

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

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

КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: **П'ЯТИПОВЕРХОВА ЖИТЛОВА БУДІВЛЯ У М. МАКАРІВ**

Виконав: студент 4 курсу, групи ПЦБ-2023-1У
Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
ОП «Промислове та цивільне будівництво»

Головченко М. А.

Керівник



(підпис)

Калмиков О. О.

Рецензент



(підпис)

Резнік П. А.

Харків
2026

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

НН Інститут Будівництва, землеустрою та цивільної інженерії
Кафедра будівельних конструкцій
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Галузь знань – 19 Архітектура та будівництво
Спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БК
к.т.н., доц. Спіранде К.В.
«01» червня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

ГОЛОВЧЕНКУ МИКИТІ АНДРІЙОВИЧУ

1. Тема проекту: П'ятиповерхова житлова будівля у м. Макарів
Керівник проекту : к.т.н., доц. Калмиков Олег Олександрович
затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 26 ” травня 2026 року
№ 447-03

2. Строк подання студентом проекту (роботи): “ 17 ” червня 2026 року.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) : генеральний план з прив'язкою до місцевості, інженерно-геологічні вишукування, архітектурно-планувальні та конструктивні рішення будівлі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина, розділ технології будівельного виробництва, охорони праці на будівельному майданчику

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): генеральний план, фасади, плани та розрізи будівлі; креслення фундаментів із блоків ФБС, монолітних поясів, плит перекриття та вузлів; технологічна карта і будівельний генеральний план

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурно-будівельний	доц. Калмиков О.О.		
Розрахунково-конструктивний (підземна)	доц. Александрович В.А.		
Розрахунково-конструктивний (надземна)	доц. Калмиков О.О.		
Технологічні рішення та організація будівництва	проф. Ватуля Г.Л.		
Охорона праці	доц. Косенко Н.О.		
Нормоконтроль	доц. Пустовойтова О.М.		

7. Дата видачі завдання: 01 червня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Архітектурно-будівельний	01.06.26 – 10.06.26	виконано
2.	Розрахунково- конструктивний (підземна)	05.06.26 – 15.06.26	виконано
3.	Розрахунково- конструктивний (надземна)	05.06.26 – 15.06.26	виконано
4.	Технологічні рішення та організація будівництва	05.06.26 – 15.06.26	виконано
5.	Охорона праці	10.06.26 – 15.06.26	виконано
6.	Нормоконтроль	15.06.26 – 20.06.26	виконано

Студент  Головченко М. А.

Керівник проєкту  Калмиков О. О.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1: АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	7
1.1 Початкові дані	7
1.2 Генеральний план	8
1.3 Особовні техніко-економічні показники	9
1.4 Об'ємно-планувальне рішення	9
1.4 Конструктивне рішення	10
1.4.1 Фундамент	10
1.4.3 Стіни	10
1.4.4 Перекриття	11
1.4.5 Покрівля	11
1.4.6 Експлікація підлоги	12
1.5 Інженерне облаштування будівлі	12
1.5.1 Системи водопостачання та побутового водовідведення	12
1.5.2 Система опалення	13
1.5.3 Електрозабезпечення та силові обладнання	13
1.5.4 Комплекс протипожежних заходів	14
1.5.5 Комплекси відеоспостереження та сигналізації	14
РОЗДІЛ 2 : РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	15
2.1 Основи та фундаменти	15
2.1.1 Інженерно-геологічні дослідження	15
2.1.2 Нормативні та розрахункові характеристики фізико-механічних властивостей ґрунтів	16
2.1.3 Визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів	18
2.1.4 Оцінка ґрунтового шару як природної основи	21

2.2 Розрахунок надземної частини	22
2.2.1 Збір навантаження	22
2.1.1.1 Снігове та вітрове навантаження	23
2.2.1 Розрахунок збірної залізобетонної плити з круглими порожнинами	25
2.2.2 Розрахунок міцності плити по нормальних перерізах	26
2.2 Розрахунок конструкцій будівлі	30
2.1.1.2 Аналіз результатів визначення зусиль у стрижнях роцтверку	30
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	35
3.1 Обґрунтування технологічних рішень та вихідні інженерно-геологічні показники	35
3.2 Організація підготовчого етапу та геодезична розбивка	35
3.3 Технологія влаштування котловану та механізована розробка ґрунту	36
3.5 Обґрунтування та вибір монтажного підйомно-транспортного обладнання	38
3.7 Зведення зовнішніх огорожувальних конструкцій та внутрішніх цегляних стін	41
3.8 Виконання штукатурних робіт	43
3.9 Виконання малярних робіт	44
3.10 Влаштування конструкцій підлог	45
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	47
4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні	47
4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проектування	48
4.2.1 Аналіз умов праці під час виконання бетонних робіт	48
4.2.2 Висновки щодо аналізу небезпек	49
4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування	50

4.3.1 Методика оцінювання ризиків	50
4.3.2 Оцінювання ризику ураження електричним струмом	51
4.4 Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів щодо покращення умов праці	51
4.4.1 Організаційні заходи з охорони праці	52
4.4.2 Заходи безпеки під час виконання земляних робіт	52
4.4.3 Заходи безпеки під час виконання бетонних робіт	53
4.4.4 Заходи безпеки в умовах воєнного стану	54
4.4.5 Рекомендації щодо впровадження запропонованих заходів	54
4.5 Висновки	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57

РОЗДІЛ 1: АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Початкові дані

Місце будівництва: м Макарів, Київська область;

Площа ділянки – 0,2382 га;

Ступінь відповідальності – СС2, коефіцієнт надійності за відповідальністю 0,975;

Згідно ДБН В.1.2-2: 2006 «Навантаження і впливи» [8] і ДСТУ-Н Б В.1.1.-27: 2010 «Будівельна кліматологія» [32]:

Місце будівництва знаходиться у II кліматичному районі, згідно з ДБН В.2.6-31:2006 "Теплова ізоляція будівель";

Вітровий тиск – 400 Па;

Нормативне снігове навантаження – 1500 Па; Найбільша висота снігового покриву – 44 см; Кількість опадів за добу (максимальна) – 64 мм.

Розрахункова температура зовнішнього повітря в зимовий період – 22°C;
Температурна зона України – I

Напрямок вітрів – північно-західний, західний. Основою фундаментів є суглинки I типу по просіданню.

За технічними умовами будівля забезпечується опаленням і вентиляцією, холодною і гарячою водою, каналізацією, системою охоронної сигналізації, відеонаглядом і електроенергією. Візуалізація проєктованого будинку наведена на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Візуалізація будівлі

1.2 Генеральний план

Об'єкт розташований по вулиці Петриченка, у північно-східній частині смт Макарів, Київська область межах житлової забудови Ділянка має під'їзну автомобільну дорогу (рис. 1.2).

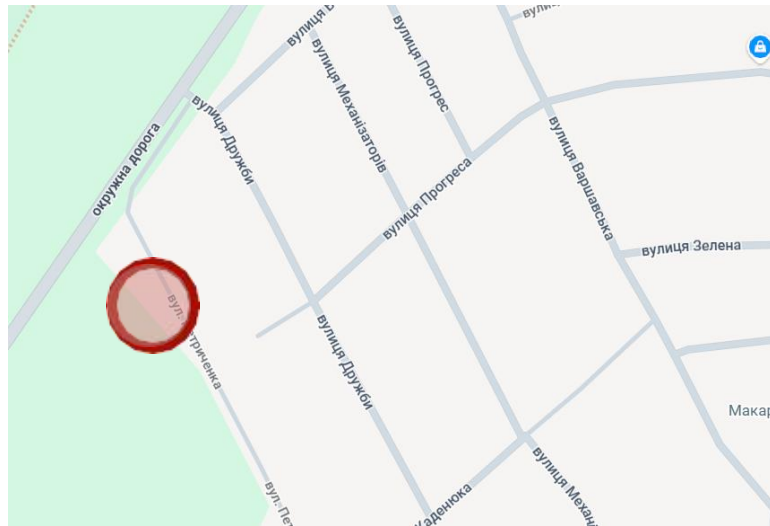


Рисунок 1.2 – Ситуаційна схема

В основу рішення генерального плану прийнято дотримання вимог ДБН А.2.2-12:2018 [11], а також санітарних та протипожежних норм.

Будівля має в плані прямокутну г-подібну форму, з розмірами в головних осях 35,9х22,4 м. Головний фасад і головний вхід зорієнтований на Північний захід, що зумовлюється благоустроєм території.

На ділянці будівництва немає зелених насаджень, що підлягають знесенню.

Рельєф ділянки з ухилом в бік вул. Леоніда Каденюка. Благоустрій та озеленення ділянки розроблені з урахуванням функціональних зон, організації рельєфу.

Господарсько-побутові стоки відводяться в мережу міської каналізації.

Відведення дощових і талих вод від будівель і споруд передбачається по спланованій поверхні в зниженій точці рельєфу. Прийняті проектні ухили спланованої поверхні захищають територію від розмиву зливовими водами.

1.3 Основні техніко-економічні показники

Таблиця 1.1 – ТЕП генплану

№ з/п	Назва показника	Одиниця виміру	Кількість
1	Площа забудови	м2	387,03
2	Площа ділянки	м2	2382
3	Площа тераси	м2	41,16

1.4 Об'ємно-планувальне рішення

Основою об'ємно-планувального рішення житлової будівлі є схема з несучими зовнішніми та внутрішніми стінами, виконаними з силікатної цегли. Будинок має розміри в осях 35,9х22,4 м. має 2 житлових повера, без підвалу.

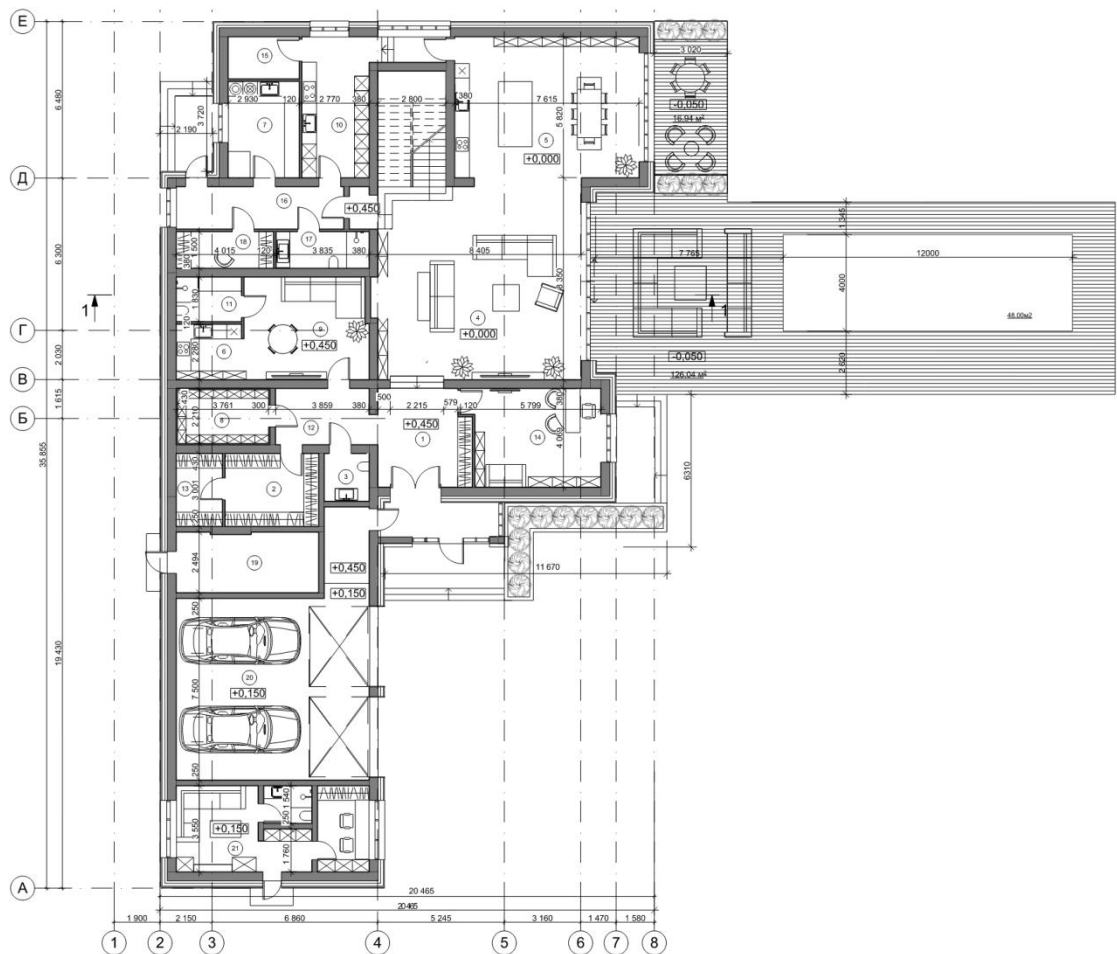


Рисунок 1.3 – План першого поверху

1.4 Конструктивне рішення

Проектована будівля - двоповерхова споруда житлового призначення, прямокутної г-подібної форми в плані. Просторова жорсткість і стійкість забезпечується спільною роботою пальових фундаментів, зовнішніх та внутрішніх цегляних стін та плит перекриття.

Основні конструктивні елементи підібрані відповідно до чинних будівельних норм та з урахуванням типових рішень. Основні конструктивні рішення описані нижче:

1.4.1 Фундамент

Тип фундаменту прийнято паловий. Конструктивно фундамент складається із залізобетонних паль та монолітного залізобетонного стрічкового ростверку. Палі виконуються із бетонної суміші класу С16/20 (з урахуванням нормативної глибини промерзання ґрунтів у Київській області та характеристик ґрунтових вод). Основою фундаменту є суглинки І типу за просіданням, що мають середню несучу здатність та не вимагають спеціального штучного закріплення.

