

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

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

Кафедра будівельних конструкцій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

БАГАТОПОВЕРХОВИЙ МОНОЛІТНИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК ІЗ КВАРТИРАМИ НА 2-Х РІВНЯХ У м. УМАНЬ

Виконав: студент IV курсу, групи БтаЦІ 2022-3
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
ОПП «Промислове та цивільне будівництво»
Гавшин Микита Віталійович

Керівник: к.т.н., доц. Петренко Д.Г.

Рецензент: к.т.н., доц. Бутенко С.В.

2026 рік

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. завідувача кафедри БК



доц. Спіранде К.В.

“1” червня 2026 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

Гавшин Микита Віталійович

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Багатопверховий монолітний житловий будинок
із квартирами на 2-х рівнях у м. Умань*

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

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

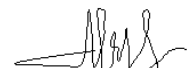
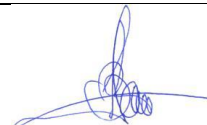
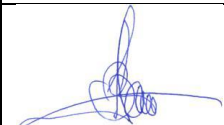
Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: *інженерно-геологічні умови, основні
вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-
планувальне рішення об'єкту.*

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

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

- архітектурно-будівельна частина: *фасади будівлі, генеральний план, плани
поверхів, розрізи;*
- розрахунково-конструктивна частина: *розрахунок та проєктування
фундаментної плити, розрахунок та проєктування плити перекриття,
розрахунок та проєктування несучої стіни;*
- технологічні рішення та організація будівництва: *технологічна карта на
зведення стін та перекриття типового поверху.*

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Керівник кваліфікаційної роботи



к.т.н., доц. Петренко Д.Г.

Завдання прийняв до виконання



Гавшин М.В.

Дата видачі завдання “1” червня 2026 р.

ЗМІСТ

Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина.	6
1.1. Рішення генерального плану будівництва.....	6
1.2. Об'ємно-планувальне рішення споруди.....	7
1.3. Конструктивне вирішення будівлі.....	9
1.4. Архітектурне рішення фасаду.....	10
1.5. Інженерно-технічне обладнання.....	11
1.6. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	14
Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина.	17
2.1 Основи та фундаменти.....	17
2.1.1. Визначення напруги під подошвою фундаменту	17
2.1.2. Розрахунок та конструювання фундаментної плити.....	21
2.2 Конструкції надземної частини споруди	33
2.2.1. Розрахунок монолітної залізобетонної плити	33
2.2.1.1. Матеріали для плит	34
2.2.1.2. Вихідні дані.....	34
2.2.1.3. Збирання навантажень на монолітне перекриття	35
2.2.1.4. Розрахунок несучої здатності плити	36
2.2.1.5. Конструювання арматури плити перекриття	37
2.2.2. Розрахунок внутрішньої поперечної несучої стіни	38
2.2.2.1 Матеріали для стін	39
2.2.2.2 Визначення вітрового навантаження на вертикальні конструкції (стіни)	40
2.2.2.3 Збір вертикальних навантажень	42
2.2.2.4 Визначення зусиль, що діють на стовп.....	45
2.2.2.5 Перевірка несучої здатності та армування позацентрово стиснутого бетонного стовпа	46
2.2.2.6 Переваги запропонованих рішень та заходи щодо забезпечення довговічності.....	47
Розділ 3 Технологія будівельного виробництва.	48
3.1. Проектування будівельного генерального плану	48
3.2. Характеристика умов будівництва та основні конструктивні рішення будівлі.....	48

3.3. Обґрунтування методів виконання основних робіт	49
3.4. Технологічна карта на зведення стін та перекриття типового поверху	57
3.4.1. Організація та технологія будівельного процесу.....	57
3.4.2. Техніка безпеки	61
3.5. Методи виконання будівельно-монтажних робіт	62
Розділ 4 Охорона праці.....	66
4.1. Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні	66
4.2. Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек.....	69
4.3. Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування.....	72
4.4. Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	82

Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина.

1.1. Рішення генерального плану будівництва

Майданчик будівництва розташований у центральній частині м. Умань Черкаської області. Клімат району помірно континентальний. Середньорічна температура повітря становить близько $+8,5^{\circ}\text{C}$, середня температура найтеплішого місяця липня $+20,5^{\circ}\text{C}$, а найхолоднішого місяця січня $-5,5^{\circ}\text{C}$. Абсолютна мінімальна температура повітря сягає -32°C , максимальна $+38^{\circ}\text{C}$.

Переважаючі напрямки вітрів: взимку – західні та північно-західні, влітку – північно-західні та північні. Середньорічна кількість опадів становить близько 520 мм, максимальна добова кількість – до 60 мм. Сніговий покрив утримується в середньому 90–110 днів на рік. Глибина промерзання ґрунту становить приблизно 1,2 м.

Рельєф території спокійний, слабохвилястий, з незначними перепадами висот. Абсолютні відмітки поверхні змінюються в межах 170,00–185,00 м.

З метою покращення санітарно-гігієнічних умов та зниження рівня шуму передбачено благоустрій і озеленення території. На прибудинковій території запроектовано зони відпочинку, дитячі майданчики та майданчики для короткочасного перебування мешканців.

Генеральний план ділянки розроблено з урахуванням містобудівних умов та обмежень, вимог чинних нормативних документів, зокрема ДБН Б.2.2-12:2019, а також санітарних, протипожежних та екологічних вимог.

