1,45	2,8	48,35	
5	Сходові майданчики	0,63	0,09	0,72			0,3	2,8	47,2	
6	Сан. тех. каб.	4,3	0,09	4,39			2,8	2,8	49,7	
7	Шахти ліфтів	8,3	0,09	8,39			2,8	2,8	49,7	
8	Ящики із розчином	0,54	0,09	0,63			0,4	2,8	47,3	

Таблиця 3.5 - Операційний контроль якості будівельно-монтажних робіт

N п/ п	Найменування операцій, що підлягають контролю	Контроль якості виконання робіт			
		склад	спосіб	час	служби, що залуча- ються
1	Підготовчі роботи	Правильність складування. Наявність паспортів.	Візуально	До початку виконання робіт	Майстер, виконроб
2	Підготовка основи перед монтажем	Перевірка горизонтальност і та позначок основи	Нівеліром	До початку монтажу панелей	Геодезична
3	Монтаж панелей зовнішніх та внутрішніх стін	Вивіряння панелей.	Нівеліром	Після монтажу кожного поверху	Геодезична
4	Монтаж сантехкабін та блоків ліфтів	Вивіряння блоків.	Нівеліром		Геодезична
5	Замонолічу- вання швів	Якості матеріалів, що застосовуються при закладенні стиків. Дотримання технології та послідовності виконання робіт. Якість виконання робіт.	Візуально	До, під час і після замонолічу- вання	Майстер, бригадир

3.5.4. Методи виконання будівельно-монтажних робіт

Земляні роботи

Земляні роботи дуже важливий етап будівництва. Якість виконання земельних робіт може дуже вплинути на весь подальший хід будівництва.

Земляні роботи проводять з метою підготовки основи об'єкта будівництва, устрою або благоустрою полотна дороги, зміни рельєфу місцевості, при будівництві різних інженерних мереж тощо.

Головними процесами при виконанні земляних робіт є - розробка, переміщення та укладання ґрунту. Підготовчі роботи виробляються на початок розробки ґрунту. Весь комплекс робіт, що включає підготовчі та допоміжні називають земляними роботами.

До підготовчих робіт належать:

- розчищення поверхні ділянки від предметів, які можуть заважати під час проведення робіт (пнів, великих каменів та інших предметів);
- розбивка ділянки - встановлення позначок, визначення меж та обриси насипів;
- зрізання та переміщення рослинного ґрунту;
- планування та при необхідності ущільнення ґрунту до необхідної щільності.

До основних видів земляних робіт можна віднести:

- уривка котлованів;
- уривка траншей;
- рекультивація земель;
- планування ґрунту;
- роботи з розробки виїмок, вертикального планування;
- роботи з влаштування насипів та зворотних засипок;
- роботи з ущільнення ґрунтів природного залягання та влаштування ґрунтових подушок;
- роботи із закріплення ґрунтів;
- благоустрій території.

При виконанні земляних робіт важливу роль відіграють ґрунти, з якими належить працювати. Всі ґрунти поділяються на види: глинисті, піщані, скельні, насипні та великоуламкові.

- скельні ґрунти - найнадійніші, вони не просідають і не піддаються розмиттю;

- крупноуламкові ґрунти - поділяють на два види – щебенистий (галечниковий) та дерев'яний (гравійний). Особливістю великоуламкових ґрунтів є те, що вони майже не стискаються;

- піщані ґрунти – у сухому стані сипкі, не стають пластичними при намоканні. Залежно від розміру частинок піщані ґрунти поділяють на п'ять видів, і три види по вологості. Піщані ґрунти мають властивість просідати;

- суглинки та супісок – проміжні ґрунти між піщаними та глинистими;

- глинисті ґрунти – пластичні у вологому стані. Глинисті ґрунти мають властивість стискатися, розмиватися та спучуватися;

- ліси та лісоподібні ґрунти – стійкі в сухому стані, при зволоженні просідають.

Виконуючи земляні роботи, особливу увагу слід приділяти техніці безпеки, так як і під час інших будівельних робіт.