Для рівномірного розподілу навантажень від зовнішніх та внутрішніх несучих стін будівлі передбачено влаштування ростверку. Жорсткий зв'язок паль із ростверком забезпечується шляхом заведення випусків арматури. Під ростверком влаштовується бетонна підготовка товщиною 100 мм із бетону по попередньо ущільненому шару щебеню. Для захисту стін будівлі від вологи по верху ростверку передбачена горизонтальна гідроізоляція з двох шарів рулонного руберойду на бітумній мастиці.

1.4.3 Стіни

Зовнішні несучі стіни товщиною 380 мм., та внутрішні - 380 та 250 мм., виконуються з керамічної цегли М100, розміром 250×120×65 мм, на цементно-піщаному розчині марки М75, з подальшим зовнішнім влаштуванням плитного утеплювача товщиною 100 мм на клейовій суміші з кріпленням плит дюбелями. Гідроізоляція стін у місці примикання до фундаменту передбачена із застосуванням двох шарів руберойду на бітумній мастиці.

1.4.4 Перекриття

Проектом передбачено влаштування горищного перекриття зі збірних залізобетонних круглопустотних плит товщиною 220 мм на рівнях відміток +3.100, +4.500 та +8.350. Компонування настилу 41в плані повторює загальну Г-подібну конфігурацію житлової частини першого поверху, забезпечуючи сприйняття експлуатаційних навантажень від мансардного (горищного) простору площею 214,88 м². У межах координатних осей 1-8 / В–Е розкладка панелей не виконується, що дозволяє сформувати відкриту зону над терасою. Надійне обпирання збірного настилу на капітальні стіни забезпечується заведенням торців плит на тримальні конструкції: на глибину не менше 120 мм для цегляних (або газобетонних із монолітним поясом) стін, а поздовжній шов уздовж стін фіксується зазором у 20 мм з анкеруванням.

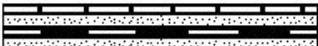
Для монтажу перекриття прийняті стандартні круглопустотні плити, виготовлені з важкого бетону класу не нижче C20/25 (B25) та армовані високоміцним прокатним натяжним або ненапружуваним контурним залізом класу A500C (або At800) відповідно до розрахункових серійних навантажень. Шви між панелями ретельно замоноличуються дрібнозернистим цементно-піщаним розчином марки M150 для забезпечення жорсткого диска перекриття. Завдяки заводській якості формування залізобетонних виробів, нижня поверхня панелей має гладку фактуру, що спрощує процес оздоблення та підготовку стелі приміщень першого поверху до фінішного опорядження.

1.4.5 Покрівля

Дах - багатосхилий, із дерев'яною кроквяною системою (хвойні породи, переріз 50×150 мм, крок 600 мм). Крокви спираються на мауерлат, закріплений до стін анкерними болтами з кроком 1,5 м.

Покрівельне покриття - бітумна черепиця по суцільному настилу з вологостійкої плити OSB-3 та підкладковому гідроізоляційному килиму. Підпокрівельний простір вентиляється за рахунок контррейки. На покрівлі передбачено встановлення ринв і водостічних труб для зовнішнього водовідведення.

1.4.6 Експлікація підлоги

Номер приміщення	Тип підлоги	Схема підлоги або тип підлоги за серією	Данні елементів підлоги (назва, товщина та ін.) мм	Площа м ²
Кімнати, кухні, коридори	T-1		Лінолеум, 4мм самовирівнююча цементно-піщана стяжка, 3-15мм цементно-піщана стяжка, 20мм	102,08
Санітарно-технічні вузли	T-2		керамічна плитка 10мм цементний розчин М150 20мм гідроізоляція - гідробар'єр цементно-піщана стяжка М150 20мм	17,54
Літні приміщення	T-3		керамічна плитка 10мм цементно-піщаний розчин з ухилом марки М150 20-40мм гідроізоляція - гідробар'єр цементно-піщана стяжка 20мм	41,16

Вибір конструкції підлоги передбачено в залежності від призначення приміщень, режиму експлуатації, архітектурних вимог і економічної доцільності. Прийняті підлоги задовольняють теплотехнічні та інші експлуатаційні вимоги, які ставляться до підлог житлових будівель. В проекті прийняті наступні види підлоги: паркетні дошки, лінолеум, керамічна плитка, цементно-піщаний розчин.

1.5 Інженерне облаштування будівлі

1.5.1 Системи водопостачання та побутового водовідведення

Подача води на об'єкт реалізується від індивідуальної свердловини (як альтернатива - шляхом врізки у місцеву селищну водопровідну мережу). Внутрішня трубна розводка магістральних ліній та ліній підключення до кінцевих санітарних приладів монтується з поліпропіленових труб, які з'єднуються за допомогою методу дифузійного (терморезисторного) зварювання. Усі трубопроводи закладаються приховано - у підготовлених штробах стін та в товщі конструкцій підлоги.

Автономне гаряче водопостачання (ГВП) організовано через смісний бойлер непрямого нагріву, який інтегровано в загальну технологічну схему теплогенераторної. Для стабілізації робочого тиску, демпфування гідравлічних

ударів та автоматизації пуску насосного обладнання в систему інтегровано мембранний розширювальний гідроаккумулятор разом із реле тиску. Збирання та відведення стічних вод здійснюється за допомогою самопливної (безнапірної) мережі з полівінілхлоридних (ПВХ) труб, які спрямовують стоки до локальної очисної споруди (автономного септика з подальшим скиданням на фільтраційне поле).

1.5.2 Система опалення

Генерацію теплової енергії для потреб опалення забезпечує настінний двоконтурний газовий котел конденсаційного типу, що розташовується у відокремленому приміщенні котельні на відмітці першого поверху. Робочий контур опалення запроєктовано як закриту двотрубну систему з примусовим спонуканням руху теплоносія за допомогою циркуляційного насоса.

Опалювальними приладами у приміщеннях виступають сталеві панельні радіатори, що мають нижній спосіб підключення до магістралей. З метою забезпечення покімнатного контролю температурного режиму та оптимізації витрат енергоресурсів кожен радіатор оснащується індивідуальним термостатичним вентилем із термоголовкою.

1.5.3 Електрозабезпечення та силове обладнання

Живлення об'єкта передбачено від зовнішніх повітряних мереж напругою 0,4 кВ (трьохфазне введення 380/220 В). За критерієм безперебійності подачі струму житловий будинок класифікується за III категорією надійності. Ввідно-розподільний пристрій (ВРП) із захисною та комутаційною апаратурою розміщується в тамбурній зоні.

Внутрішні силові та освітлювальні мережі монтуються мідним кабелем, що не підтримує горіння та має низькі показники виділення диму (марки ВВГнг-LS). Кабельні лінії прокладаються прихованим методом у гнучких гофрованих ПВХ-трубах під шаром набетонки підлоги, в порожнечах залізобетонних перекриттів або під стіною штукатуркою. Відсікання струмів короткого замикання та теплових навантажень здійснюється автоматичними вимикачами. Для захисту мешканців від випадкового ураження електричним

струмом у щитку передбачено пристрої захисного відключення (ПЗВ) із номінальним струмом спрацьовування 30 мА. Заземлення виконано за принципом схеми TN-C-S із монтажем локального повторного контуру заземлення поруч із точкою введення в будівлю.

1.5.4 Комплекс протипожежних заходів

Керуючись нормативними вимогами ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», запроєктована будівля з цегляними стінами відповідає III ступеню вогнестійкості. З метою локалізації поширення полум'я та підвищення вогнетривкості тримальних елементів даху, всі дерев'яні конструкції кроквяної системи підлягають глибокому просоченню вогнебіозахисними сумішами, які забезпечують I групу ефективності захисту.

Об'ємно-планувальна структура будинку гарантує безперешкодну евакуацію людей через головний вихід безпосередньо на прибудинкову територію. На стадії розробки генерального плану були суворо дотримані нормативні протипожежні розриви до сусідніх об'єктів.

1.5.5 Комплекси відеоспостереження та сигналізації

Для організації контролю доступу, моніторингу обстановки та захисту майна в будівлі передбачено влаштування комплексної слабострумової системи безпеки. Зовнішній нагляд за периметром ділянки здійснюється за допомогою вуличних цифрових IP-відеокамер високої роздільної здатності з інфрачервоними діодами нічного бачення, які транслюють сигнал на мережевий відеореєстратор (NVR). Структура охоронної сигналізації розділена на два незалежні рубежі захисту.

Головний прилад приймально-контрольний (ППК) охоронної системи та відеореєстратор підключені через блоки безперебійного живлення (ББЖ) із вбудованими акумуляторами, що гарантує автономне функціонування комплексів безпеки під час тимчасового знеструмлення об'єкта.

РОЗДІЛ 2 : РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Основи та фундаменти

2.1.1 Інженерно-геологічні дослідження

Територія проєктування географічно належить до зони мішаних хвойно-широколистяних лісів і розташовується у Східноєвропейській рівнині. Поверхня ділянки має рівнинний характер. Такі показники вказують на мінімальний перепад висот та спокійний рельєф місцевості.

В геологічній будові території вишукувань до розвіданої глибини 8,0 м приймають участь четвертинні болотні та алювіальні відклади. В літологічному відношенні це суглинки, торф та піски. З денної поверхні ці відклади перекриті насипним шаром.

За результатами камерального опрацювання матеріалів польових інженерно-геологічних та лабораторних робіт в геологічному розрізі території вишукувань виділено 5 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ):

ІГЕ-1 – суглинисто-піщана суміш, напівтверда, слабозлежана, з включенням будівельного сміття (насипний ґрунт)

ІГЕ-2 – суглинок легкий, пілуватий, темнувато-сірий, сірий, м'якопластичний, замулений, заторфований

ІГЕ-3 – торф коричнювато-бурий, середньорозкладений, текучій

ІГЕ-4 – суглинок легкий, піщанистий, голубувато-сірий, тугопластичний

ІГЕ-5 – пісок дрібний, голубувато-сірий, сірий, середньої щільності, насичений водою

Гідрогеологічні умови території визначаються її належністю до Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. На момент проведення розвідувальних бурових робіт підземні води в межах вивченої товщі зафіксовані на низькій глибині.

Розділення товщі ґрунтів на інженерно-геологічні елементи виконано за ДСТУ Б В.2.1-5-96 "Ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань" і ДСТУ Б В.2.1-2-96 "Ґрунти. Класифікація". Фізико-механічні властивості ґрунтів для виділених інженерно-геологічних елементів подаються за результатами лабораторних випробувань ґрунтів з врахуванням вимог і

положень ДБН В.1.2-10-2018 "Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування" та Додатку П ДБН А.2.1-1-2014 «Інженерні вишукування для будівництва».

Ділянка вишукувань належить до III (складної) категорії складності інженерно-геологічних умов. Геологічна будова до глибини 8,0 м представлена п'ятьма інженерно-геологічними елементами (ІГЕ), що включають болотні та алювіальні відклади (суглинки, торф, піски), перекриті з поверхні насипним шаром. Гідрогеологічний режим ускладнений заляганням ґрунтових вод на мілкій глибині 1,5–2,1 м. Нормативна глибина промерзання для суглинків на даній ділянці становить 0,76 м.

Серед несприятливих фізико-геологічних процесів виділяються потенційна підтоплюваність території, поширення слабких ґрунтів, а також слабоагресивний вплив ґрунтових вод на бетон (марки W4) і залізобетонні конструкції при періодичному замочуванні. Зважаючи на ці фактори, для забезпечення надійності споруди рекомендується влаштування пальового фундаменту із зануренням та спіранням паль у міцний шар ІГЕ-5 (піски дрібні). Остаточні параметри фундаменту визначаються конструктивним розрахунком на основі габаритів та навантажень проєктуємої будівлі.

2.1.2 Нормативні та розрахункові характеристики фізико-механічних властивостей ґрунтів

Встановлення нормативних і розрахункових показників, що описують фізико-механічні властивості ґрунтової основи, здійснювалося на базі комплексу польових вишукувань та лабораторних випробувань із дотриманням регламентів ДСТУ Б В.2.1-5-96 та ДСТУ Б В.2.1-2-96. Математично-статистичний аналіз отриманих дослідних даних виконувався диференційовано для кожного виокремленого інженерно-геологічного елемента (ІГЕ) в індивідуальному порядку. Класифікація ґрунтових масивів за складністю їхньої розробки прийнята згідно з регламентом нормативного документа ДБН Д.2.4-1-2000. Встановлені категорії є базовими вихідними даними для обґрунтування оптимальних методів виконання нульового циклу та розрахунку загальної нормативної трудомісткості земляних робіт на об'єкті.

Приналежність ґрунтової основи до відповідної категорії за сейсмічними характеристиками встановлюється на базі показників швидкості проходження поперечних хвиль у масиві. Згідно з нормативними градаціями, для ґрунтів II категорії цей швидкісний параметр знаходиться в діапазоні 500–800 м/с, тоді як для ґрунтів III категорії він становить 200–500 м/с. Наведені фізико-механічні параметри є обов'язковими для врахування під час виконання просторових розрахунків несучих конструкцій будівлі на дію сейсмічних навантажень.