Проектом передбачено раціональне функціональне зонування території з виділенням зон забудови, транспортного обслуговування, відпочинку та озеленення. Розміщення будівлі на ділянці виконано з урахуванням інсоляції, провітрювання території та забезпечення нормативних розривів між будівлями і спорудами.

Транспортна схема вирішена з урахуванням зручного та безпечного під'їзду до будівлі. Передбачено основний та допоміжний під'їзди, а також проїзди з твердим покриттям для руху легкового та спеціального транспорту.

Ширина проїздів прийнята відповідно до нормативних вимог і забезпечує можливість проїзду пожежної техніки. Передбачено майданчики для розвороту транспортних засобів. Для тимчасового зберігання автомобілів запроєктовано гостьові стоянки.

Пішохідні зв'язки організовано у вигляді мережі тротуарів та доріжок, що забезпечують зручне пересування між функціональними зонами. Передбачено безперешкодний доступ для маломобільних груп населення, у тому числі влаштування пандусів та знижених бордюрів.

Вертикальне планування території виконано з урахуванням існуючого рельєфу та забезпечення відведення поверхневих вод. Ухили поверхні прийняті в межах нормативних значень і спрямовані у бік дощоприймальних пристроїв. Передбачено організоване водовідведення з території ділянки.

Інженерне забезпечення об'єкта передбачає підключення до існуючих мереж водопостачання, каналізації, електропостачання та інших комунікацій. Розміщення інженерних мереж виконано з урахуванням охоронних зон та вимог безпеки експлуатації.

Благоустрій території включає влаштування зон відпочинку, дитячих та господарських майданчиків. Передбачено встановлення малих архітектурних форм – лавок, урн, освітлювальних приладів. Озеленення території здійснюється шляхом висадження дерев, кущів та влаштування газонів, що сприяє покращенню мікроклімату та зниженню рівня шуму.

Протипожежні заходи передбачають забезпечення під'їзду пожежної техніки до будівлі, влаштування проїздів необхідної ширини та розміщення пожежних гідрантів на нормативній відстані.

1.2. Об'ємно–планувальне рішення споруди

Будинок житловий, середньої поверховості, призначений для постійного проживання людей. За функціональним призначенням відноситься до багатоквартирних житлових будинків та запроєктований відповідно до вимог ДБН В.2.2-15:2019.

Об'ємно-планувальне рішення будівлі прийнято з урахуванням забезпечення комфортних умов проживання, раціонального використання площ та ефективної організації внутрішнього простору. Будинок має компактну об'ємно-просторову структуру з чітким функціональним зонуванням.

Вхід до житлових квартир здійснюється через загальний комунікаційний вузол, який включає сходову клітку. Планувальна схема будівлі – секційна. Сходова клітка забезпечує вертикальні зв'язки між поверхами та евакуацію мешканців у разі пожежі.

Будинок складається з п'ятнадцяти дворівневих п'ятикімнатних квартир та однієї дворівневої чотирикімнатної квартири. Дворівнєве планування квартир забезпечує функціональне розділення зон: денна зона (вітальня, кухня) розміщується на нижньому рівні, нічна зона (спальні) – на верхньому рівні.

До складу кожної квартири входять:

- житлові приміщення (загальна кімната, спальні);
- підсобні приміщення (передпокій, кухня, ванна кімната, вбиральня, комора);
- літні приміщення (лоджії).

У квартирах передбачено по два санітарні вузли, що підвищує комфорт проживання: один розташований при кухні (вбиральня з рукомийником), інший – у зоні спалень (ванна кімната з умивальником та унітазом).

Будівля має сім поверхів, включаючи мансардний та підвальний рівні. Висота поверхів становить 3,3 м, що забезпечує нормативні санітарно-гігієнічні умови та достатній об'єм повітря в приміщеннях.

Мансардний поверх за планувальним рішенням повторює типові поверхи, однак має конструктивні особливості, зумовлені наявністю похилих огорожувальних конструкцій покрівлі. Це впливає на конфігурацію стін і розміщення віконних прорізів, що забезпечують природне освітлення приміщень.

Підвальний поверх використовується для розміщення інженерних комунікацій та технічних приміщень, що забезпечують експлуатацію будівлі.

Об'ємно-просторове рішення будівлі забезпечує:

- раціональне планування квартир;
- ефективні вертикальні та горизонтальні зв'язки;
- нормативну інсоляцію та природне освітлення приміщень;
- відповідність санітарним, протипожежним та експлуатаційним вимогам.

1.3. Конструктивне вирішення будівлі

На підставі об'ємно-планувальних рішень прийнято наступні конструктивні рішення будівлі.

Основними конструкціями, що несуть, є монолітні зовнішні стіни товщиною 300 мм, внутрішні стіни товщиною 200 мм як поздовжні, так і поперечні.

Як фундамент під будівлю служить монолітна залізобетонна плита товщиною 800 мм. Призначення фундаменту – сприймати навантаження від елементів будинку і передавати їх на основу.

Зовнішні стіни, що огороджують, прийняті тришаровими. Внутрішній шар виконаний з моноліту товщиною 340 мм, середній шар – з утеплювача (пінополістирол щільністю 100 кг/м³), зовнішній шар – з облицювальної цегли на цементно-піщаному розчині.

Утеплювач прикріплюються до несучих стін за допомогою анкерів, замонолічених у стіну.

Сходові марші та майданчики – з монолітного залізобетону. Огородження сходів – типові металеві.

Плити перекриття прийняті суцільними монолітними товщиною 200 мм із важкого бетону C16/20.