Розробку ґрунту можна вести наступними методами:

- механічним, при якому ґрунт розробляється пошарово різанням робочим органом землерийної машини;

- гідромеханічним, при якому ґрунт розробляється за допомогою води, перетворюючись на пульпу (частки ґрунту, зважені у воді), гідромонітором або земснарядом;

- вибуховим – ґрунт розробляється за допомогою вибухових речовин, а також застосовується для розпушування мерзлих та скельних ґрунтів;

- комбінованим - це комбінація вище перерахованих способів (частіше вибуховий та механічний).

У цьому дипломному проекті земляні роботи проводяться механізованим способом.

Склад основних процесів при механічному способі розробки ґрунту:

- різання ґрунту;

- транспортування ґрунту;

- укладання ґрунту та розрівнювання;
- Ущільнення ґрунту.

Основний обсяг ґрунту під час виробництва земляних робіт розробляється за допомогою одноковшових екскаваторів. Навісним обладнанням до них є: пряма та зворотна лопати, драглайн та грейфер.

Екскаватор розробляє ґрунт не на повну (проектну) глибину виїмки. З метою запобігання пошкодженню основи та перебору ґрунту при його розробці, у виїмці залишався недобір, величина якого залежить від змінного обладнання одноковшового екскаватора та ємності ковша.

Недобір ґрунту розробляється бульдозером і складається на дні виїмки вздовж її довгої сторони. Потім екскаватором зворотна лопата цей ґрунт видаляється з виїмки і вантажиться в автосамоскид. Після розробки недобору ґрунту бульдозер виконує остаточне планування дна виїмки під задану позначку.

Монтажні роботи

Види основних монтажних робіт на об'єкті:

- будова фундаментів;
- влаштування плити підлоги;
- влаштування монолітних ж\б каркаса перших двох поверхів;
- монтаж панелей.

Технологія виконання робіт з улаштування фундаментів

Під залізобетонні колони використані збірні фундаменти скляного типу. Підготовка основ під фундаменти провадиться після розбивальних робіт. Фундамент встановлюють на укладений шар піщаної чи цементної підготовки. Наведення фундаменту на проектні осі виконують у підвішеному до гака крана стані. Кордони основи попередньо фіксують розбивними кілками.

Після монтажу фундаментів за допомогою теодоліту перевіряють правильність становища фундаментів у плані щодо розбивальних осей, а нівеліром – позначку дна склянки фундаментів. Зміщення осей склянок

фундаментів має перевищувати ± 10 мм, а відхилення відміток дна склянок від проектної — 20 мм.

Кам'яні роботи

У проекті влаштовується кладка з керамзитних блоків перших 2 поверхів.

У технології кладки керамзитобетонних стінок практично немає відмінностей від звичайної цегляної кладки. Робляться такі ж тичкові та ложкові ряди та обов'язкова їх перев'язка.

Для того, щоб уникнути містків холоду з торця блоку, який заходить у зовнішню стіну, треба відокремити даний блок пінопластовим прямокутником завтовшки близько 5 см. Для кладки стін при негативних температурах повинні застосовуватися розчини з протиморозними хімічними добавками. Товщину розчинних горизонтальних швів кладки з великоформатного каміння слід приймати рівною 12 мм. Допускаються відхилення за товщиною швів у межах ± 1 мм із забезпеченням середнього розміру 12 мм у межах поверху. Товщина вертикальних швів може прийматися від 8 до 15 мм.

- проводиться розмітка місць улаштування стін, дверних та віконних отворів та закріплення їх на перекритті;
- встановлення рейки-порядівки;
- встановлення та перестановка причального шнура;
- різання електропилкою блоків (при необхідності);
- подача та розкладання блоків на стіні;
- перелопачування, подача, розстилання та розрівнювання розчину на стіні;
- кладка блоків першого ряду;
- перевірка заповнення всіх швів розчином;
- перевірка за допомогою будівельного рівня правильності кладки.