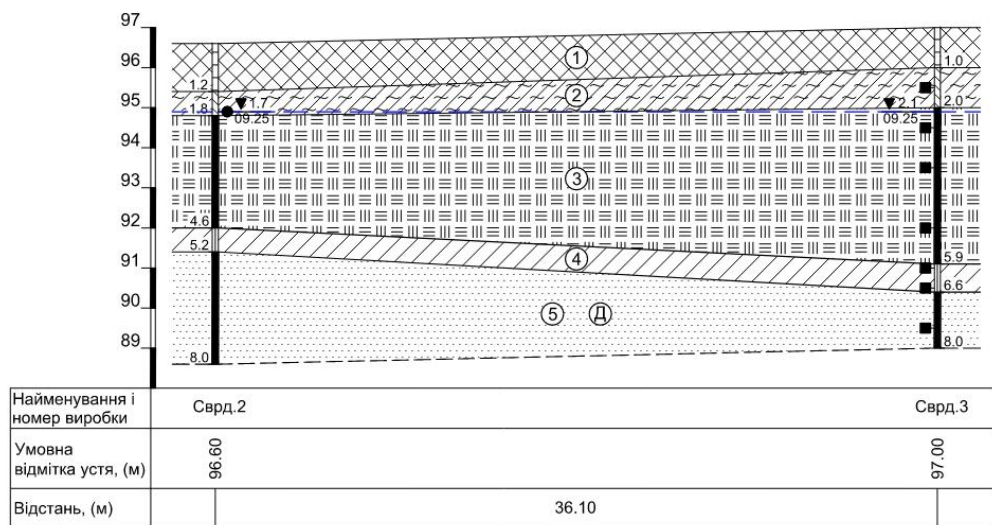


Рисунок 2.2 – Інженерно-геологічний розріз

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

- t_{QIV} Насипний ґрунт - суглинисто-піщана суміш, напівтверда, слабозлежана, з включенням будівельного сміття; гр. розр. 35б
- b_{QIV} Суглинок легкий, пілуватий, темнувато-сірий, сірий, м'якопластичний, замулений, заторфований; гр. розр. 35а
- b_{QIV} Торф коричнювато-бурий, середньорозкладений, текучий; гр. розр. 37а
- a_{QIII} Суглинок легкий, піщанистий, голубувато-сірий, тугопластичний; гр. розр. 35б
- a_{QIII} Пісок дрібний, голубувато-сірий, сірий, середньої щільності, насичений водою; гр. розр. 29а
- Місце відбору проби ґрунту
- Місце відбору проби ґрунтової води
- Глибина рівня ґрунтових вод, що встановився, м
- Дата заміру
- Рівень ґрунтових вод, що встановився на період вишукувань

2.1.3 Визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів

Зведену таблицю складаємо на підставі фізичних характеристик, прийнятих за складом інженерно-геологічного розрізу, а також механічних характеристик, що визначаються за таблицями нормативної літератури

Номер інженерно-геологічного елемента	Назва елемента	Вологість природна, w, %	Вологість на межі пластичності, w _p , %	Вологість на межі текучості, w _L , %	Число пластичності, IP, %	Показник текучості, IL	Питома вага ґрунту, γ , кН/м ³	Питома вага частинок, γ_s , кН/м ³	Питома вага сухого ґрунту γ_d , кН/м ³	Коефіцієнт пористості, e	Пористість n, %	Ступінь вологості, S _r	Питома вага ґрунту зваженого у воді, γ_{sb} , кН/м ³	Кут внутрішнього тертя, φ , градуси	Питоме зчеплення, C _p , кПа	Модуль деформації в природному стані, E, МПа	Умовний розрахунковий опір, R ₀ , кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ІГЕ 1	суглинисто-піщана суміш, напівтверда, слабозлежана, з включенням будівельного сміття (насипний ґрунт)	18	-	-	-	-	16.5	26.6	14.0	0.90	47	0.53	8.7	16	4	5.0	80
ІГЕ 2	суглинок легкий, пілуватий, темнувато-сірий, сірий, м'якопластичний, замулений, заторфований	28	20	32	12	0.67	19.2	27.1	15.0	0.81	45	0.94	9.3	14	15	9.0	110
ІГЕ 3	торф коричневатобурий, середньорозкладений, текучий	85	-	-	-	1.25	14.2	16.5	7.7	2.20	69	0.64	2.0	6	8	2.0	50

ІГЕ 4	суглинок легкий, піщанистий, голубувато-сірий, тугопластичний	22	16	27	11	0.55	19.8	27.2	16.2	0.68	40	0.88	9.8	21	23	14.0	180
ІГЕ 5	пісок дрібний, голубувато-сірий, сірий, середньої щільності, насичений водою	24	-	-	-	-	19.5	26.5	15.7	0.69	41	0.92	9.6	28	2	24.0	160

Таблиця 2.3 - Для фундаменту на природній основі (свердловина №1)

Фізичні характеристики, що визначаються розрахунком:

Показник текучості	Число пластичності	Коефіцієнт пористості	Пористість	Ступінь вологості	Питома вага грунту зваженого у воді
$I_L = \frac{w - w_p}{I_p}$	$I_p = w_L - w_P, \%$	$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1$	$n = \left(1 - \frac{\gamma_d}{\gamma_s}\right) \cdot 100\%, \%$	$S_r = \frac{w \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}$	$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e},$ кН/м ³

ІГЕ 2 :

$$\gamma_d = 17,31 / (1 + 0,0755) = 16,09 \text{ кН/м}^3$$

$$e = (26,59 / 16,09) - 1 = 0,65$$

$$n = (1 - 16,09 / 26,59) \cdot 100 = 39,48\%$$

$$S_r = (0,0755 \cdot 26,59) / (0,65 \cdot 10) = 0,31$$

$$\gamma_{sb} = (26,59 - 10) / (1 + 0,65) = 10,05 \text{ кН/м}^3$$

ИГЕ 3 :

$$\begin{aligned}\gamma_d &= 19,04 / (1 + 0,071) = 17,77 \text{ кН/м}^3 \\ e &= (26,58 / 17,77) - 1 = 0,49 \\ n &= (1 - 17,77 / 26,58) \cdot 100 = 33,14\% \\ S_r &= (0,071 \cdot 26,58) / (0,49 \cdot 10) = 0,38 \\ \gamma_{sb} &= (26,58 - 10) / (1 + 0,49) = 11,13 \text{ кН/м}^3\end{aligned}$$

ИГЕ 4 :

$$\begin{aligned}I_p &= 36,48 - 23,35 = 13,13\% I \\ L &= (32,74 - 23,35) / 13,13 = 0,72 \\ \gamma_d &= 19,9 / (1 + 0,327) = 14,99 \text{ кН/м}^3 \\ e &= (27,1 / 14,99) - 1 = 0,81 \\ n &= (1 - 14,99 / 27,1) \cdot 100 = 44,68\% \\ S_r &= (0,327 \cdot 27,1) / (0,81 \cdot 10) = 1,09 \\ \gamma_{sb} &= (27,1 - 10) / (1 + 0,81) = 9,44 \text{ кН/м}^3\end{aligned}$$

ИГЕ 5 :

$$\begin{aligned}I_p &= 44 - 23 = 21\% I \\ L &= (37,82 - 23) / 21 = 0,71 \\ \gamma_d &= 19,9 / (1 + 0,378) = 14,44 \text{ кН/м}^3 \\ e &= (27,4 / 14,44) - 1 = 0,89 \\ n &= (1 - 14,44 / 27,4) \cdot 100 = 47,29\% \\ S_r &= (0,378 \cdot 27,4) / (0,89 \cdot 10) = 1,16 \\ \gamma_{sb} &= (27,4 - 10) / (1 + 0,89) = 9,21 \text{ кН/м}^3\end{aligned}$$

2.1.4 Оцінка ґрунтового шару як природної основи

Встановивши проектну відмітку закладання стрічкового фундаменту на рівні $d = -1,60$, необхідно проаналізувати несучу здатність та деформаційні властивості шарів ґрунту, розташованих безпосередньо під майбутньою підпошвою, на предмет їхньої придатності для сприйняття експлуатаційних навантажень від проектного об'єкта. Даний аналіз реалізується на основі звітних даних інженерно-геологічних вишукувань, матеріалів лабораторних випробувань зразків ґрунту, а також побудованого літологічного розрізу на будівельному майданчику.

Комплексна оцінка ґрунтової основи передбачає виконання таких етапів:

Виключення з розрахункової схеми верхнього родючого (рослинного) шару, а також техногенних або слабких ґрунтів через неможливість їх використання як надійної природної основи для фундаментних конструкцій.

Фіксація на інженерно-геологічному профілі умовної планувальної відмітки денної поверхні.

Графічне відкладання від прийнятої планувальної мітки проектної глибини закладання фундаменту з метою чіткої прив'язки положення його підпошви до конкретних інженерно-геологічних елементів (ІГЕ).

Детальний аналіз комплексу фізико-механічних параметрів тих шарів ґрунту, що знаходяться безпосередньо під підстилаючою поверхнею фундаменту та входять у межі активної стисливої товщі підстави.

Перевірка несучої здатності основи (включаючи розрахунковий опір ґрунту) та її деформативності на відповідність чинним вимогам нормативного документа ДБН В.2.1-10:2018 «Основи та фундаменти будівель і споруд»

Зважаючи на те, що підпошва стрічкового фундаменту закладена на відмітці яка перевищує нормативну глибину сезонного промерзання ґрунтів у даному регіоні будівництва, ймовірність негативного впливу сил морозонебезпечного здимання на підземні конструкції споруди повністю нівелюється.

2.2 Розрахунок надземної частини

2.2.1 Збір навантаження

Конструктивна система споруди запроєктована з урахуванням дії комплексу вертикальних та горизонтальних (вітрових) силових факторів. До групи вертикальних впливів віднесено постійні навантаження, зумовлені власною вагою тримальних та огорожувальних елементів, а також змінні (тимчасові) навантаження, що діють на рівні міжповерхових перекриттів та покриття будівлі.

Нормативне (характеристичне) змінне навантаження на диски міжповерхових перекриттів прийняте рівним 150 кг/м², тоді як для покриття цей показник становить 124 кг/м². Горизонтальний кліматичний вплив (вітровий) задано через характеристичне значення базового вітрового тиску, яке для даного району будівництва дорівнює $W_0 = 52$ кгс/м². Детальний покроковий збір та класифікація зазначених розрахункових навантажень систематизовані й представлені у таблицях 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 - Навантаження на покриття

№ з/п	Найменування	Характеристичне навантаження, кН/м ²	γ_f	Розрахункове навантаження, кН/м ²
1	Бітумна черепиця $\delta=3$ мм, $\rho=8$ кН/м ³	0,024	1,3	0,031
2	ОСБ плита $\delta=10$ мм, $\rho=8$ кН/м ³	0,08	1,3	0,104
3	Обрешітка $\delta=50$ мм, $\rho=8$ кН/м ³	0,4	1,2	0,48
4	Гідроізоляційна плівка	0,04	1,2	0,048
5	Кроквяна нога 150×200мм, $\rho=8$ кН/м ³	0,036	1,2	0,0432
6	Утеплювач $\delta=200$ мм, $\rho=5$ кН/м ³	1,0	1,2	1,2
7	Пароізоляційна плівка	0,04	1,2	0,048
8	Підшивна стеля	0,6	1,2	0,72
	Постійне навантаження	2,22		2,67
9	Змінне навантаження	1,24	1,04	1,29
Σ	Повне навантаження:	3,46		3,96

Максимальне навантаження від покриття та перекриття передається на несучі стіни. Погонне вертикальне навантаження передається з вантажної смуги шириною 5,235 м, при цьому навантаження на раму складе:

На покритті:

$$g = 2,67 \cdot 5,235 = 13,79 \text{ кН/м};$$

$$v = 1,29 \cdot 5,235 = 6,76 \text{ кН/м},$$

$$q = g + v = 13,79 + 6,76 = 20,55 \text{ кН/м}.$$

2.1.1.1 Снігове та вітрове навантаження

Граничні розрахункові параметри снігового навантаження на проекцію горизонтальних елементів споруди встановлюються відповідно до методики, наведеної в нормах ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи».

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_o \cdot C,$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження (приймається за вказівками п. 8.11 ДБН В.1.2-2:2006);

S_o – характеристичне значення снігового навантаження (в Па), за додатком Е ДБН В.1.2-2:2006[13];

C – узагальнений коефіцієнт, що враховує геометрію та умови експлуатації покрівлі згідно з п. 8.6 ДБН В.1.2-2:2006.

$$\text{при } \mu=1,0 \quad S_m = 1,43 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0(\gamma_n) = 2,288 \text{ кН/м}^2 \approx 2,3 \text{ кН/м}^2.$$

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою: $W_m = \gamma_n \times \gamma_{fm} \times W_o \times C$,

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим вітровим навантаженням (встановлюється згідно з вимогами п. 9.14 ДБН В.1.2-2:2006);

W_o – нормативне (характеристичне) значення вітрового тиску, визначене за п. 9.6 ДБН В.1.2-2:2006 для заданого району;

C – комплексний коефіцієнт, який формується відповідно до положень п. 9.7 ДБН В.1.2-2:2006 за формулою: $C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} \cdot C_d$

де C_{aer} – аеродинамічний коефіцієнт, що приймається за додатком І ДБН

В.1.2-2:2006 (із змінами №1) для навітряних та завітряних поверхонь конструкцій: Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна №1»[13] для навітряних поверхонь (активний тиск); Розрахунок для II типу місцевості.

$$C_{aer} (акт) = +0,8; C_{aer} (пас) = -0,6; C_{alt} = 1,0; C_{rel} = 1,0; C_{dir} = 1,0; C_d = 1,0;$$

C_h – коефіцієнт висоти споруди, згідно для II типу місцевості:

при висоті $h_1 = 5$ м – $C_{h1} = 1,8$; при висоті $h_2 = 10$ м – $C_{h2} = 2,3$;

Обчислення вітрового тиску з навітряної сторони:

$$C1 = 0,8 \cdot 1,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,44 \quad W_{m1} = 1,05 \cdot 1,14 \cdot 38 \cdot 1,44 = 65,5 \text{ кг/м}^2$$

$$C2 = 0,8 \cdot 2,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,84 \quad W_{m2} = 1,05 \cdot 1,14 \cdot 38 \cdot 1,84 = 83,7 \text{ кг/м}^2$$

Обчислення вітрового тиску із завітряної сторони:

$$C1' = 0,6 \cdot 1,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,08 \quad W_{m1'} = 1,05 \cdot 1,14 \cdot 38 \cdot 1,08 = 49,2 \text{ кг/м}^2$$

$$C2' = 0,6 \cdot 2,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,38 \quad W_{m2'} = 1,05 \cdot 1,14 \cdot 38 \cdot 1,38 = 62,8 \text{ кг/м}^2$$

2.2 Розрахунок пустотної плити перекриття

Навантаження на 1 м^2 перекриття збираємо в табличній формі (табл. 1) на сполучення навантажень.