Виконуючи несучі та звукоізолюючі функції, перекриття розділяють будинок за висотою на поверхи. Розрізняють перекриття міжповерхові, горищні та надпідвальні. Міжповерхові перекриття повинні бути звуконепроникними, а горищні та перекриття над надпідвальними приміщеннями –

нетеплопровідними. Міжповерхові перекриття включають такі основні елементи: несучу конструкцію (моноліт), підлогу, стелю та заповнення (у міжповерхових – звукоізолюючий шар; у горищних та у перекриттях над підпіллям – утеплюючий шар).

У плитах також передбачаються канали електропроводки. Армування перекриттів і покриттів здійснюється зварними сітками арматури класів А240 та А400, що укладаються внахлест. Сітки збираються із окремих стрижнів, які між собою зварюються.

Міжкімнатні перегородки-товщиною 120мм з цегли, яка потім оштукатурюється з двох сторін і армуються вертикальними сітками Ф6 А240 з осередками 200х200мм.

Плити лоджій та балконів плоскі залізобетонні. Елементи з покриттям підлоги із керамічної плитки без спеціальної гідроізоляції.

Горищне приміщення запроектовано теплим.

Покрівля прийнята тришарова, скатна рулонна, яка влаштовується по дерев'яному настилу завтовшки 30 мм. Гідроізоляційний килим влаштовують шляхом склеювання між собою верств рулонного покрівельного матеріалу гарячим бітумними мастиками.

Горищні двері повинні мати щільні притвори по всьому периметру.

1.4. Архітектурне рішення фасаду

Архітектурне рішення фасадів будівлі сформоване на основі прийнятих об'ємно-планувальних та конструктивних рішень і відповідає вимогам ДБН В.2.2-15:2019 та сучасним принципам формування житлової забудови.

Композиція фасадів вирішена з урахуванням містобудівного оточення, орієнтації будівлі та умов її візуального сприйняття. Об'єм будівлі має чітку геометрію, що підкреслюється ритмічною організацією фасадних елементів.

Пластика фасадів формується за рахунок:

- регулярного ритму віконних прорізів;

- членування стін на окремі конструктивні елементи;
- використання лоджій як виступаючих або заглиблених об'ємів;
- акцентування мансардного поверху.

Горизонтальне та вертикальне членування фасадів забезпечує масштабність і виразність будівлі, а також підкреслює її поверховість та конструктивну структуру.

Оздоблення зовнішніх стін передбачено з використанням облицювальної цегли, що забезпечує довговічність, естетичну виразність та відповідність сучасним вимогам енергоефективності. Колірне рішення фасаду підібране з урахуванням гармонійного поєднання з навколишньою забудовою.

Мансардний поверх вирішено з використанням похилих покрівельних конструкцій із покриттям з кольорової черепиці, що створює виразний силует будівлі та підсилює її архітектурний образ.

Фасади будівлі відіграють активну роль у формуванні архітектурного середовища, забезпечуючи цілісність композиції, виразність пластики та тектонічну зрозумілість споруди при сприйнятті з різних точок огляду.

1.5. Інженерно-технічне обладнання

У будинку передбачені такі види інженерно-технічного обладнання: холодне та гаряче водопостачання, каналізація, центральне водяне опалення, вентиляція, електропостачання, пристрій зв'язку, сміттєпровід.

Система опалення має бути водяною з конвекторами. Джерелом тепла для опалення та гарячого водопостачання будуть служити тепломережі ТЕЦ. Приєднання систем опалення передбачається за залежною схемою із пристроєм ЦТП. Система опалення будинку передбачається двотрубною з верхнім розведенням падаючих магістралей по теплому горищі і нижньою розводкою зворотних магістралей по підвалу із застосуванням біміталевих радіаторів типу «Коррадо», реєстрів з труб у сміттекамерах та високих конвекторів типу «КВ». Розведення магістралей намічається тупикове. Параметри теплоносія системи опалення плануються рівними 105-70°C.

У будинку проектується витяжна вентиляція з природним спонуканням із кухонь та санітарних вузлів. Витяжка здійснюється за вертикальними вентблоками з попутними та збірними каналами. Все тепле повітря надходить безпосередньо в тепле горище, яке розглядається як камера статичного тиску, і через дві шахти віддаляється в атмосферу. Припливну вентиляцію передбачити для подачі зовнішнього повітря до ліфтових шахт надземної частини у разі виникнення пожежі. Шахти димовидалення та димові клапани повинні мати межу вогнестійкості не менше 1-ї години.

Електропостачання житлового будинку здійснюється від зовнішньої мережі живлення двома кабельними вводами окремо при напрузі 380/220В. Живлення основних споживачів житлового будинку та вбудованих приміщень повинно виконуватися за другою категорією надійності електропостачання. Для споживачів 5-ої категорії (системи димовидалення та пожежної сигналізації, ліфти, аварійне та евакуаційне освітлення) необхідно передбачити АВР. У нішах електропанелей монтуються електрошафи по дві на поверсі, де розміщуються лічильники загально квартирного обліку, автомати захисту групових ліній. Управління освітленням сходових клітин здійснюється фотовимикачем, передбачається робоче та аварійне освітлення сходових клітин та ліфтових холів. Мережі живлення прокладаються по підвалу відкрито в сталевих трубах. Групова мережа у квартирах прокладається у каналах перегородок та плит перекриття.