Покрівельні роботи

Склад робіт при влаштуванні м'якої покрівлі:

- підготовка поверхні;
- будову пароізоляції;

- влаштування теплоізоляційного шару;
- влаштування стяжки;
- пристрій наплавлюваної покрівлі з рулонного матеріалу, що наплавляється;
- влаштування водоприймальних воронок та примикань.

Влаштування рулонної покрівлі на захватці виконують від знижених ділянок до підвищених. Розкочування та наклеювання полотнищ виконують у напрямку протилежному стоку води.

Наклеювання полотнищ з розплавленням мастики ведеться в наступній послідовності: після підготовки основи та розмітки положення першого полотнища розкочують рулон по розмічальній лінії, потім згортають його з одного кінця на 1,5...2 м, запалюють газовий пальник і направляють полум'я на мастичний шар рулонного матеріалу. Покрівельник тримає склянку пальника на відстані 100...200 мм від рулону і оплавляє мастичний шар маятниковими рухами пальника вздовж рулону. Після утворення валика шару мастики, що стек з нижньої сторони рулону мастики, покрівельник розкочує рулон, розгладжує і притискає полотнище до основи. Робота йде циклічно: розплавлення мастики на ділянці полотнища, розкочування. Швидкість наклеювання рулону визначається візуально з утворенням валика розплавленої мастики.

Далі наклеюються друге та наступні полотнища за такою ж технологією з дотриманням нахлестки суміжних полотнищ 70 мм для нижніх шарів та 100 мм для верхнього шару покриття.

Розплавлення мастики виконують за допомогою газових пальників. Розкочування рулону проводять розкочувачем.

Наклеювання полотнищ з розрідженням шару мастики роблять при температурі зовнішнього повітря не нижче +5 °С. Як розріджувач мастики використовують гас або бензин.

Порядок влаштування рулонного килима наступний. Розмічають положення першої лінії матеріалу, заряджають рулон в установку, заповнюють

бак розчинником. Установку переміщують на 1,5 м, укладаючи полотнище по лінії розмічування без приклеювання, кінець привантажують. Потім відкривають кран для подачі розчинника до щіток та покрівельник починає повільно переміщати установку вперед. Кількість розчинника, що подається, регулюється краном. Не допускається стікання розчинника з полотнища. Ущільнення шару виконується котком установки. Після приклеювання полотнища припиняється подача розчинника. Неприклеєна початкова ділянка полотнища (1,5м) відвертається або скручується, на тильну сторону щіткою наносять розчинник, потім він у зворотному порядку укладається на основу, розгладжується та притискається. Шви та стики в рулонному килимі проклеюють гарячою бітумною мастикою.

Примикання водоізоляційного шару до парапетів оформляють в такий спосіб. Кінці полотнищ основного покрівельного покриття заводять на кружку. Після цього готують картини рулонного матеріалу довжиною 2...3 м і приступають до обклеювання місць примикання. Картину рулонного матеріалу укладають на місце примикання і складають навпіл. Спочатку приклеюють нижню горизонтальну частину картини, а потім розплавляють мастику у вертикальній частині і притискають її до стінки. Так наклеюють картини в перший та наступні шари. При цьому необхідно дотримуватись вимог щодо нахльостування в стиках.

Попередньо до парапету закріплюють проантисептовані рейки шляхом пристрілювання дюбелями або прибивання цвяхами до закладених раніше пробок, а після наклейки картин встановлюють металеві сливи, закріплюють їх саморізами. Перед встановленням металевих картин верхній торець рулонного килима промазують мастикою, що затверджується.

Оздоблювальні роботи

Перш ніж починати обробку, необхідно виконати встановлення всіх дверей та вікон.

Далі потрібно виконати влаштування внутрішніх стін та перегородок. Одночасно з цим виконується утеплення міжповерхових перекриттів та монтаж підлоги.

Наступним етапом стане виконання чорнової стяжки підлоги. Щоб це зробити, потрібно спочатку виконати монтаж основних інженерних комунікацій (протягнути кабель електроживлення, труби водопостачання та каналізації, забезпечити подачу до будинку газу чи дизельного палива). Тільки після цього проводиться заливка чорнової стяжки з бетону.