Таблиця 1 – Навантаження на 1 м^2 перекриття

№ з/п	Найменування	Характеристичне навантаження, кН/м ²	γ_f	Розрахункове навантаження, кН/м ²
	Постійне навантаження			
1	Лінолеум на холодній мастиці $t=0,01\text{м}$; $p=1800\text{кг/м}^3$	0,06	1,2	0,072
2	Цементно-піщане стягування $t=0,02\text{м}$; $p=1800\text{кг/м}^3$	1,1	1,3	1,43
3	Власна вага плити ($\delta=200\text{мм}$, $\rho=25\text{кН/м}^3$)	5	1,1	5,5
4	Перегородки	0,5	1,2	0,6
	Всього постійне	6,66		7,6
5	Змінне навантаження	1,5	1,3	1,95
Σ	Повне навантаження	8,16		9,55

2.2.1 Розрахунок збірної залізобетонної плити з круглими порожнинами

Ширина спирання плити на несучу стіну $c = 9$ см. Розрахунковий прогін плити дорівнює відстані від центрів спирання плити:

$$l_0 = l - b - c - 2 \text{ зазори} = 8400 - 250 - 90 - 20 = 8040 \text{ мм} = 8,04 \text{ м.}$$

Опалубкова (конструктивна) довжина плити

$$l_{\text{констр.}} = l - b - 2 \text{ зазори} = 8400 - 250 - 20 = 8130 \text{ мм} = 8,13 \text{ м.}$$

Прогонне навантаження $q = q_{lm}^2 \cdot b_{пл} = 9,55 \times 1,2 = 11,46 \text{ кН/м.}$

Розрахункові зусилля визначають як для однопрогонної вільно опертої балки (рис. 2).

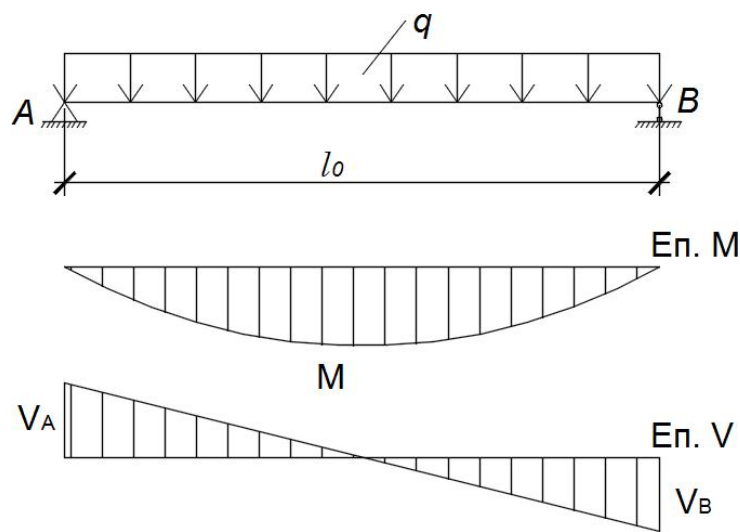


Рисунок 2 – Розрахункова схема плити

Розрахункові зусилля відповідно до рисунка 2:

$$M = \frac{q \cdot l_0^2}{8} = \frac{11,46 \cdot 8,04^2}{8} = 92,6$$

$$V = \frac{q \cdot l_0}{2} = \frac{11,46 \cdot 8,13}{2} = 46,$$

Для розгляданого прикладу приймаємо бетон класу С16/20 з розрахунковими опорами $f_{cd} = 11,5$ МПа на стиск і $f_{ctd} = 0,87$ МПа на розтяг.

2.2.2 Розрахунок міцності плити по нормальних перерізах

Положення нейтрального шару визначаємо величиною моменту M_f :

$$M_f = f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot h'_f \cdot (d - 0,5 h'_f) = 1,15 \times 147 \times 3,845(19,5 - 0,5 \times 3,845) = \\ = 11\,486 \text{ кН}\cdot\text{см} = 114,86 \text{ кН}\cdot\text{м} > M = 53,89 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Нейтральний шар знаходиться в межах стиснутої полиці, тому переріз розраховуємо як прямокутний:

$$\alpha_m = \frac{M}{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2} = \frac{8389}{1,15 \cdot 147 \cdot 19,5^2} = 0,13; \quad \zeta = 0,956 \text{ (дод. Д);}$$

$$A_s = \frac{M}{\zeta \cdot f_{yd} \cdot d} = \frac{8359}{0,956 \cdot 46,6 \cdot 19,5} = 9,62 \text{ см}^2.$$

Робочу арматуру розташовують по краям перерізу й між порожнинами.

Приймаємо робочу поздовжню арматуру 8Ø12A400C ($A_s = 9,05 \text{ см}^2$, дод. Д).

Ця арматура використовується у вигляді нижньої сітки С1, де поперечна конструктивна арматура приймається з умови зварювання Ø3B500 з кроком 250 мм.

Розрахунок міцності ригеля по похилих перерізах

Перевіряємо необхідність розрахунку міцності похилих перерізів на поперечну силу $V_{Ed} = V = 46,6 \text{ кН}$.

Несуча здатність бетону

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} \cdot K \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}}) \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,18/1,3 = 0,1385;$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b_w \cdot d} = \frac{9,05}{46,8 \cdot 19,5} = 0,0099;$$

$$K = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{195}} = 2,01 > 2; \text{ приймаємо } K=2$$

$$V_{Rd,c} = (0,1385 \cdot 2 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0,0099 \cdot 15}) \cdot 468 \cdot 195 = 62135 \text{ Н} =$$

$$= 62,13 \text{ кН} > V_{Ed} = 41,13 \text{ кН}.$$

Поперечну арматуру приймаємо конструктивно – Ø3B500 з кроком 100 мм.

Арматурні каркаси з поперечною арматурою (Кр1) приймаємо довжиною $1/4l = 1\,500 \text{ мм}$ і розташовуємо в опорних зонах по 4 каркаси в перерізі (рис. 3).

У верхній зоні плити розташовуємо конструктивно сітку С2 (Ø3B500 з чарункою 200 мм х 200 мм).

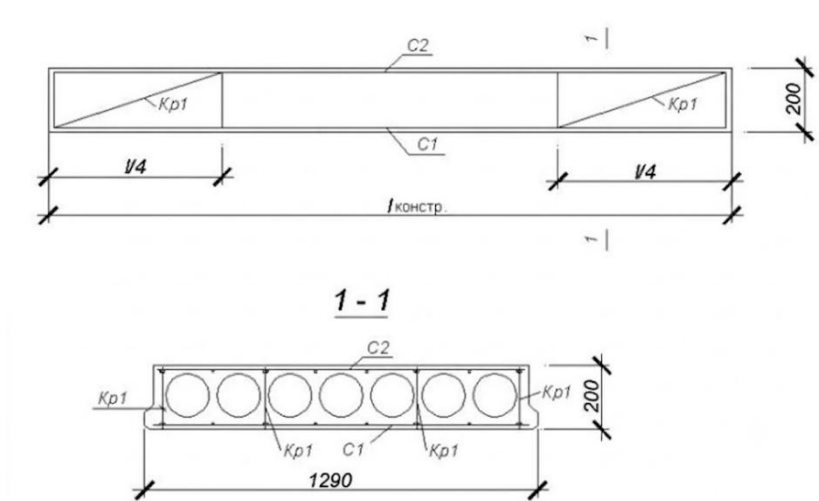


Рисунок 3 – Армування плити перекриття з круглими порожнинами

Ригель розраховують як багатопробіжну нерозрізну балку.

Розрахунковий пробіж ригеля крайнього пробіжну приймають як відстань від середини його спираючої на стіну до центральної осі. Спираючі на внутрішню стіну вважають шарнірними, а спираючі на зовнішню – жорсткими завдяки зварюванню закладених деталей ригеля і колони.

Розрахунковий пробіж :

$$l_0 = 8400 - 200 + 150 = 8350 \text{ мм} = 8,35 \text{ м.}$$

Конструктивна довжина спираючої:

$$l_{\text{констр.}} = l_0 + 150 \text{ мм} - h_k/2 - \text{зазор} = 8350 + 150 - 300/2 - 30 = 8320 \text{ мм.}$$

Розрахункове пробіжне навантаження:

– постійне $g = g_{l.m}^2 \cdot l + \gamma_f \cdot$ (власна вага нижньої частини з полицями)

$$= 4,47 \times 5,7 + 1,1(0,6 - 0,2)0,45 \times 25 = 30,43 \text{ кН/м;}$$

– змінне $v = v_{l.m}^2 \cdot l = 6,0 \times 5,7 = 34,2 \text{ кН/м;}$

– повне $q = g + v = 30,43 + 34,2 = 64,63 \text{ кН/м.}$

Для розрахунку крайнього пробіжну розглядають дві розрахункові схеми (дод. Е):

– постійне навантаження всіх пробіжнів із змінним навантаженням крайнього пробіжну і далі через пробігін;

– постійне навантаження всіх пробіжнів із змінним навантаженням першого і другого пробіжнів.

З першої схеми визначають найбільший пробіжний згинальний момент

$$M_1 = (0,08 \cdot g + 0,101 \cdot v)l_{01}^2 = (0,08 \cdot 30,43 + 0,101 \cdot 34,2) 5,65^2 =$$

$$=187,98 \text{ кНм.}$$

З другої схеми визначають найбільший опорний момент:

$$M_B = (-0,1 \cdot g - 0,117 \cdot v)l_{01}^2 = (-0,1 \cdot 30,43 - 0,117 \cdot 34,2)5,65^2 = -224,87 \text{ кНм.}$$

Шляхом перерозподілу зусиль можна зменшити моменти в прогоні і на опорі:

$$M'_1 = 0,9 \cdot M_1 = 0,9 \cdot 187,98 = 169,18 \text{ кНм;}$$

$$M'_B = |0,75 \cdot M_B| = 0,75 \cdot 224,87 = 168,65 \text{ кНм.}$$

Поперечні сили:

$$V_A = (0,4 \cdot g + 0,45 \cdot v)l_{01} = (0,4 \cdot 30,43 + 0,45 \cdot 34,2)5,65 = 155,73 \text{ кН;}$$

$$V_B = (-0,6 \cdot g - 0,617 \cdot v)l_{01} = (-0,6 \cdot 30,43 - 0,617 \cdot 34,2)5,65 = -222,38 \text{ кН.}$$

кН.

Для конструктивного розрахунку остаточно приймають:

$$- \text{ у прогоні } M_{\text{пр}} = M'_1 = 169,18 \text{ кНм;}$$

$$- \text{ на опорі } M_{\text{оп}} = M'_B - |0,5 \cdot V_B \cdot h_k| = 168,65 - 222,38 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 135,29 \text{ кНм.}$$

Розрахунок міцності ригеля по нормальних перерізах

Приймаємо бетон класу С20/25 ($f_{cd} = 14,5 \text{ МПа}$, $f_{ctd} = 1,0 \text{ МПа}$), робочу арматуру – класу А400С ($f_{yd} = 365 \text{ МПа}$).

Арматура в прогоні

Робочу висоту перерізу приймаємо $d = h - a = 60 - 5 = 55 \text{ см}$.

$$\alpha_m = \frac{M}{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2} = \frac{16918}{1,45 \cdot 25 \cdot 55^2} = 0,154; \quad \zeta = 0,916 \text{ (дод. Г);}$$

$$A_s = \frac{M}{\zeta \cdot f_{yd} \cdot d} = \frac{16918}{0,916 \cdot 36,5 \cdot 55} = 9,2 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 2Ø20А400С + 2Ø16А400С ($A_s = 10,3 \text{ см}^2$, дод. Д).

Арматура на опорі

Робоча висота перерізу $d = h - a - 15 = 60 - 4 - 15 = 41 \text{ см}$.

$$\alpha_m = \frac{M_{оп}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{13529}{1,45 \cdot 25 \cdot 41^2} = 0,222; \quad \zeta = 0,873 \text{ (дод. Г);}$$

$$A_s = \frac{M_{оп}}{\zeta \cdot f_{yd} \cdot d} = \frac{13529}{0,873 \cdot 36,5 \cdot 41} = 10,36 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 2Ø28A400C ($A_s = 12,32 \text{ см}^2$).

Розрахунок міцності ригеля по похилих перерізах

Розрахунок виконується окремо на поперечну силу $V_A = 155,73 \text{ кН}$ для повного перерізу з $h = 60 \text{ см}$ і на поперечну силу $V_B = 222,38 \text{ кН}$ для перерізу з «підрізкою» на опорі В ($h = 45 \text{ см}$).

Розрахунок на $V_{Ed} = V_A = 155,73 \text{ кН}$.

Приймаємо поперечну арматуру в двох каркасах класу A240C з умови зварювання $d_{sw} = 0,25 \cdot d_s = 0,25 \cdot 20 = 5 \text{ мм}$, приймаємо $d_{sw} = 6 \text{ мм}$, тоді $A_{sw} = 0,57 \text{ см}^2$; крок хомутів $s \leq 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 55 = 41,25 \text{ см}$, приймаємо $s = 40 \text{ см}$.