Постачання холодною водою здійснюватиметься від мережі мікрорайону, що подає воду питної якості. Для забезпечення необхідного натиску у внутрішні мережі передбачається встановлення підвищувальних насосів як господарських, так і пожежних. Водопостачання корпусу здійснюється від окремого ЦТП. 12 труб холодного та гарячого водопостачання від ЦТП прохідними каналами прокладаються до техпідпілля будинку, там же встановлюються і підвищувальні насоси. У будівлі проектується об'єднаний господарсько-протипожежний водопровід. Для забезпечення пожежогасіння передбачається встановлення на кожному поверсі двох спарених пожежних

стояків діаметром 50мм, забезпечених шлангами завдовжки 20 м.

Постачання гарячою водою передбачається централізованим від ЦТП. З метою виключення пристрою спеціальних циркуляційних стояків всі стояки, що подають, кільцюються по теплому горищі і приєднуються до опускного циркуляційного стояка. Стояки прокладаються у шахтах на сходовій клітці та у санвузлах квартир. Шахти мають доступ до стояків на кожному поверсі. Трубопроводи систем водопостачання, що прокладаються в підвалі та на горищі, ізолюються виробами з мінераловати з покривним шаром з лакостеклотканини.

Монтаж внутрішньої каналізації передбачається із ПВХ труб. У санвузлах труби прокладаються над підлогою у декоративній зашивці. Стояки прокладаються у шахтах з доступом на кожен поверх. Відведення стоків проектується у зовнішню побутову каналізаційну мережу через два випуски діаметром 150мм, що орієнтуються на дворовий фасад.

Скидання зливових вод з покрівлі організовано у вирви на покрівлі та стояки.

Сміттепровід проектується з круглих азбестоцементних труб Ø400мм.

Антикорозійний захист підземних будівельних конструкцій – обмазування гарячим бітумом за 2 рази. Антикорозійний захист закладних деталей та інших відкритих металевих та алюмінієвих конструкцій передбачається у вигляді заводського покриття. Антикорозійний захист металевих трубопроводів та повітроводів – бітумний лак по ґрунту.

Заходи щодо пожежної безпеки. Навколо будівлі передбачено кільцевий проїзд. Сходи виконані незадимлюваними. Двері на сходову клітку самозакриваються з ущільненими притворами і відчиняються по ходу евакуації. Незадимлюваність шахт ліфтів забезпечується підпором повітря зверху. Проектом передбачається обладнання всіх пожежонебезпечних приміщень автоматичною системою пожежної сигналізації та димовидалення. Всі квартири мають лоджію або балкон з простінком 1,2 м.

1.6. Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Будівництво ведеться у м. Умань Черкаської області.

Вологий режим – помірний.

I. Потрібний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій (за винятком світлопрозорих), що відповідає санітарно-гігієнічним та комфортним умовам, визначається відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»:

$$R_0^{\text{TP}} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t^{\text{H}} \alpha_{\text{в}}},$$

де n – коефіцієнт, що приймається в залежності від положення зовнішньої поверхні конструкцій, що огорожують по відношенню до зовнішнього повітря;

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, °C, що приймається згідно з нормами проектування відповідних будівель та споруд;

$t_{\text{н}}$ – розрахункова зимова температура зовнішнього повітря, °C, що дорівнює середній температурі найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92;

Δt^{H} – нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції;

$\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій.

Приймаємо $n = 1$; $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{н}} = -26^{\circ}\text{C}$; $\Delta t^{\text{H}} = 4,0^{\circ}\text{C}$.

$$R_0^{\text{TP}} = \frac{1(20 + 26)}{4,0 \cdot 8,7} = 1,32$$

II. Необхідний опір теплопередачі градусо-добу опалювального періоду (ГДОП) визначаємо за формулою:

$$\text{ГДОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от.пер.}}) Z_{\text{от.пер.}}$$

де $t_{\text{в}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, °C, що приймається згідно з нормами проектування відповідних будівель та споруд;

$z_{от.пер}$ – середня температура, °C, і тривалість, добу, періоду із середньою добовою температурою повітря нижче або дорівнює 8°C.

$$\Gamma_{ДОП} = (20 + 3,6) \times 213 = 5026,8$$

де $t_b = 20^\circ\text{C}$; $t_{от.пер} = -3,6^\circ\text{C}$; $z_{от.пер} = 213$ діб.

III. Термічний опір R $\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$, шару багат шарової огорожувальної конструкції визначаємо за формулою:

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

де δ – товщина шару, м;

λ – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$.

а) Цегла облицювальна на ЦПР.

$$R_1 = \frac{0,125}{0,81} = 0,154$$

б) Пінополістирол, щільністю $100 \text{ кг}/\text{м}^3$

$$R_2 = \frac{0,14}{0,052} = 2,88$$

в) Монолітний залізобетон

$$R_3 = \frac{0,30}{2,04} = 0,147$$

V. Опір теплопередачі R_0 $\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$ огорожувальної конструкції слід визначати за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_b} + R_k + \frac{1}{\alpha_n},$$

де α_b – коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій;

R_k – термічний опір, $\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$, що визначається багат шаровістю;

α_n – коефіцієнт теплопередачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$.

VI. Термічний опір R_k $\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$, що огорожує конструкції з послідовно розташованими однорідними шарами слід визначати як суму термічних опорів окремих шарів

$$R_k = (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \cdot r$$

де $R_1, R_2, \dots, R_n$ – термічний опір окремих шарів огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

$$R_k = (0,154 + 2,88 + 0,147) \cdot 0,94 = 3,027$$

де $r = 0,94$ - понижуючий коефіцієнт для R_k , що визначається при діаметрі металевих зв'язків 8мм та кроці 1х1м.