Черговий етап включає прокладання і монтаж інженерних комунікацій. Виконується штроблення стін, прокладання електричного кабелю, підготовка гнізд для розеток та вимикачів. Після чого виставляються маяки та проводиться заливка підлоги. Тут же проводиться протяжка труб до опалювальних радіаторів і введення в будинок труб зі спеціальним обігрівачем кабелем від джерела постачання водою. Виконується розведення труб ХВП та ГВП, прокладання каналізаційних труб та виведення септика.

Наступний крок – підготовка стін до поклейки шпалер. Тут важливо чітко дотримуватися встановленої технології робіт (покриття стін ґрунтовкою, монтаж сітки з оцинкованим покриттям, штукатурка по маяках, шпаклівка). Одночасно з цим проводять обробку укосів вікон, облагороджують та встановлюють підвіконня.

Далі облаштовуються стелі. У разі наявності в будинку перекриттів із Ж/Б плит виконують штукатурку по маяках. В інших випадках стелю обшивають, застосовуючи при цьому гіпсокартон.

Тепер виконують фінішне оздоблення приміщень. Проводиться обклеювання стін шпалерами, облицювання за допомогою плитки, фарбування. Підлоги застилаються. Встановлюються двері. Здійснюється монтаж плінтусів та порожків.

Розділ 4 Охорона праці

4.1. Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні і

Організація безпечних умов праці на будівельному майданчику та у майбутньому житловому будинку ґрунтується на суворому дотриманні чинної нормативно-правової бази України. Вона охоплює закони, державні будівельні норми, правила охорони праці, стандарти та санітарно-гігієнічні вимоги, які формують комплексну систему регулювання безпеки у сфері будівництва.

Основним законодавчим актом є Закон України «Про охорону праці» [1], який визначає права та обов'язки працівників і роботодавців, встановлює вимоги щодо створення безпечних умов праці, проведення інструктажів, навчання, медичних оглядів та забезпечення засобами індивідуального захисту. Він закріплює принцип пріоритетності життя і здоров'я працівників над результатами виробничої діяльності, що є фундаментом усієї системи охорони праці.

Важливу роль відіграють Державні будівельні норми (ДБН), зокрема ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення». Цей документ встановлює вимоги до організації робочих місць, використання будівельних машин і механізмів, проведення монтажних, зварювальних, земляних та інших робіт. Він визначає порядок забезпечення працівників засобами захисту, правила безпечного виконання робіт на висоті та вимоги до технічного стану обладнання.

Окремим блоком нормативної бази є Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті (НПАОП 0.00-1.15-07), які регламентують порядок використання страхувальних систем, огорожень, захисних сіток та інших засобів безпеки. Вони встановлюють вимоги до організації робочих місць на висоті, проведення інструктажів, контролю технічного стану обладнання та визначають обов'язки роботодавця щодо забезпечення безпечних умов праці.

В сфері пожежної безпеки застосовуються НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні» [2], які регламентують організацію

протипожежного захисту, забезпечення будівель первинними засобами пожежогасіння, проектування евакуаційних виходів та систем оповіщення. Вони є обов'язковими для виконання як на етапі будівництва, так і під час експлуатації житлового будинку.

Не менш важливими є санітарно-гігієнічні норми та стандарти, що регламентують рівень шуму, вібрації, запилення, освітлення та мікроклімат на робочих місцях. Вони закріплені у відповідних ДСТУ та санітарних правилах і спрямовані на збереження здоров'я працівників у процесі виконання будівельних робіт.

На базі зазначених законодавчих та нормативно-правових актів визначають основні завдання щодо забезпечення безпеки на об'єкті проектування, якими є: створення безпечних умов для обслуговуючого персоналу та мешканців; попередження виробничого травматизму та професійних захворювань; забезпечення пожежної безпеки; електробезпеки та вибухобезпеки; організація санітарно-гігієнічних умов відповідно до нормативів; підготовка персоналу з питань охорони праці; забезпечення засобами індивідуального та колективного захисту.