Несуча здатність бетону

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} \cdot K \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}}) \cdot b \cdot d =$$

де:

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,18/1,3 = 0,1385;$$

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{10,3}{25 \cdot 55} = 0,0075;$$

$$K = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 0,6 < 2; \text{ приймаємо } K=0,6$$

$$V_{Rd,c} = (0,1385 \cdot 0,6 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0,0075 \cdot 18,5}) \cdot 250 \cdot 550 = 27457 \text{ Н} = 27,46 \text{ кН}$$

$$V_{Rd,c2} = (0,035 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot K^3}) \cdot b \cdot d = (0,035 \cdot \sqrt{18,5 \cdot 0,6^3}) \cdot 250 \cdot 550 = 9620 \text{ Н} = 9,62 \text{ кН}.$$

Приймаємо більше значення $V_{Rd,c} = 27,46 \text{ кН} < V_{Ed} = 150,47 \text{ кН}$.

Поперечна арматура необхідна за розрахунком.

Приймаємо менше значення $V_{Rd,s} = 106,22 \text{ кН}$.

Повна несуча здатність перерізу

$$V_{Rd} = V_{Rd,c} + V_{Rd,s} = 27,93 + 106,22 = 134,15 \text{ кН} < V_{Ed} = 222,38 \text{ кН}$$

Несуча здатність перерізу не забезпечена. Збільшуємо діаметр хомутив, приймаємо $d_{sw} = 10$ мм, тоді $A_{sw} = 1,57$ см² та зменшуємо крок хомутив, приймаємо $s = 20$ см. Тоді:

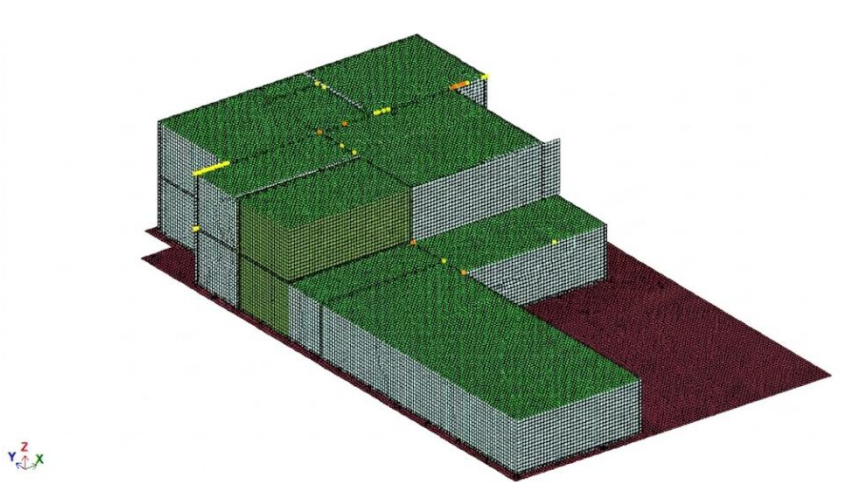
$$V_{Rd,s} = \frac{1,57 \cdot 36,9 \cdot 28,5 \cdot 2,5}{20} = 206,39 \text{ кН}$$

Повна несуча здатність перерізу

$$V_{Rd} = V_{Rd,c} + V_{Rd,s} = 27,93 + 206,39 = 234,32 \text{ кН} > V_{Ed} = 222,38 \text{ кН}$$

Несуча здатність перерізу забезпечена.

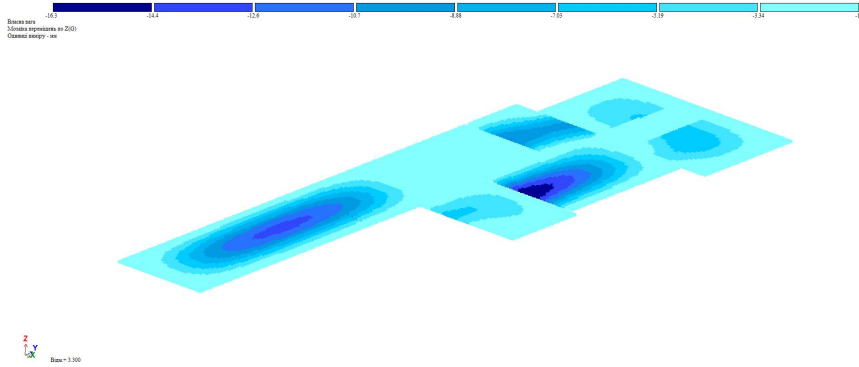
2.2 Розрахунок конструкцій будівлі



2.1.1.2 Аналіз результатів визначення зусиль у стрижнях ростверку

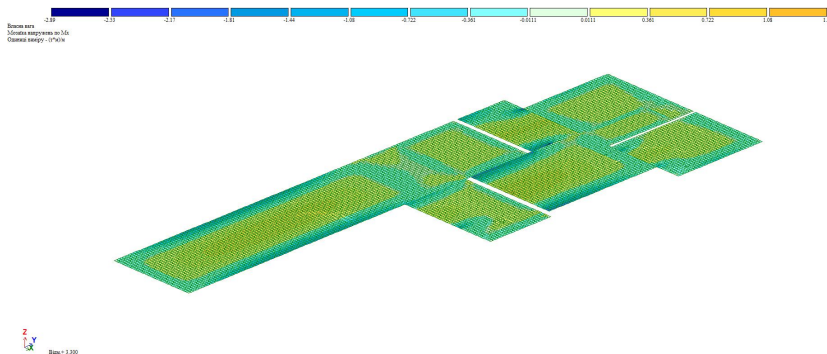
3.4 Статичний розрахунок та конструювання монолітного залізобетонного ростверку на відм. -1.600

Чисельний аналіз та конструювання залізобетонного монолітного ростверку товщиною 200 мм (на відмітці підлоги -1.600) реалізовано в програмному комплексі ЛІРА-САПР. Плитна частина фундаменту інтегрована в загальну просторову скінченно-елементну модель будівлі та розбита на плоскі трикутні й чотирикутні елементи оболонки. При формуванні розрахункової схеми враховано повний комплекс постійних навантажень (власна вага конструкцій, піріг підлоги підвалу/першого поверху, зворотна засипка), а також тимчасові та тривалі експлуатаційні навантаження, передані від надземних поверхів через вертикальні тримальні елементи (стіни й пілони). Розрахунок за першою та другою групами граничних станів (міцність і деформативність) виконано на основі сформованих розрахункових сполучень навантажень (РСН) відповідно до вимог ДБН В.2.6-98:2009 та ДБН В.2.1-10:2018.



Мозаїка переміщень по Z (G)

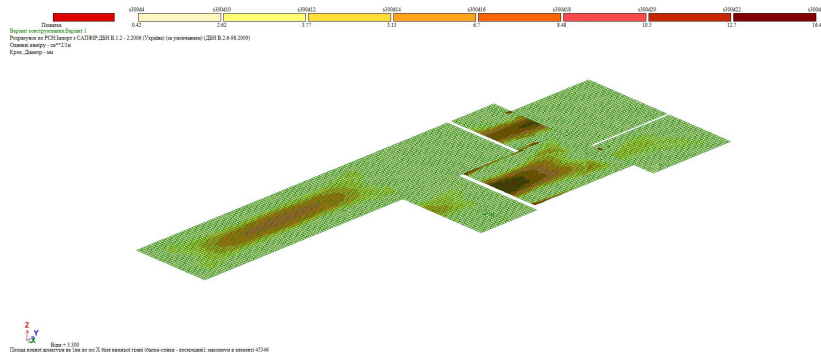
Аналіз результатів розрахунку показує рівномірний характер деформування плити перекриття під дією прикладених навантажень. Найбільші вертикальні переміщення виникають у центральних частинах найбільших прогонів, де конструкція працює на вигин. Максимальний прогин становить 16,3 мм, що не перевищує допустимих нормативних значень. Отримані результати свідчать про достатню жорсткість конструкції та відповідність вимогам другої групи граничних станів.



Мозаїка згинальних моментів M_x

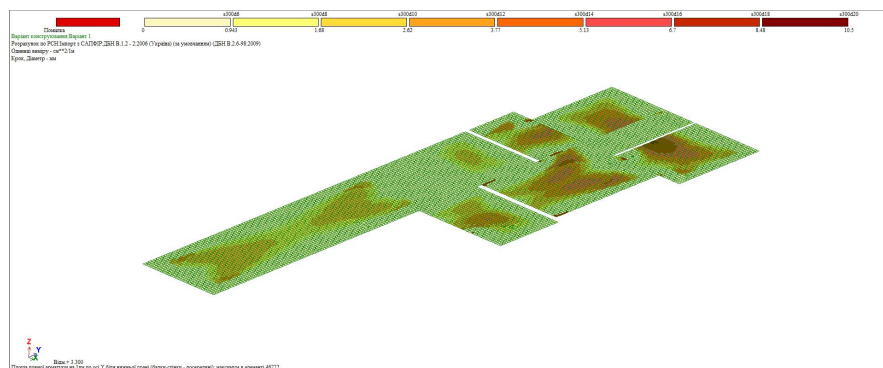
На мозаїці згинальних моментів по осі X спостерігається характерний для монолітних багатопрогенових плит розподіл зусиль. У середині прогонів формуються додатні згинальні моменти, які викликають розтяг нижньої зони плити. Над опорами виникають від'ємні моменти, що призводять до розтягу верхньої грані конструкції. Максимальні значення від'ємних моментів концентруються в місцях обпирання плити на несучі стіни та пілони, що визначає необхідність посиленого верхнього армування.

розподілу. Підвищені значення необхідної площі арматури локалізуються над несучими стінами та проміжними опорами. Отримані результати узгоджуються з епюрами від'ємних згинальних моментів та забезпечують надійну роботу конструкції в опорних зонах.



Площа повної арматури біля нижньої грані по осі X

Нижня робоча арматура по осі X призначена для сприйняття додатних згинальних моментів у прогонових ділянках. Найбільші значення площі армування спостерігаються в центральних частинах найбільших прольотів. Розподіл арматури відповідає характеру напружено-деформованого стану плити та забезпечує необхідну несучу здатність конструкції.



Площа повної арматури біля нижньої грані по осі Y

Результати підбору нижнього армування по осі Y підтверджують ефективну двонапрямну роботу монолітної плити. Максимальні значення площі арматури зосереджені в центральних частинах прогонів, де виникають найбільші розтягувальні напруження. Прийнята товщина плити забезпечує рівномірний розподіл зусиль та виключає появу локальних перевантажень.

Висновок

Комплексний просторовий статичний розрахунок монолітної плити ростверку в ПК ЛІРА-САПР підтвердив надійність та експлуатаційну придатність

прийнятого проектного рішення. Аналіз ізopolів вертикальних деформацій продемонстрував, що максимальне переміщення фундаментного контуру вниз за віссю Z становить 16,3 мм, що не перевищує гранично допустимих значень спільного осадження будівлі згідно з вимогами ДБН В.2.1-10:2018. Розподіл робочого армування (нижньої арматури в прогонових зонах та верхньої — у місцях стикування з надфундаментними стінами) чітко корелює з отриманими епюрами згинальних моментів. Запроектована товщина ростверку 200 мм у поєднанні з розрахунковим класом бетону та схемою армування повністю гарантує міцність, стійкість до продавлювання, жорсткість та довговічність підземної частини споруди.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Обґрунтування технологічних рішень та вихідні інженерно-геологічні показники

Майданчик будівництва розташовується в смт. Макарів (Київська область), займаючи площу 2382 м². Базуючись на даних інженерно-геологічних вишукувань, територія належить до III категорії складності. Геологічний розріз представлений сучасними техногенними насипами (ІГЕ-2), лісоподібними супісками (ІГЕ-3), дрібнозернистими пісками середньої щільності (ІГЕ-4), а також супісками пластичної консистенції (ІГЕ-5). У межах пробурених свердловин на глибині 2,0 м ґрунтові води зафіксовані. Цей фактор не дозволяє виконувати розробку ґрунту відкритим методом, наявна потреба у застосуванні спеціальних систем водозниження.

У якості надійної основи для фундаментної плити обрано лісоподібний супісок. Дослідження показали, що він втратив свої просідні властивості через попереднє замочування і наразі володіє необхідною фізико-механічною здатністю для сприйняття проєктних навантажень. Насипні ґрунтові масиви (ІГЕ-2) верхнього шару не придатні для ролі природної основи, тому в межах контуру споруди вони підлягають виїмці або глибокому ущільненню. Будівельний процес доцільно організувати потоковим способом, який гарантує чітку послідовність етапів: підготовчих, геодезичних, земляних, арматурних, монтажу опалубки, бетонування, влаштування ізоляції та фінішних робіт.

3.2 Організація підготовчого етапу та геодезична розбивка

Підготовчий період реалізується з суворим дотриманням нормативів ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва». Він включає комплекс організаційних та інженерно-технічних процедур, мета яких – повна підготовка будмайданчика до старту основних процесів. Згідно з висновками геологів, об'єкт зводиться у сприятливих умовах. Місцевість має похило-рівнинний рельєф із коливанням абсолютних відміток від +96,0 до +97,5 м.

Оскільки територія відповідає III категорії складності інженерно-геологічних умов, будівельно-монтажні роботи не можна проводити без впровадження специфічних методів стабілізації ґрунтів основи.