Отриманий результат порівнюємо з нормативним $R_{\text{Гдоп}}$.

$$R_0 = 3,185 > R_{\text{Гдоп}} = 3,16$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + 3,027 + \frac{1}{23} = 3,185$$

Запроектована багатошарова конструкція, що застосовується при утепленні відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021.

Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина.

2.1 Основи та фундаменти

Житловий будинок зводиться з монолітного залізобетону в тунельній опалубці. Технологічний ланцюжок процесів будівництва будівлі:

- 1) встановлення опалубних секцій за допомогою крана;
- 2) встановлення арматурних стрижнів у проектне положення;
- 3) укладання та ущільнення бетонної суміші;
- 4) витримування конструкцій до проектної міцності;
- 5) розпалублення конструкцій.

2.1.1. Визначення напруги під подошвою фундаменту

Шар 1.

Суглинок макропористий.

$\gamma=1,92\text{т/м}^3$; $\varphi=240$, $c=25\text{ кПа}$, $h=5,8$.

Шар 2.

Пісок пилюватий, насичений водою.

$\gamma=2,03\text{ т/м}^3$; $\varphi=340$, $c=3\text{ кПа}$, $h=5,5\text{м}$.

Шар 3.

Суглинок твердий.

$\gamma=2,10\text{ т/м}^3$; $\varphi=260$, $z=40\text{ кПа}$, $h=7,0\text{м}$.

Шар 4.

Глина тверда.

$\gamma=2,05\text{ т/м}^3$; $\varphi=190$, $c=16\text{ кПа}$, $h=5,6\text{м}$.

Визначення розрахункового опору ґрунту основи при ширині подошви $b = 21,1\text{ м}$. Характеристики ґрунту під подошвою визначаються для шару ґрунту нижче подошви фундаменту.

Оскільки $b > 10$, то $z = 4 + 0,1 \cdot 21,1 = 6,1\text{м}$

Характеристики ґрунту:

$$c_{II} = \frac{3 \times 5,5 + 40 \times 0,6}{6,1} = 6,63\text{кПа}$$

$$\phi = \frac{34 \times 5.5 + 26 \times 0.6}{6.1} = 32.2^\circ$$

Розрахунковий опір визначається за такою формулою:

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

де γ_{c1} і γ_{c2} – коефіцієнти, умов роботи;

k – коефіцієнт, що приймається рівним: $k_1=1$, якщо характеристики міцності ґрунту (ϕ та c) визначені безпосередніми випробуваннями;

M_γ, M_q, M_c – коефіцієнти;

K_z – коефіцієнт, що приймається рівним:

при $b \geq 10$ м – $k_z = z_0/b + 0,2$ (тут $z_0 = 8$ м);

b – ширина підшви фундаменту, м;

γ_{II} – осереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче підшви фундаменту (за наявності підземних вод визначається з урахуванням дії води, що зважує), кН/м^3 (тс/м^3);

γ'_{II} – те ж, що залягають вище підшви;

c_{II} – розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під підшвою фундаменту, кПа (тс/м^2);

d_1 – глибина закладення фундаментів безпідвальних споруд від рівня планування або наведена глибина закладення зовнішніх та внутрішніх фундаментів від підлоги підвалу, що визначається за формулою

$$d_1 = h_s + h_{cf} \gamma_{cf} / \gamma_{II}$$

де h_s – товщина шару ґрунту вище підшви фундаменту з боку підвалу, м;

h_{cf} – товщина конструкції підлоги підвалу, м;

γ_{cf} – розрахункове значення частки конструкції підлоги підвалу, кН/м^3 (тс/м^3);

d_b – глибина підвалу - відстань від рівня планування до підлоги підвалу, м (для споруд із підвалом шириною $B \leq 20$ м і глибиною понад 2 м приймається $d_b = 2$ м при ширині підвалу $B > 20$ м – $d_b = 0$).

При $\phi=32,20$ $M_\gamma=0,5$, $M_q=3,0$, $M_c=5,6$, $\gamma_{c1}=1,14$, $\gamma_{c2}=1$, $k=1$,

$k_z=8/21,1+0,2=0,6$, $d_1=2,85$.

$$R = \frac{1,14 \cdot 1}{1} \cdot (0,5 \cdot 0,7 \cdot 16,0 \cdot 20 + 3,0 \cdot 2,85 \cdot 18,8 + 2 \cdot 1,6 \cdot 18,8 + 5,6 \cdot 23,8) = 425,8 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Напруження під подошвою фундаменту:

$$\sigma_{cp} = 195,5 \text{ кН/м}^2 < 425,8 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{max} = 254,1 \text{ кН/м}^2 < 511,0 \text{ кН/м}^2$$

Визначення осадки фундаменту.

Визначимо товщину лінійно-деформованого шару Н:

$$H = (H_0 + \psi b) k_p,$$

де H_0 та φ – приймаються відповідно рівними: 6 м та 0,16;

k_p – Коефіцієнт, що приймається рівним: $k_p = 0,95$ при середньому тиску під подошвою фундаменту $p = 195$ кПа.

$$H = (6 + 0,16 \cdot 16) \cdot 0,95 = 7,22 \text{ м}.$$

Виходячи з умов, що основа складена пилувато-глинистими ґрунтами, то товщина лінійно-деформованого шару визначається:

$$H = H_s + h_{cl} / 3.$$

де H_s – приймається рівним H за попередньою формулою.

h_{cl} – сумарна товщина шарів пилувато-глинистих ґрунтів, від подошви фундаменту на глибину H .

$$H = 7,22 + 7,22 / 3 = 9,6 \text{ м}.$$

Так як в межах товщини $E > 10$ МПа, розрахунок осадки виконаємо за схемою лінійно-деформованого шару з умовним обмеженням глибини товщини, що стискається.