Об'єктом проектування є 12-поверховий житловий будинок у м. Вінниця. Він має монолітний залізобетонний каркас, цегляні зовнішні стіни, вбудовані приміщення громадського призначення на першому поверсі, підземний паркінг, систему сміттєпроводу, ліфти, електрощитову, вентиляційні камери та технічні поверхи. Особливістю функціонування є цілодобове перебування мешканців, що створює підвищені ризики виникнення надзвичайних ситуацій та необхідність постійного контролю за станом інженерних систем.

Згідно з вимогами законодавства пріоритетними напрямками вирішення питань охорони праці на об'єкті є: по-перше, збереження життя та здоров'я людей; по-друге, запобігання аваріям та пожежам; по-третє, зменшення рівня травматизму та професійної захворюваності серед обслуговуючого персоналу (електриків, слюсарів, ліфтерів, операторів котельні, прибиральниць); по-четверте, створення ергономічних та санітарно-гігієнічних умов праці.

З соціального погляду належне забезпечення охорони праці дозволяє зберегти працездатність працівників, підвищити їх задоволеність працею, зменшити плінність кадрів та створити безпечне середовище для мешканців. З економічного погляду впровадження заходів з охорони праці зменшує витрати на лікарняні, страхові виплати, компенсації за шкоду, сплату штрафів, а також запобігає матеріальним втратам від простоїв інженерних систем, пожеж, аварій та руйнувань будівельних конструкцій. Крім того, проектування безпечного житлового будинку підвищує його ринкову вартість та інвестиційну привабливість.

Законодавчо обґрунтований підхід до охорони праці, що враховує всі вимоги чинних нормативних документів та специфіку функціонування 12-поверхового житлового будинку у м. Вінниця, є необхідною умовою забезпечення безпеки життєдіяльності, зменшення рівня травматизму та запобігання виникненню надзвичайних ситуацій.

4.2. Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек

Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек під час будівництва та проектування 12-поверхового житлового будинку у місті Вінниця має ключове значення для забезпечення безпеки працівників, майбутніх мешканців та навколишнього середовища. Будівельний майданчик є джерелом багатьох ризиків, які виникають в процесі виконання робіт, використання техніки та матеріалів, а також через висотність об'єкта [3]. Найбільш поширеними небезпеками є падіння з висоти при роботі на риштуваннях, перекриттях та дахах, а також падіння інструментів чи будівельних матеріалів, що може призвести до травмування працівників. Значну небезпеку становить робота з баштовими кранами, вантажопідіймальними механізмами та іншою важкою технікою, яка потребує суворого дотримання правил експлуатації та контролю технічного стану.

Не менш важливими є хімічні фактори, пов'язані з використанням цементу, фарб, розчинників та інших будівельних матеріалів, що можуть

викликати отруєння або алергічні реакції при недотриманні правил зберігання та застосування. Електричні небезпеки виникають під час монтажу електромереж, використання електроінструментів та кабелів, особливо у випадках їх несправності чи порушення правил безпечної роботи. Пожежні ризики зумовлені застосуванням легкозаймистих матеріалів, проведенням зварювальних робіт та можливим недотриманням правил пожежної безпеки, що потребує наявності достатньої кількості первинних засобів пожежогасіння.

Окремо слід враховувати соціально-психологічні фактори, такі як перевтома, стрес та зниження уваги працівників через інтенсивний графік робіт. Це може призвести до нехтування правилами безпеки та збільшення ймовірності нещасних випадків. Важливим аспектом є також ергономіка робочих місць проєктувальників, адже тривала робота за комп'ютером може спричиняти психофізіологічні навантаження, що негативно впливають на якість проектних рішень.