Очищення будмайданчика та його вертикальне планування здійснюється за допомогою бульдозера Caterpillar D5 (чи аналогічної спецтехніки). Для риття траншей, приямків та розробки інших земляних виїмок застосовується одноковшовий гідравлічний екскаватор JCB JS220 (див. рис. 3.1), оснащений ковшем об'ємом 1,0–1,25 м³. Пошарове ущільнення ґрунту під тимчасові під'їзні шляхи, складські зони та фундаментну підготовку виконується вібраційним самохідним котком НАММ 3411, робоча маса якого становить близько 11 тонн. Внутрішньомайданчикове транспортування матеріалів забезпечується фронтальним навантажувачем JCB 426 або ж телескопічним агрегатом JCB 535-95.



Рисунок 3.1 – Одноковшовий екскаватор JCB JS220

3.3 Технологія влаштування котловану та механізована розробка ґрунту

Механізована виїмка ґрунту для монолітної фундаментної плити регламентується положеннями ДБН А.3.1-5:2016. До земляних робіт приступають виключно після закінчення підготовчих заходів, перенесення осей будівлі в натуру та надійного закріплення висотних реперів. Згідно з проектом, глибина закладання підосви фундаменту становить 1,60 м від планувальної поверхні. Робочою основою виступають лесоподібні супіски (ІГЕ-3), параметри несучої здатності яких повністю задовольняють вимоги щодо навантажень від конструкцій будівлі.

Основний обсяг ґрунту розробляється гідравлічним екскаватором типу JCB JS220 зі зворотною лопатою (місткість ковша 1,0–1,2 м³). Зважаючи на помірну глибину виїмки та відсутність підземних вод на проєктних відмітках, формування котловану відбувається відкритим способом. Відпрацьований ґрунт завантажується в автомобілі-самоскиди КамАЗ-6520 (див. рис. 3.2) вантажопідйомністю від 20 до 25 тонн. Більша частина ґрунтових мас вивозиться на спеціалізовані полігони, тоді як необхідний об'єм складається на майданчику для виконання зворотного засипання пазух після завершення бетонування та влаштування гідроізоляції.



Рисунок 3.2 – Автосамоскид КамАЗ-6520

Оскільки новий стрічковий фундамент впритул примикає до існуючого корпусу ліцею (закладеного також на глибині 1,60 м), ділянка стикування потребує особливого технічного контролю. На цій зоні протяжністю близько 18 м виїмка ґрунту реалізується окремими захватками, щоб уникнути одночасного оголення значної довжини старого фундаменту. У безпосередній близькості до існуючих стін розробка здійснюється виключно ручним інструментом — це мінімізує ризик пошкодження конструкцій та зберігає природну щільність основи. Завершальним етапом механізованих робіт є ручне зачищення дна котловану (зрізання недобору 10–15 см) для виходу на ідеальні проєктні відмітки.

Після здачі-приймання котловану здійснюється інструментальний геодезичний контроль висот і планового положення. Далі виконується пошарове механізоване ущільнення основи під фундаментну плиту, після чого

будівельники переходять до влаштування бетонної підготовки, монтажу гідроізоляційного килима та армування конструкції.

3.5 Обґрунтування та вибір монтажного підйомно-транспортного обладнання

Підбір оптимального вантажопідйомного механізму для транспортування будівельних матеріалів на робочі горизонти, а також для монтажу елементів збірного залізобетону здійснюється на основі розрахунку необхідних монтажних параметрів: вантажопідйомності ($Q_{\text{необх}}$), висоти підйому гака ($H_{\text{необх}}$) та вильоту стріли ($L_{\text{необх}}$). Цей етап є ключовим для забезпечення безперервного темпу зведення надземної частини будівлі та безпечного ведення монтажних процесів.

Розрахунок ведеться за найбільш масивним монтажним елементом, яким у даному проєкті є збірна залізобетонна круглопустотна плита перекриття довжиною 8,5 м масою $m_{\text{тел}} = 3,15$ т. Маса вантажозахоплювальних пристроїв (чотиригільковий строп або спеціальна монтажна траверса, що запобігає виникненню критичних згинальних напружень у довгомірній панелі під час підйому) приймається $m_{\text{стр}} = 0,10$ т.

Необхідна вантажопідйомність крана визначається за формулою:

$$Q_{\text{необх}} = m_{\text{тел}} + m_{\text{стр}} = 3,15 + 0,10 = 3,25 \text{ т}$$

Необхідна висота підйому гака визначається за формулою:

$$H_{\text{необх}} = h_0 + h_z + h_{\text{ел}} + h_{\text{стр}}$$

де h_0 — максимальна висотна відмітка монтажного горизонту від рівня стоянки крана, $h_0 = 11,50$ м;

h_z — запас висоти з умов безпечного переміщення вантажу над будівельними перешкодами, конструкціями або парапетом, $h_z = 0,5$ м;

$h_{\text{ел}}$ — габаритна висота елемента у робочому положенні (товщина круглопустотної плити), $h_{\text{ел}} = 0,22$ м;

$h_{\text{стр}}$ — розрахункова висота стропування від верхньої грані вантажу до зівга гака крана, $h_{\text{стр}} = 2,5$ м.

$$H_{\text{необх}} = 11,30 + 0,5 + 0,22 + 2,5 = 14,52 \text{ м}$$

Виліт стріли $L_{\text{необх}}$ встановлюється графічним методом на розрізі будівлі

як відстань від вертикальної осі обертання поворотної платформи крана до центру ваги найвіддаленішого монтажного елемента. З урахуванням загальних габаритів споруди заввишки 11,3 м, ширини прилеглих конструкцій та необхідності дотримання безпечного відступу крана від бровки котловану або стін будівлі, приймаємо необхідний робочий виліт стріли $L_{\text{необх}} = 14,0$ м.

На основі розрахованих технічних параметрів ($Q = 3,25$ т, $H = 14,72$ м, $L = 14,0$ м) для комплексної механізації мурувальних та монтажних робіт приймається автомобільний кран КС-55713-1К-4 вантажопідйомністю 25 т на базі тривісного шасі КАМАЗ, обладнаний трисекційною телескопічною стрілою довжиною до 21,7 м.

Фактичні вантажовисотні характеристики обраного автомобільного крана КС-55713-1К-4 (при робочій довжині стріли 21,7 м та вильоті стріли 14,0 м) порівнюються з необхідними розрахунковими параметрами:

Фактична вантажопідйомність на заданому вильоті: $Q_{\text{ф}} = 4,2$ т $\geq Q_{\text{необх}}$ (3,25 т);

Фактична висота підйому гака при даній довжині стріли: $H_{\text{ф}} = 16,5$ м $\geq H_{\text{необх}}$ (14,72 м);

Фактичний виліт стріли: $L_{\text{ф}} = 18,0$ м $\geq L_{\text{необх}}$ (14,0 м).

Усі нормативні умови стійкості та безпечного підйому виконуються. Вибір автомобільного крана КС-55713-1К-4 є технічно виправданим та економічно обґрунтованим для заданих параметрів будівництва. Перед початком робіт робочий майданчик крана повинен бути спланований, а виносні опори (аутригери) встановлені на інвентарні дерев'яні або залізобетонні підкладки для запобігання просіданню ґрунту під час підйому важких плит довжиною 8,5 м.

3.6 Армування монолітних конструкцій залізобетонного каркаса

Виконання арматурних робіт належить до критично важливих етапів зведення тримального кістяка будівлі з несучими стінами, адже сталеві елементи сприймають розтягувальні та згинальні напруження, запобігають утворенню тріщин у муруванні та забезпечують сумісну просторову роботу всього комплексу конструкцій під дією експлуатаційних і кліматичних навантажень. Проєктом передбачено застосування для армування монолітних залізобетонних

поясів (розподільчих обв'язок), перемичок та монолітних ділянок арматурного прокату класу А400С, а для сіток горизонтального армування цегляної кладки — холоднотягнутого дроту класу Вр-I (або арматури класу А240С). Ці матеріали відзначаються високими міцнісними показниками, надійним зчепленням із розчином і бетоном, чудовою зварюваністю та є стандартом для цивільного будівництва.

Несуча система триповерхового житлового будинку вирішена у вигляді безкаркасної системи з поздовжніми та поперечними несучими стінами з цегли, які сприймають навантаження від міжповерхових перекриттів, покриття, власної ваги та транслюють їх на пальовий фундамент із ростверком. Для забезпечення надійної просторової жорсткості, геометричної незмінності стін та рівномірного розподілу зусиль від довгомірних круглопустотних плит перекриття (довжиною 8,5 м) по периметру будівлі на рівні кожної відмітки перекриття влаштовуються монолітні залізобетонні пояси. Армування цих поясів здійснюється просторовими або плоскими каркасами, які збираються безпосередньо в опалубці на стінах або заготовляються на приоб'єктному майданчику. Каркас формується з поздовжньої робочої арматури класу А400С та поперечних розподільчих хомутив, що фіксують стержні в проєктному положенні. Подача заготовок та арматурних стержнів на робочий горизонт виконується автомобільним краном КС-55713-1К-4.

Під час монтажу арматурні каркаси монолітних поясів укладаються на підготовлену поверхню цегляної кладки, вирівнюються за допомогою геодезичних інструментів та надійно з'єднуються у кутах і місцях перетину стін за допомогою Г-подібних або П-подібних анкерних випусків. Особлива увага приділяється забезпеченню нормативної товщини захисного шару бетону, що реалізується за допомогою встановлення спеціальних пластикових фіксаторів під нижні та бічні стержні каркаса. Дотримання цієї вимоги є критичним для захисту сталі від корозії та забезпечення необхідної вогнестійкості залізобетонного пояса. Після перевірки правильності встановлення арматури монтуються щити опалубки та здійснюється укладання бетонної суміші. Цей циклічний процес повторюється позахватно, гарантуючи безперервність обв'язувальних контурів

по всій висоті житлового будинку.

Додатковим етапом арматурних робіт є влаштування зв'язків дисків перекриття, що реалізується шляхом анкерування збірних круглопустотних плит ПК/ПБ 85.12. Робочі анкери виготовляються зі стержневої арматури класу А400С, приварюються до монтажних петель суміжних плит та закладаються у цегляну кладку або безпосередньо зв'язуються з арматурним каркасом монолітного пояса. Поздовжній шов уздовж стін та монолітні ділянки (міжплитні проміжки) армуються плоскими зварними сітками. Така конструктивна система перетворює збірний настил перекриття на жорсткий горизонтальний диск, який ефективно перерозподіляє зусилля на несучі стіни будівлі. Горизонтальні шви самої цегляної кладки стін додатково армуються кладочними сітками з кроком по висоті кожні 4-5 рядів у зонах концентрації напружень та під опорними ділянками перемичок.

Перед початком бетонування монолітних елементів та закриттям швів перекриття відповідальна комісія проводить інспекцію якості армування із підписанням актів на приховані роботи. На цьому етапі контролюються діаметри встановлених стержнів, крок укладання хомутів і сіток, довжина перепуску арматури при з'єднанні внапуск, надійність в'язальних або зварних стиків, а також правильність геометрії закладних деталей. Використання розрахункових класів арматури А400С та Вр-І у поєднанні з жорстким контролем технології гарантує проєкту високу несучу здатність, експлуатаційну надійність та просторову стійкість усього житлового будинку. Описаний інженерний підхід дозволяє сформувати довговічну кам'яну споруду, яка надійно сприйматиме всі види проектних вертикальних і горизонтальних навантажень.

3.7 Зведення зовнішніх огорожувальних конструкцій та внутрішніх цегляних стін

Для зведення стін та перегородок будівлі проєктом затверджено використання автоклавних газобетонних блоків стандартного розміру 600×300×200 мм. Застосування такого стінового матеріалу значно знижує загальне навантаження на залізобетонний каркас і фундамент, забезпечує високий показник термічного опору стін і суттєво пришвидшує процес кладки

завдяки великому формату та ідеальній геометрії блоків.

Перед початком мурувальних робіт перевіряються висотні відмітки монолітного перекриття, фактичне положення змонтованих колон та наявність відсічної гідроізоляції. Після виконання геодезичних розбивочних робіт на плиті перекриття відбивають лінії осей майбутніх стін, що слугує орієнтиром для правильного позиціонування кладки. Перший стартовий ряд газобетону обов'язково укладається на товстий шар вирівнювального цементно-піщаного розчину. Оскільки цей ряд задає площину для всієї подальшої стіни, його укладання супроводжується жорстким інструментальним контролем за допомогою нівеліра, будівельного рівня та натягнутого шнура. За рахунок зміни товщини цементного шва нівелюються всі дрібні нерівності перекриття.

Починаючи з другого ряду, газобетонні блоки монтуються виключно на спеціалізовану тонкошарову клейову суміш. Клей розподіляють рівномірно за допомогою зубчастої каретки або кельми, що дозволяє досягти товщини шва у 2-3 мм і мінімізувати появу містків холоду на фасаді. Вертикальні торцеві стики також ретельно промазуються клеєм згідно з інструкціями виробника матеріалу. Кладка ведеться з обов'язковим ланцюговим перев'язуванням швів — зміщення вертикальних стиків у суміжних рядах має складати не менше 80 мм. Горизонтальність та вертикальність рядів постійно перевіряють виском і правилом. Для точного підгону блоків застосовують киянку з гумовим бойком.

Щоб запобігти появі усадочних тріщин, стіни конструктивно армуються кожні 3–4 ряди. Для цього в тілі газобетону ручним або електричним штроборізом прорізають канали, куди закладають металеву арматуру і повністю замонолічують її клейовим складом. Також обов'язкове підсилення передбачене в підвіконних зонах, місцях спирання перемичок та в найбільш навантажених ділянках стіни. Окрему увагу приділяють системі кріплення газобетонної кладки до несучих монолітних колон. Для забезпечення гнучкого, але надійного зв'язку використовуються металеві анкери або перфоровані смуги, які дюбелями пристрілюються до бетону колони і закладаються в горизонтальний клейовий шов стіни. Такий вузол компенсує мікродеформації каркаса і не дає утворюватися тріщинам на стику матеріалів. Над дверними та віконними

отворами монтуються збірні залізобетонні або спеціальні U-подібні перемички.