Визначення величини осаду ґрунту в межах $H = 9,6$ м здійснюється за формулою:

$$s = \frac{pbk_c}{k_m} \sum_{i=1}^n \frac{k_i - k_{i-1}}{E_i},$$

де p - тиск під подошвою фундаменту.

k_c, k_m, k_i, k_{i-1} – табличні коефіцієнти.

E_i – модуль деформації i -го шару ґрунту.

$$k_c = 1,3; \quad k_m = 1,5.$$

$$\eta = \frac{\ell}{b} = \frac{32,5}{16} \approx 2,0$$

z_M	$\xi=2z/b$	k_i
0	0	0
1,9	0,24	0,05
3,8	0,475	0,125
5,0	0,625	0,15
6,4	0,8	0,2
8,0	1,0	0,25
9,6	1,2	0,3

Тиск під підшовою фундаменту в точках 1, 2 і 3 (див. рис.):

$$p_1 = p_{min} = 137 \text{ кПа} = 0,137 \text{ МПа},$$

$$p_2 = 166 \text{ кПа} = 0,166 \text{ МПа},$$

$$p_3 = p_m = 195,5 \text{ кПа} \approx 0,2 \text{ МПа}.$$

$$S_1 = \frac{0,137 \cdot 16 \cdot 1,3}{1,5} \cdot \left(\frac{0,05}{15} + \frac{0,12}{15} + \frac{0,075}{40} + \frac{0,1}{28} \right) = 0,033 \text{ м} = 3,3 \text{ см}.$$

$$S_2 = \frac{0,166 \cdot 16 \cdot 1,3}{1,5} \cdot \left(\frac{0,05}{15} + \frac{0,12}{15} + \frac{0,075}{40} + \frac{0,1}{28} \right) = 0,04 \text{ м} = 4,0 \text{ см}.$$

$$S_3 = \frac{0,2 \cdot 16 \cdot 1,3}{1,5} \cdot \left(\frac{0,05}{15} + \frac{0,12}{15} + \frac{0,075}{40} + \frac{0,1}{28} \right) = 0,047 \text{ м} = 4,7 \text{ см}.$$

$$S = 4,7 \text{ см} < [S] = 15 \text{ см}$$

Визначення крену у напрямку більшої сторони фундаменту.

Нахил фундаменту від дії позацентрового навантаження визначається за формулою:

$$i = \frac{1-\nu^2}{Ek_m} k_e \frac{N_e}{(a/2)^3}$$

де E , ν – середні значення модуля пружності та коефіцієнта Пуассона.

k_e – коефіцієнт впливу ексцентриситету;

a – сторона фундаменту, вздовж якої обчислюється момент;

N – вертикальна складова рівнодіючої всіх навантажень на фундамент у рівні його підшви;

e – ексцентриситет;

k_m – коефіцієнт, що враховується при розрахунку крену фундаментів за схемою лінійно деформованого шару.

$$M_y = Ne = 36,2 \text{ МН} \cdot \text{м}, \quad n = l/b = 2,0, \quad \xi = 2 \cdot H/b = 1,2.$$

$$i = \frac{(1 - 0,35^2) \cdot 0,57 \cdot 36}{22 \cdot 1,5 \cdot 16^3} = 0,00013$$

Додатковий крен фундаменту, викликаний неоднорідністю основи, не враховується, оскільки розрахункове значення $i = 0,00013 < [i] = 0,005$ і знаходиться в межах допустимих значень.

Основою слугуватимуть суглинки. Фундаментну плиту необхідно влаштовувати по щебеневій (або піщаній) підготовці товщиною 100 мм відповідно до діючих вимог, оскільки в основі залягають глинисті ґрунти у водонасиченому стані. Влаштування підготовки забезпечує вирівнювання основи, зменшення нерівномірності деформацій та покращення умов роботи фундаменту.

Крім того, підготовчий шар виконує дренажну функцію, знижуючи капілярний підйом води до конструкції фундаменту, а також сприяє рівномірнішому розподілу контактних напружень по підшві плити. Це підвищує надійність та довговічність роботи фундаменту в заданих інженерно-геологічних умовах.

2.1.2. Розрахунок та конструювання фундаментної плити

Сумарне навантаження від власної ваги перекриттів і тимчасових навантажень визначається таким чином. Навантаження від перекриттів передається на несучі стіни (літерні осі А, Б, В, Г та цифрові 3, 4, 5 — див. лист 5) і приводиться до еквівалентного рівномірно розподіленого навантаження вздовж довжини стіни. Далі це навантаження підсумовується з власною вагою

стіни, віднесеною до 1 м її довжини, у результаті чого отримується сумарне рівномірно розподілене навантаження на відмітці +0.000.

Після цього знайдене значення множиться на довжину стіни, і до отриманого результату додається вага фундаменту під стіною. Таким чином визначається зосереджене навантаження від власної ваги стін, перекриттів та стін підвалу.