Висотність будівлі створює додаткові ризики, пов'язані з міцністю та стійкістю конструкцій, необхідністю ретельного контролю якості матеріалів та дотримання технології будівництва. Всі ці фактори вимагають комплексного підходу до аналізу умов праці, що дозволяє своєчасно виявити потенційні небезпеки та розробити заходи щодо їх усунення або мінімізації. Таким чином, системний аналіз ризиків є невід'ємною складовою охорони праці при реалізації масштабних будівельних проєктів, забезпечуючи безпечні умови роботи та збереження життя і здоров'я працівників [4].

4.3. Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Монтажні роботи на висоті при будівництві 12-поверхового житлового будинку у м. Вінниця є одним із найбільш небезпечних етапів реалізації проєкту [5]. Вони потребують особливої уваги до питань охорони праці, адже саме цей вид робіт пов'язаний із високою ймовірністю виникнення нещасних випадків. Працівники, що виконують монтажні операції на перекриттях, риштуваннях та

дах, постійно перебувають в зоні ризику падіння з висоти, що може мати катастрофічні наслідки.

Крім падіння працівників, існує небезпека падіння інструментів та будівельних матеріалів, які можуть травмувати інших робітників або пошкодити обладнання. Додатковим фактором ризику є несприятливі погодні умови - сильний вітер, дощ чи ожеледиця, які значно ускладнюють виконання монтажних робіт. Не менш важливим є ризик електротравм при використанні електроінструментів на висоті, особливо у випадках їх несправності. Психофізіологічні фактори, такі як перевтома, стрес та зниження концентрації уваги, також підвищують ймовірність помилок і нещасних випадків.

Матриця ризику (табл. 4.1) демонструє співвідношення ймовірності та тяжкості наслідків для кожної небезпеки. Найбільш критичним є падіння працівника з висоти, адже воно має високу ймовірність та катастрофічні наслідки. Падіння інструментів та матеріалів, а також вплив погодних умов віднесено до високих ризиків, які потребують системних заходів контролю. Електротравми та перевтома мають середній рівень ризику, але їх також не можна ігнорувати, адже вони впливають на загальну безпеку робіт.

Таблиця 4.1 - Матриця ризику для монтажних робіт

Небезпека	Ймовірність	Наслідки	Рівень ризику
Падіння працівника з висоти	Висока	Катастрофічні	Критичний
Падіння інструментів/матеріалів	Середня	Серйозні	Високий
Електротравма при використанні інструментів	Низька	Серйозні	Середній
Вплив погодних умов (вітер, дощ, ожеледиця)	Середня	Серйозні	Високий
Перевтома та стрес працівників	Висока	Помірні	Середній

Заходи управління ризиками (табл.4.2) спрямовані на мінімізацію ймовірності реалізації небезпек. Для падіння працівників ключовим є застосування страхувальних систем та огорожень, а також проведення регулярних інструктажів. Щоб уникнути падіння інструментів, необхідно використовувати спеціальні кріплення та організовувати безпечні зони пересування. Електротравми можна попередити шляхом перевірки справності інструментів та використання засобів індивідуального захисту. Вплив погодних умов зменшується завдяки призупиненню робіт у небезпечних ситуаціях та застосуванню відповідного спецодягу. Для зниження ризику перевтоми важливим є раціональний графік роботи та контроль психофізіологічного стану працівників.

Таблиця 4.2 - Заходи управління ризиками

Ризик	Заходи мінімізації
Падіння працівника з висоти	Використання страхувальних систем, огорожень, захисних сіток; регулярний інструктаж
Падіння інструментів/матеріалів	Використання спеціальних кріплень для інструментів; організація зон безпечного пересування
Електротравма	Перевірка справності електроінструментів; використання захисних засобів
Вплив погодних умов	Призупинення робіт у небезпечних погодних умовах; використання спецодягу
Перевтома та стрес	Раціональний графік роботи; чергування завдань; контроль психофізіологічного стану

Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек показує, що найбільш критичним фактором є падіння працівників з висоти. Для його мінімізації необхідно застосовувати комплекс заходів: технічні (огороження, захисні сітки, страхувальні системи), організаційні (чітке планування робіт,

контроль погодних умов, інструктажі), а також індивідуальні (засоби захисту, спецодяг, каски). Важливим є також формування культури безпеки серед працівників, що передбачає відповідальне ставлення до правил охорони праці та взаємний контроль у колективі.