Доставка палет із газобетоном на поверхи здійснюється баштовим краном або вилковим телескопічним навантажувачем. Безпосередня кладка виконується мулярами вручну. Невелика вага одного блоку і його рівні грані дозволяють вести роботу з високою продуктивністю. Після зведення стіни поверху робітники зачищають поверхню від напливів клею та здають роботу майстру. Інженерно-технічний персонал контролює вертикальність площин, товщину швів та загальну відповідність кладки кресленням АР. Вибрана технологія застосування блоків 600×300×200 мм гарантує будівлі високі теплотехнічні показники та дозволяє вкластися у стислі терміни будівництва.

3.8 Виконання штукатурних робіт

Після зведення всіх внутрішніх і зовнішніх стін, монтажу перегородок, прокладання прихованих інженерних комунікацій (електрика, труби) та закриття теплового контуру будівлі, розпочинається етап штукатурних робіт. Їхня головна мета — вирівнювання площин стін і стель, перекриття швів кладки та підготовка ідеальної основи під фінішне оздоблення (фарбування або шпалери). Оскільки газобетонні блоки мають високу пористість і сильно вбирають вологу, стіни перед штукатуренням ретельно знепилюють і рясно обробляють ґрунтовками глибокого проникнення. Це критично важливо для надійного зчеплення (адгезії) штукатурки з основою.

Використовуються екологічні сухі штукатурні суміші на гіпсовому в'язучому. Вони дозволяють створити дуже гладку поверхню, мають властивість регулювати вологість і створюють комфортний мікроклімат. У так званих "мокрих" зонах (санітарні вузли, душові, технічні кімнати у підвалі) застосовуються виключно цементно-піщані розчини, стійкі до впливу води. Для пришвидшення процесу та забезпечення однорідності шару нанесення штукатурки виконується механізованим способом за допомогою штукатурних станцій. Після накидання розчину на стіну майстри розрівнюють його алюмінієвими правилами по заздалегідь виставлених маякових профілях. Після етапу початкового схоплювання суміші поверхня підрізається і глянцеюється до ідеального стану.

На фінальному етапі проводиться контроль якості: перевіряється площинність (за допомогою двометрової рейки), вертикальність стін, відсутність мікротріщин, відшарувань або раковин. Якісно виконана штукатурка повністю відповідає вимогам ДБН до поверхонь, призначених під високоякісне фарбування в закладах освіти.

3.9 Виконання малярних робіт

Фінішне малярне оздоблення розпочинається виключно після закінчення всіх попередніх «мокрих» процесів (зокрема штукатурення), прокладання внутрішніх інженерних комунікацій та остаточного висихання підготовчих шарів. Головне завдання фарбувального циклу - захистити будівельні конструкції від негативного впливу середовища, підвищити санітарно-гігієнічні стандарти експлуатації та сформувати завершений естетичний вигляд інтер'єрів будинку.

До початку безпосереднього нанесення лакофарбових матеріалів площини проходять етап ретельної підготовки. Цей комплекс охоплює знепилювання поверхонь, згладжування дрібних нерівностей, суцільне або локальне шпаклювання мікродефектів і обов'язкове нанесення праймера (грунтовки). Оскільки від якості підготовчого шару напряду залежить адгезія, довговічність та візуальна привабливість готового покриття, цьому технологічному процесу приділяється максимальна увага.

Передбачено використання сучасних водоемульсійних фарб. Вони відрізняються високою екологічною чистотою, відсутністю токсичних випаровувань і повністю задовольняють жорсткі санітарно-епідеміологічні норми, встановлені для будівель. Для приміщень із вологим режимом експлуатації підбираються спеціалізовані вологостійкі фарби, стійкі до утворення грибка.

Фарбувальний процес реалізується переважно механізованим способом за допомогою апаратів безповітряного розпилення, що гарантує високу швидкість та ідеальну рівномірність шару. На складних ділянках та у важкодоступних зонах застосовується ручна праця (малярні валики та пензлі). Покриття формується у два шари з обов'язковим дотриманням технологічних пауз, необхідних для повної полімеризації попереднього нанесення.

По завершенню робіт інженерно-технічний персонал оцінює якість оздоблення: поверхні мають демонструвати однорідний тон, не містити напливів, нефарбованих зон чи слідів від робочого інструменту. Суворе дотримання технологічної карти малярних робіт гарантує тривалий термін служби покриття та підтримує належний санітарно-естетичний станбудівлі.

3.10 Влаштування конструкцій підлог

Підлоги належать до ключових елементів внутрішнього простору будівлі, оскільки саме вони приймають на себе всі інтенсивні експлуатаційні та динамічні навантаження від потоку людей, розміщення меблів і технологічного устаткування. «Пиріг» підлоги проєктується таким чином, щоб гарантувати високу зносостійкість, гігієнічність, безпеку пересування та повну відповідність функціональній специфіці кожного приміщення.

До влаштування підлог приступають лише після розведення трубних комунікацій, завершення штукатурних робіт та інших загальнобудівельних етапів. На початку поверхню залізобетонних плит перекриття ретельно очищають від будівельного сміття та знепилюють. За необхідності виведення площини в єдиний рівень влаштовується вирівнювальна цементно-піщана стяжка.

Стандартна структура підлоги формується з несучої основи, нівелюючого шару, звуко- чи гідроізоляційних прошарків та фінішного (чистого) покриття. Для різних блоків будинку підібрано індивідуальні рішення. Оптимальним варіантом є укладання комерційного лінолеуму. Цей матеріал відзначається чудовою стійкістю до стирання, невибагливістю в прибиранні та відповідає санітарним нормам. Перед його розстиланням стяжку ідеально вирівнюють і ґрунтують. Рулони матеріалу розкроюють по площі, після чого надійно фіксують на спеціальні дисперсійні клеї з обов'язковою герметизацією (гарячим зварюванням) стикувальних швів.

У зонах із максимальним транзитним трафіком (коридори, вестибюлі, сходові марші), а також у санітарних і технічних вузлах монтується підлогова керамічна плитка. Вона характеризується винятковою міцністю, нульовим водопоглинанням та стійкістю до механічних ударів. Плиткові елементи укладаються на підготовлену стяжку за допомогою цементно-клейових сумішей

із постійним контролем площинності. Після того як клей набирає первинної міцності, міжплиткові шви заповнюються водостійкими фугами (затирками).

Специфіка вологих приміщень (санвузли, душові) вимагає обов'язкового влаштування гідроізоляційного бар'єру перед початком облицювальних робіт, щоб унеможливити протікання води на нижні поверхи. Гідроізоляція наноситься на перекриття з обов'язковим заведенням на прилеглі стіни на висоту, вказану в проєкті. У приміщеннях актових та спортивних залів монтуються спеціалізовані амортизуючі спортивні покриття або посилений комерційний лінолеум, що витримує динамічні навантаження та захищає людей від травм.

Фінальним етапом є здача-приймання готових підлог. Технічний нагляд інспектує горизонтальність поверхні, надійність зчеплення лінолеуму чи плитки з основою, перевіряє покриття на відсутність пустот, тріщин або локальних здуттів. Грамотне комбінування та якісне укладання підлогових матеріалів дозволяє створити безпечне, гігієнічне та естетично привабливе середовище для комфортного проживання.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Сфера будівельного виробництва класифікується як галузь із підвищеним рівнем професійного ризику та високим показником потенційної небезпеки. Це об'єктивно зумовлено тим, що більшість технологічних операцій супроводжується виконанням складних висотних робіт, експлуатацією важкої спеціалізованої техніки, використанням вантажопідіймальних машин, а також інтенсивною роботою з електрифікованим інструментом. Відповідно до Закону України «Про охорону праці», пріоритетним завданням організації будівельного виробництва є формування безпечного середовища, яке гарантує збереження життя будівельників, мінімізацію ризиків травматизму та запобігання розвитку професійних захворювань [1]. Правова відповідальність за створення таких умов покладається на керівника підрядної організації.

Згідно з генеральним планом, об'єкт будівництва розташований у межах громадської забудови в районі м. Макарів. Проектно-кошторисна документація передбачає виконання комплексного циклу робіт, що включає розробку котлану, влаштування арматурних каркасів, укладання монолітного бетону, виконання будівельних та монтажних і фінішних оздоблювальних процесів із залученням габаритної техніки [6]. Виконується обов'язкова розробка Проекту організації будівництва (ПОБ) та Проекту виконання робіт (ПВР) із деталізацією технологічних карт безпеки. Заходи безпеки мають бути спрямовані на забезпечення повної ізоляції мешканців прилеглих будинків та пішоходів від впливу небезпечних виробничих факторів: будівельного пилу, шуму, руху транспорту та небезпечних зон роботи кранів [2, 3].

Для забезпечення належних умов праці на об'єкті необхідне системне використання сертифікованих засобів індивідуального й колективного захисту. Обов'язковим є дотримання нормативів щодо просторової організації будмайданчика: облаштування суцільного огороження висотою не менше 2,0 м із захисними козирками біля пішохідних зон, планування протипожежних розривів, забезпечення електробезпеки при використанні тимчасових мереж

живлення напругою 380/220В. В умовах дії правового режиму воєнного стану особливої уваги потребує система цивільного захисту. Керівництво будівельної організації зобов'язане затвердити алгоритм дій під час сигналу повітряної тривоги, облаштувати на території або поблизу неї захисне укриття, що відповідає правилам двох стін або є підвальним приміщенням із перекриттям належної несучої здатності [1, 4].

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проєктування

4.2.1 Аналіз умов праці під час виконання бетонних робіт

Технологічно складним та багатоетапним процесом зведення будівлі є укладання, розподіл та ущільнення бетонної суміші. Ці операції виконуються за допомогою високопродуктивних автобетононасосів та ручних електромеханічних глибинних вібраторів. Під час виконання комплексу робіт виробничий персонал постійно перебуває під впливом низки небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища. Згідно з класифікацією ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007, ці фактори диференціюються на фізичні (рухомі частини машин, висота, шум понад 80 дБА, локальна вібрація), хімічні (токсичні та лужні домішки в бетоні) та психофізіологічні (статичні та динамічні перевантаження) [4].

Під час подачі бетонної суміші автобетононасосом працівники змушені знаходитися безпосередньо в зоні дії розподільчої стріли та гнучких шлангів. У разі порушення інструкцій з експлуатації або виникнення гідравлічних ударів існує ймовірність травмування працівників внаслідок раптової розгерметизації бетонопроводів, які перебувають під тиском до 85 бар [2, 4].

Підвищену небезпеку становлять роботи з бетонування перекриттів, ригелів і колон на висоті. Відсутність тимчасових інвентарних захисних огорожень висотою 1,1 м, порушення технології кріплення щитів опалубки або ігнорування засобів індивідуального страхування призводить до критичного ризику падіння працівників [2, 4].

При роботі з глибинними вібраторами для ущільнення суміші оператори

зазнають інтенсивного впливу локальної вібрації частотою понад 50 Гц. Тривалий вплив цих факторів провокує розвиток професійних вібраційних захворювань [4]. Експлуатація електрообладнання в умовах підвищеної вологості будівельного майданчика (волога бетонна суміш, металевий арматурний каркас) створює смертельні ризики. Пошкодження ізоляції кабелів живлення, відсутність захисного заземлення корпусу вібратора (опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 4 Ом) або використання пошкоджених подовжувачів може призвести до ураження електричним струмом, а також до виникнення небезпечної крокової напруги навколо обладнання [2, 4].

До шкідливих виробничих факторів також належать: некомфортний мікроклімат, інтенсивна запиленість робочої зони концентрацією понад 6 мг/м³ на етапах сухої підготовки та недостатня освітленість у вечірній час (менше 50 лк). Роботи виконуються переважно просто неба, тому при швидкості вітру понад 15 м/с будь-які роботи з подачі бетону стрілами бетононасосів або кранами категорично забороняються. Психофізіологічне навантаження зумовлене значним фізичним виснаженням при роботах з вібраторами та бетоноводами [1, 4].

4.2.2 Висновки щодо аналізу небезпек

Детальний аналіз умов праці засвідчує, що під час виконання монолітних залізобетонних робіт на об'єкті зведення житлового будинку персонал зазнає безперервного впливу фізичних та психофізіологічних факторів [4]. Найбільш небезпечними є операції на висоті понад 1,3 м, експлуатація електрообладнання у вологих умовах та робота в небезпечній зоні дії стріли автобетононасосів. Серед шкідливих впливів превалюють промисловий шум, локальна вібрація, подразнюючий лужний вплив цементу на відкриті ділянки шкіри та дихальні шляхи [4]. Повністю усунути ці фактори неможливо, проте їхній вплив підлягає жорсткому контролю завдяки впровадженню нормативних організаційних, інженерно-технічних та архітектурно-планувальних заходів та використанню відповідних засобів індивідуального захисту [2].

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування

4.3.1 Методика оцінювання ризиків

Оцінювання професійних ризиків є основним превентивним інструментом управління охороною праці на підприємстві. Завдання полягає у завчасному виявленні небезпечних факторів, визначенні рівня їхньої критичності на основі матричних моделей та розробленні заходів для зниження ймовірності травмування до прийнятного (допустимого) рівня [1]. Застосовується стандартизований матричний метод, що базується на об'єктивному співставленні категорії серйозності медичних наслідків небезпечної події та статистичної ймовірності її фактичного виникнення на робочому місці [4].