Навантаження від перекриття на стіну по осі А:

$$q_A = 10 \cdot 8,23 \cdot \frac{7,27}{2} + 5,65 \cdot \frac{7,27}{2} + 10,27 \cdot \frac{7,27}{2} + 1,2 \cdot 11 \cdot 8,23 \cdot 8,4 / 12,6 \approx 432 \text{ кН / м}$$

Навантаження від перекриття на стіну по осі Б:

$$q_B = 10 \cdot 8,23 \cdot \left(\frac{7,27}{2} + \frac{7,34}{2} \right) + 5,65 \cdot \left(\frac{7,27}{2} + \frac{7,34}{2} \right) + 10,27 \cdot \left(\frac{7,27}{2} + \frac{7,34}{2} \right) \approx 720 \text{ кН / м}$$

Навантаження від перекриття на стіну по осі:

$$q_D = 10 \cdot 8,23 \cdot 7,34 + 5,65 \cdot 7,34 + 10,27 \cdot 7,34 \approx 721 \text{ кН / м}$$

Навантаження від перекриття на стіну по осі Г:

$$q_H = q_B = 720 \text{ кН / м}$$

Навантаження від перекриття на стіну по осі 3,5:

$$q_K = 10 \cdot 8,23 \cdot \frac{7,27}{2} + 5,65 \cdot \frac{7,27}{2} + 10,27 \cdot \frac{7,27}{2} = 360 \text{ кН / м}$$

Навантаження від власної ваги стін.

Стіна по осі А:

Площа стіни:

$$S_A = 10 \cdot (12,6 \cdot 2,8 - 1,4 \cdot 1 - 2 \cdot 1,4 \cdot 2) + 3,0 \cdot 12,6 = 320,6 \text{ м}^2$$

Навантаження від ваги стіни:

$$q_A^{cm} = \frac{320,6 \cdot 11,1}{12,6} = 282,4 \text{ кН / м}$$

Стіна по осі Б:

Площа стіни:

$$S_B = 10 \cdot (14,1 \cdot 2,8 - 2 \cdot 1,2 \cdot 2) + 3,0 \cdot 14,1 = 390 \text{ м}^2.$$

Навантаження від ваги стіни:

$$q_B^{cm} = \frac{390 \cdot 11}{14,1} = 305 \text{ кН / м.}$$

Стіна по осі В:

Площа стіни:

$$S_A = 10 \cdot 10,5 \cdot 2,8 + 3,0 \cdot 10,5 = 325,5 \text{ м}^2.$$

Навантаження від ваги стіни:

$$q_A^{cm} = \frac{325,5 \cdot 11}{10,5} = 341 \text{ кН / м.}$$

Стіна по осі Г:

Площа стіни:

$$S_B = S_{II}.$$

Навантаження від ваги стіни:

$$q_{II}^{cm} = q_B^{cm} = 305 \text{ кН / м.}$$

Стіна по осі 3,5:

Площа стіни:

$$S_K = 10 \cdot 14,0 \cdot 2,8 + 3,0 \cdot 14,0 = 434 \text{ м}^2.$$

Навантаження від ваги стіни:

$$q_K^{cm} = \frac{434 \cdot 11,1}{14,0} = 344,1 \text{ кН / м.}$$

Стіна по осі 1:

Площа стіни:

$$S_1 = 2 \cdot 10 \cdot (7,34 \cdot 2,8 - 1,4 \cdot 1 - 1,4 \cdot 2) + 2 \cdot 3,0 \cdot 7,34 = 371,1 \text{ м}^2.$$

Навантаження від ваги стіни:

$$q_1^{cm} = \frac{371,1 \cdot 11,1}{7,34 \cdot 2} = 280 \text{ кН / м.}$$

Стіна по осі 2:

Площа стіни:

$$S_2 = 2 \cdot 10 \cdot (7,27 \cdot 2,8 - 1,4 \cdot 1) + 2 \cdot 3,0 \cdot 7,27 = 422,7 \text{ м}^2.$$

Навантаження від ваги стіни:

$$q_2^{cm} = \frac{422,7 \cdot 11,1}{7,27 \cdot 2} = 323 \text{ кН / м}.$$

Стіна по осі 6:

Площа стіни:

$$S_4 = 2 \cdot 10 \cdot (7,34 \cdot 2,8 - 1,2 \cdot 2) + 2 \cdot 3,0 \cdot 7,34 = 407,1 \text{ м}^2.$$

Навантаження від ваги стіни:

$$q_4^{cm} = \frac{407,1 \cdot 11}{7,34 \cdot 2} = 305 \text{ кН / м}.$$

Стіна по осі 7:

Площа стіни:

$$S_7 = 10 \cdot (29,22 \cdot 2,8 - 1,4 \cdot 1 - 1,4 \cdot 1,2 - 1,4 \cdot 2) + 3,0 \cdot 29,22 = 847 \text{ м}^2.$$

Навантаження від ваги стіни:

$$q_1^{cm} = \frac{847 \cdot 11,1}{29,22} = 322 \text{ кН / м}.$$

Навантаження від ваги ліфта та стін ліфта:

$$Q_{\text{лифт}} = 8 \text{ кН} + 11 \cdot 3 \cdot 2 \cdot (2,8 \cdot 10 + 3 \cdot 3) \approx 2450 \text{ кН}.$$

Розподілене навантаження на стіни в осях 3-5 від сходового маршу та ліфта:

$$q_{\text{лестн+лифт}}^7 = 27,5 + \frac{2450}{7,34 \cdot 2} = 194,4 \text{ кН / м}.$$