4.4. Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування

Покращення умов праці на будівельному майданчику та у майбутньому житловому будинку є важливим завданням, яке потребує комплексного підходу, що поєднує організаційно-технічні та архітектурно-планувальні рішення. На етапі будівництва першочерговим завданням є створення безпечного виробничого середовища, яке мінімізує ризики травмування працівників та забезпечує ефективність виконання робіт. Для цього необхідно здійснити раціональне зонування території: виділити окремі майданчики для складування матеріалів, організувати безпечні транспортні шляхи для руху техніки та пішохідні проходи для робітників. Такий підхід дозволяє уникнути хаотичного переміщення та зменшити ймовірність аварійних ситуацій.

Організаційно-технічні заходи включають впровадження сучасних систем колективного та індивідуального захисту, використання сертифікованих машин і механізмів, регулярний контроль їх технічного стану, а також проведення інструктажів та навчання персоналу. Важливим є застосування автоматизованих систем моніторингу, які дозволяють відстежувати рівень шуму, вібрації, запилення та інші параметри виробничого середовища. Це сприяє своєчасному виявленню небезпечних факторів і запобіганню їх негативному впливу на працівників. Крім того, необхідно забезпечити працівників якісними засобами індивідуального захисту - касками, спецодягом, захисними окулярами та рукавицями, що відповідають сучасним стандартам.

Архітектурно-планувальні рішення мають забезпечити не лише безпеку, але й комфорт майбутніх мешканців та працівників під час будівництва. Важливим є проєктування будівлі з урахуванням норм інсоляції, вентиляції та

освітлення, що створює оптимальні санітарно-гігієнічні умови. Особливу увагу слід приділити системам протипожежного захисту: передбачити евакуаційні виходи, системи оповіщення та автоматичні установки пожежогасіння (рис.4.1). Планувальні рішення повинні враховувати ергономіку робочих місць, що знижує фізичні та психофізіологічні навантаження на працівників.



Рисунок 4.1 – Шляхи евакуації при пожежі

Не менш важливим є благоустрій території: облаштування зелених зон, місць відпочинку для працівників, естетичне оформлення інтер'єрів та екстер'єрів. Це не лише покращує умови праці, але й формує позитивний психологічний клімат, сприяє зниженню стресу та підвищує продуктивність. Важливим елементом є також створення побутових приміщень для працівників - кімнат відпочинку, їдалень, санітарно-гігієнічних зон, що забезпечують належний рівень комфорту та гігієни.

Комплекс організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів дозволяє створити безпечні та комфортні умови праці, що сприяють збереженню життя і здоров'я працівників, підвищенню ефективності будівельних процесів та формуванню сучасного житлового середовища. Реалізація цих заходів є необхідною умовою успішного виконання проекту та його відповідності чинним нормативним вимогам.

Висновок

В процесі дослідження умов праці та потенційних небезпек при будівництві та проектуванні 12-поверхового житлового будинку у м. Вінниця було встановлено, що будівельний майданчик є джерелом багатьох ризиків, які потребують системного аналізу та управління. Найбільш небезпечними факторами визначено падіння працівників з висоти, падіння інструментів та матеріалів, електротравми, вплив несприятливих погодних умов, а також психофізіологічні навантаження. Використання матриці ризику дозволило оцінити ймовірність та тяжкість наслідків кожної небезпеки, що дало можливість визначити критичні ризики та розробити відповідні заходи їх мінімізації.

Запропоновані організаційно-технічні та архітектурно-планувальні заходи спрямовані на створення безпечного та комфортного середовища для працівників і майбутніх мешканців.