Категорія I відповідає катастрофічним наслідкам, що можуть призвести до множинних травм або летального результату. Категорія II описує події з тяжкими травмами (переломи, ампутації) та стійкою втратою працездатності. Категорія III охоплює травми середнього ступеня тяжкості, що вимагають тривалого лікування, а категорія IV - незначні фізичні ушкодження (мікротравми), які обходяться без тривалих наслідків. Імовірність виникнення події оцінюється за шкалою від A (дуже часто, подія є очікуваною) до E (практично неймовірно, виняткові обставини) [4].

Для дослідження обрано типове робоче місце бетонника, до обов'язків якого входить прийом, укладання та вібраційне ущільнення бетонної суміші у підготовлену опалубку [2]. Під час бетонування міжповерхових перекриттів і монолітних поясів робітники тривалий час працюють на висоті понад 1,3 метра. За відсутності надійних інвентарних захисних огорожень або за умов невикористання страхувальних систем (запобіжних лямкових поясів) виникає безпосередня загроза падіння з висоти [4].

Наслідками таких випадків найчастіше стають складні переломи кінцівок і тазу, тяжкі черепно-мозкові травми або летальний випадок. Відповідно до класифікаційної матриці, категорія наслідків визначається як I (катастрофічна). Імовірність виникнення такої події за умов порушення техніки безпеки

класифікується як С (можлива). Розрахунковий індекс професійного ризику становить 1С (неприпустимий ризик). Цей показник категорично вимагає призупинення виконання технологічних операцій до моменту повного впровадження інженерно-технічних засобів захисту [4].

4.3.2 Оцінювання ризику ураження електричним струмом

Другим критичним напрямком є ризик ураження персоналу струмом під час безпосередньої експлуатації електричних глибинних вібраторів, пересувних бетонозмішувачів та мобільних освітлювальних установок. Проведення бетонних робіт значно ускладнюється наявністю атмосферних опадів, об'єктивно високою вологістю свіжоукладеного бетону та наявністю розгалуженого металевого арматурного каркаса. У випадку експлуатації електрообладнання з пошкодженою або зношеною ізоляцією кабелів, використання саморобних штепсельних з'єднань або роботи без контуру захисного заземлення виникає безпосередня загроза проходження електричного струму через тіло робітника [4].

Наслідками такого ураження можуть стати глибокі термічні опіки тканин, фібриляція шлуночків серця, раптова зупинка дихання або миттєвий летальний випадок [4]. Категорія наслідків визначається експертами як І (катастрофічна). Імовірність настання події за умови недостатнього інженерного контролю стану тимчасових електромереж будмайданчика оцінюється на рівні С (можлива). Відповідно, індекс ризику дорівнює 1С (неприпустимий ризик). Цей показник вимагає обов'язкового встановлення пристроїв захисного відключення (ПЗВ) зі струмом витоку не більше 30 мА, регулярного контролю опору ізоляції та забезпечення працівників діелектричними гумовими чоботами і рукавицями [4, 5].

4.4 Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів щодо покращення умов праці

На основі детального аналізу умов праці та розрахованих показників професійних ризиків було сформовано комплексний пакет організаційних, технічних та архітектурно-планувальних рішень. Їхня головна мета - підвищення

загального рівня безпеки праці на об'єкті та кардинальне зниження рівня виробничого травматизму під час виконання земляних, арматурних, монолітних бетонних та монтажних робіт [2, 4].

4.4.1 Організаційні заходи з охорони праці

До самостійного виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті допускаються виключно особи, які досягли 18-річного віку, пройшли попередній медичний огляд щодо придатності до будівельних робіт. Перед допуском до роботи вони прослуховують вступний та первинний інструктажі з техніки безпеки на робочому місці, а також проходять повноцінне навчання безпечним методам виконання технологічних операцій [1, 5]. Працівники, залучені до робіт із підвищеною небезпекою, зобов'язані проходити спеціалізоване теоретичне і практичне навчання та щорічну перевірку знань згідно з регламентом НПАОП 0.00-4.12-05. Виконання робіт підвищеної небезпеки здійснюється виключно за нарядом-допуском [5].

Наказами по підприємству на будмайданчику призначаються відповідальні інженерно-технічні працівники: керівник виконання робіт (виконроб), особа, відповідальна за безпечну експлуатацію вантажопідіймальних машин (кранів), відповідальний за електрогосподарство (із групою допуску не нижче IV) та особа, відповідальна за пожежну безпеку. Весь виробничий персонал забезпечується повним комплектом засобів індивідуального захисту: касками, сигнальними жилетами, міцним спецодягом, спецвзуттям із металевим підноском та антипрокольною пішвою, захисними окулярами закритого типу, віброзахисними рукавицями та випробуваними страхувальними поясами [1, 4]. Інфраструктура майданчика повинна включати теплі зони відпочинку, санітарно-побутові приміщення, пункти питної води та укомплектовані медичні аптечки [1, 6].

4.4.2 Заходи безпеки під час виконання земляних робіт

Перед безпосереднім початком виїмки ґрунту під влаштування фундаментів обов'язково проводиться інструментальна геодезична розбивка місцевості для точного визначення трас залягання існуючих підземних

інженерних комунікацій (водопроводів, силових кабелів, газопроводів) [2]. Розробка ґрунту в межах охоронних зон цих мереж дозволяється виключно після отримання письмового дозволу та в присутності представників експлуатуючих організацій, при цьому застосування ударних інструментів ближче 0,25 м до комунікацій забороняється. Виїмка ґрунту здійснюється з суворим дотриманням нормативних кутів нахилу стінок або з обов'язковим влаштуванням інвентарних кріплень стінок траншей для забезпечення стабільності укосів [3]. У зонах можливого пересування людей траншеї огорожуються інвентарними бар'єрами висотою не менше 1,2 м [4].

Категорично забороняється складування будівельних матеріалів та відвалів ґрунту ближче ніж на 0,5 м від брівки виїмки (у межах розрахункової призми можливого обвалення). Доступ робітників у небезпечну зону дії ковша екскаватора дозволяється лише після повної зупинки двигуна та опускання ковша на землю. Для запобігання електротравматизму при використанні заглибних насосів для водовідливу з котлованів монтується контур захисного заземлення, а насоси підключаються через ПЗВ. Електротехнічний персонал повинен застосовувати випробувані діелектричні засоби захисту [2].

4.4.3 Заходи безпеки під час виконання бетонних робіт

Для ефективного зниження акустичного та вібраційного навантаження від роботи бетононасосів й глибинних вібраторів застосовується спеціальне обладнання зі зниженими шумовими показниками та віброізоляційними прокладками на руків'ях [4]. Допустимий час перебування робітників у зоні підвищеного шуму регламентується, а також встановлюється лімітована тривалість безперервної роботи операторів із віброінструментом (не більше 30-40 хвилин безперервної роботи з обов'язковими перервами). Працівники в обов'язковому порядку забезпечуються віброзахисними рукавицями та протишумовими вкладишами [4]. Перед початком бетонування виконроб зобов'язаний перевірити надійність кріплення стійок, ригелів та щитів опалубки.

Пожежна безпека об'єкта під час виконання монолітних робіт забезпечується встановленням пожежних щитів на кожні 5000 кв.м території.

Щит має бути укомплектований двома порошковими вогнегасниками (об'ємом не менше 5 літрів кожен), ящиком з сухим піском (0,5 куб.м), штиковими лопатами, баграми та пожежними сокирами [2]. Усі евакуаційні шляхи, проходи та під'їзди до пожежних гідрантів утримуються повністю вільними від будівельних матеріалів. Паління на майданчику дозволяється виключно у спеціально відведених місцях, обладнаних урнами з водою та відповідними знаками. Всі працівники повинні пройти протипожежний інструктаж.

4.4.4 Заходи безпеки в умовах воєнного стану

Враховуючи реалії воєнного стану, організація будівельного процесу житлового будинку має в обов'язковому порядку передбачати ризики ракетних ударів та падіння уламків збитих цілей [1, 4]. На будівельному майданчику розробляється, затверджується наказом і вивіщується на стендах чіткий порядок дій персоналу під час отримання сигналу «Повітряна тривога». Всі працівники під особистий розпис у журналі інструктажів ознайомлюються з безпечними маршрутами евакуації до найближчого укриття.

Під час оголошення тривоги персонал зобов'язаний негайно припинити виконання будь-яких технологічних робіт та зупинити роботу будівельного обладнання, бетононасосів кранів, тощо, відключити загальне електроживлення рубильником, опустити вантажі на землю, після чого максимально швидко евакуюватися до захисної споруди. Після відбою тривоги керівник робіт здійснює візуальний огляд території. У разі виявлення уламків або нерозірваних боєприпасів будь-які роботи забороняються, подальші дії координуються виключно зі спеціалізованими піротехнічними підрозділами ДСНС [1, 4].

На об'єкті додатково формуються розширені медичні аптечки, до складу яких входять кровоспинні турнікети типу САТ та гемостатичні бинти для надання долікарської допомоги при мінно-вибухових травмах.

4.4.5 Рекомендації щодо впровадження запропонованих заходів

Для гарантування довгострокової ефективності розроблених заходів безпеки необхідним є впровадження дієвої системи безперервного багаторівневого контролю. Треступеневий контроль за станом охорони праці має

здійснюватися безпосереднім керівником робіт (майстром) щоденно, кваліфікованим інженером з охорони праці щотижнево та комісією з керівництва підприємства щомісячно. Превентивним напрямком профілактики травматизму залишається постійне підвищення професійної кваліфікації працівників шляхом проведення регулярних, позапланових та цільових інструктажів [5].

Щоденному технічному контролю перед початком робочої зміни підлягає стан будівельних машин, вантажозахоплювальних пристроїв (ланцюгових та канатних стропів на наявність обривів дротин) та електрообладнання. Експлуатація механізмів із видимими дефектами категорично забороняється та карається дисциплінарними стягненнями [2, 5]. Рекомендується запровадити на підприємстві систему оперативного моніторингу робочих місць із обов'язковою документальною фіксацією виявлених порушень у журналах, а також здійснювати періодичний аудит та переоцінку динаміки виробничих ризиків за стандартом ISO 45001 [1]. Сумлінна реалізація комплексу заходів дозволить забезпечити високий нормативний рівень безпеки на будмайданчику та звести до мінімуму ризики травмування персоналу [1, 4].

4.5 Висновки

У розділі було проведено детальний та всебічний аналіз умов праці під час будівництва багатоквартирного житлового будинку в умовах ущільненої забудови смт Макарів. У ході дослідження чітко ідентифіковано перелік небезпечних і шкідливих факторів, що супроводжують виконання земляних, бетонних та монтажних робіт. Встановлено та технічно обґрунтовано, що найбільшу потенційну небезпеку для здоров'я і життя становлять операції, які виконуються на висоті (крайові зони перекриттів без огорожень), експлуатація вантажопідіймальних механізмів (баштових кранів), робота з тимчасовим електрообладнанням у вологому середовищі та залучення важких автобетононасосів.

Застосування стандартизованого матричного методу для оцінювання виробничих професійних ризиків на типовому робочому місці бетонника математично підтвердило, що без вжиття інженерних захисних заходів ризики

падіння працівника з висоти та ризику ураження електричним струмом класифікуються як надмірні та неприпустимі (індекс 1С). З метою зниження ймовірності травматизму до нормативно прийнятного рівня було розроблено обґрунтований комплекс організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів. Такі рішення включають безпечну просторову організацію будмайданчика, повне забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (каски, пояси, діелектричні рукавиці), підвищення рівня електробезпеки (встановлення ПЗВ) та пожежної профілактики, а також впровадження обов'язкових заходів цивільного захисту, адаптованих до умов воєнного стану (евакуаційне укриття). Запропоновані проєктні рішення повністю відповідають чинним нормативним вимогам ДБН, ДСТУ та НПАОП і гарантують створення безпечних умов праці для всіх учасників будівельного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 3 Закон України «Про охорону праці».
- 4 ДБН А.3.2-2:2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.
- 5 ДБН В.1.2-12-2008. Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки.
- 6 ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007. Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів під час виконання будівельних робіт.
- 7 НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.
- 8 ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій.
- 9 НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті»;
- 10 ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці»;
- 11 ДСТУ EN 361:2017 «Індивідуальне спорядження для захисту від падіння з висоти. Спорядження для всього тіла»;
- 12 ДСТУ EN 397:2017 «Каски захисні промислові»;
- 13 Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів : затверджені наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 13.02.2012 № 91.
- 14 ДБН В.2.5-28:2018. Природне та штучне освітлення. – Київ : Мінрегіон України, 2018.
- 15 ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будівель і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення (зі зміною № 1). – Київ, 2010.
- 16 ДСТУ Б В.2.6-207:2015. Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будинків і споруд. – Київ, 2015.
- 17 ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Київ : Мінрегіон України, 2021.

- 18 ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Київ, 2016.
- 19 ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна № 1. – Київ, 2006.
- 20 ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення (зі зміною № 1). – Київ, 2009.
- 21 ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні вимоги до проектування (зі зміною № 1). – Київ, 2013.
- 22 ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будівель і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ, 2010.
- 23 ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти будівель і споруд. Основні положення. – Київ, 2018.
- 24 ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення (зі зміною № 1). – Київ, 2018.
- 25 ДБН В.2.6-161:2017. Дерев'яні конструкції. Основні положення. – Київ, 2017.
- 26 ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – Київ, 2016.
- 27 ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013. Настанова щодо монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем. – Київ, 2013.
- 28 ДБН А.2.1-1:2008. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Інженерні вишукування для будівництва. – Київ, 2008.
- 29 ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – Київ, 2019.
- 30 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів та пожеж. Будівельна кліматологія. – Київ, 2010.
- 31 ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування (зі змінами № 1 та № 2). – Київ, 2006.

32 Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія», освітньо-професійної програми «Промислове та цивільне будівництво» / уклад. К. В. Спіранде, С. В. Бутенко, С. В. Бутнік, В. А. Александрович, О. В. Кабусь. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 31 с.