Комплексний підхід до охорони праці дозволяє не лише знизити ймовірність виникнення нещасних випадків, але й підвищити ефективність будівельних процесів, забезпечити відповідність проекту чинним нормативним вимогам та сформувати сучасне житлове середовище. Таким чином, реалізація заходів охорони праці є невід'ємною складовою успішного виконання проєкту, сприяє збереженню життя і здоров'я працівників та створює умови для безпечної експлуатації житлового будинку у майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основи та фундаменти. Навчальний посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / І.О.Парфентьєва, О.В. Верешко, Д.А. Гусачук – Луцьк: ЛНТУ, 2017. – 296с.
2. Методичні рекомендації до виконання та оформлення бакалаврських робіт (для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» освітня програма «Промислове та цивільне будівництво») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. О. М. Пустовойтова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 30 с.
3. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л. М. Шутенко, О. Г. Рудь, О. В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка ; пер. з рос. ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с.
4. ДБН В.2.6-160:2010. Конструкції будинків і споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 55 с.
5. ДБН В.1-10:2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проєктування. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. – 36 с.
6. ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с. – Чинний від 01.01.2012.
7. ДБН В.2.5-13-98. Пожежна автоматика будинків і споруд.
8. ДБН А.2.2-3-2004. Склад, порядок оформлення, узгодження та затвердження проєктної документації для будівництва. – Київ : Держбуд України, 2004. – 35 с. – Чинний від 01.07.2004.
9. ДБН В.1.2-2:2006*. Навантаження і впливи. Норми проєктування. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 59 с. – Чинний від 01.01.2007.
10. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проєктування. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 97 с. – Чинний від 01.06.2011.

- 11.ДБН В.1.2-14:2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с. – Чинний від 01.12.2009.
- 12.ДБН А.2.2-12:2018. Планування і забудова територій. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. – 187 с.
- 13.ДСТУ Б В.2.6-15:2011. Блоки віконні та дверні полівінілхлоридні. – Київ : Мінрегіон України, 2012. – 42 с. – Чинний з 01.10.2012.
- 14.ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель : зміна № 1 / ДП НДІБК. – Київ : Мінрегіон України, 2010. – 37 с.
- 15.ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 134 с.
- 16.ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
- 17.ДСТУ Б В.2.7 151:2008. Будівельні матеріали. Труби поліетиленові для холодного водопостачання. Технічні умови / Мінрегіонбуд України. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 45 с.
- 18.ДСТУ Б В.2.5 32:2007. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Труби безнапірні з поліпропілену, поліетилену, НПВХ та фасонні вироби до них для зовнішніх мереж каналізації та кабельної каналізації. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. – 45 с.
- 19.ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013. Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 29 с.
- 20.ДБН В.1.1-7:2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – Київ : Держбуд України, 2003. – 36 с.
- 21.ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 137 с.
- 22.ДБН Д.2.6-1-2000. Ресурсні елементні кошторисні норми на пусконаладжувальні роботи. – Київ, 2001. – 49 с.

- 23.ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – Київ : Мінрегіон України, 2019. – 185 с.
- 24.ДБН В.2.2-9:2009. Громадські будинки та споруди. – Київ : Мінрегіон України, 2010. – 69 с.
- 25.НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні. – Київ, 2004. – 86 с.
- 26.НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підйомних пристроїв і відповідного обладнання та інших нормативно-правових актів з питань охорони праці.
- 27.ДБН А.2.1-1:2008. Інженерні вишукування для будівництва. – Київ : Мінрегіон України, 2014. – 128 с.
- 28.ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Цементи загальнобудівельного призначення. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 20 с.
- 29.ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. – Київ : Мінрегіон України, 2012. – 122 с.
- 30.ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 130 с.
- 31.ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
32. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ (зі змінами та доповненнями).
33. Правила пожежної безпеки в Україні: НАПБ А.01.001 2014. – Київ: Міністерство внутрішніх справ України, 2014. – 114 с.
34. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 56 с.
35. ІДС «Будстандарт». Електронна бібліотека нормативних документів України. – Режим доступу: <https://www.budstandart.com>
36. НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті». – Київ: Держгірпромнагляд України, 2007. – 48 с