Сумарні рівномірно розподілені навантаження від стін та перекриттів:

$$Q_A = 282,4 + 432,0 \approx 715 \text{ кН / м}.$$

$$Q_B = Q_H = 720 + 305 = 1025 \text{ кН / м}.$$

$$Q_D = 721 + 341 = 1062 \text{ кН / м}.$$

$$Q_K = 360 + 344,1 = 704,1 \text{ кН / м}.$$

$$Q_1 = 280 \text{ кН / м.}$$

$$Q_2 = 323 \text{ кН / м.}$$

$$Q_4 = 305,4 \text{ кН / м.}$$

$$Q_6 = 305 + 27,5 = 332,5 \text{ кН / м.}$$

$$Q_7^{A-B, H-K} = 322 \text{ кН / м.}$$

$$Q_7^{B-H} = 322 + 194,4 = 516 \text{ кН / м.}$$

Відповідні їм зосереджені навантаження, прикладені посередині довжин стін (з урахуванням ваги фундаменту під стінами):

$$F_A = 9,463 \text{ МН} .$$

$$F_B = 14,861 \text{ МН} .$$

$$F_D = 11,41 \text{ МН} .$$

$$F_H = 14,861 \text{ МН} .$$

$$F_K = 10,4 \text{ МН} .$$

$$F_1 = 4,375 \text{ МН} .$$

$$F_2 = 2,61 \text{ МН} .$$

$$F_4 = 4,92 \text{ МН} .$$

$$F_6 = 5,32 \text{ МН} .$$

$$F_7^{A-B, H-K} = 2,73 \text{ МН} .$$

$$F_7^{B-H} = 8,37 \text{ МН} .$$

Сумарне навантаження від ваги будівлі (без урахування ваги плити):

$$\sum F = 89,32 \text{ МН.}$$

Навантаження будівлі від вітру.

Висота будівлі – 29,3 м від рівня землі.

Розрахункове значення середньої складової вітрового навантаження на висоті z:

$$w = w_0 k c \gamma_f .$$

Нам необхідно знайти моменти від вітрового тиску на торцеву стіну по осі А та на фасадну стіну – вісь 1.

Для цього знайдемо умовний момент від коефіцієнта вітрового тиску k :

$$M_k = \frac{0,5 \cdot 33,5^2}{2} + 0,15 \cdot 23,5 \cdot (10 + \frac{23,5}{2}) + 0,2 \cdot 13,5 \cdot (\frac{13,5}{2} + 20) + \frac{5 \cdot 0,15}{2} \cdot (\frac{2}{3} \cdot 5 + 5) + \frac{10 \cdot 0,2}{2} \cdot (\frac{2}{3} \cdot 10 + 10) + \frac{0,17 \cdot 13,5}{2} (\frac{2}{3} \cdot 13,5 + 20) = 482,5 \text{ м}^2.$$

І умовну поперечну силу коефіцієнта k :

$$Q_k = 25,5 \text{ м}.$$

Тоді момент від вітру на стіну по осі 1:

$$M_{y0} = 0,23 \cdot 1,4 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 482,5 \cdot 30,22 = 6562 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Поперечна сила на ту ж стіну на рівні поверхні землі:

$$Q_{y0} = 25,5 \cdot 0,23 \cdot 1,4 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 30,22 = 347 \text{ кН}$$

Сумарний момент від вітрового тиску на рівні підшви фундаменту:

$$M_y = 6562 + 347 \cdot 2,6 = 7360,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Момент від вітру на стіну по осі А:

$$M_{x0} = 0,23 \cdot 1,4 \cdot 0,8 \cdot 482,5 \cdot 14,1 = 1769 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Поперечна сила на ту ж стіну на рівні поверхні землі:

$$Q_{x0} = 25,5 \cdot 0,23 \cdot 1,4 \cdot 0,8 \cdot 14,1 = 93,5 \text{ кН}.$$

Сумарний момент від вітрового тиску на рівні підшви фундаменту:

$$M_x = 1769 + 93,5 \cdot 2,6 = 1984,1 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Визначення моментів на рівні підшви фундаменту від постійних навантажень.

Геометричні характеристики плити:

$$A = 16 \cdot 32,5 - 1,8 \cdot 9,2 = 503,44 \text{ м}^2$$

$$W_x = 5262,3 \text{ м}^3,$$

$$W_y = 614,6 \text{ м}^3,$$

Моменти щодо центральних осей x і y :

$$M_x = 9,463 \cdot 14,534 + 14,861 \cdot 7,084 + 11,41 \cdot (-0,256) + 14,861 \cdot (-7,596) + \\ + 10,4 \cdot (-15,066) + 4,375 \cdot (-11,251) + 4,375 \cdot 10,699 + 2,61 \cdot (-0,256) + 4,92 \cdot (-0,256) + \\ + 5,32 \cdot 0,256 + 2,73 \cdot 12,019 + 2,73 \cdot (-11,251) + 8,37 \cdot (-0,256) = -32,7 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

$$M_y = 9,463 \cdot (-0,666) + 14,861 \cdot 0,234 + 11,41 \cdot 3,234 + 14,861 \cdot 0,234 + \\ + 10,4 \cdot 0,234 + 4,375 \cdot 5,534 \cdot 2 + 2,61 \cdot 6,134 + 4,92 \cdot (-2,066) + \\ + 5,32 \cdot (-3,966) + 2,73 \cdot (-7,366) \cdot 2 + 8,37 \cdot (-7,366) = -28,72 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Моменти, що мають знак «-» у напрямку, збігаються з моментом від вітру. Сумарні значення моментів та зосереджених сил, приведені до центру ваги плити. Зосереджене навантаження від ваги будівлі та фундаментної плити:

$$N = 89,32 + 9,1 = 98,42 \text{ МН}.$$

$$M_x = 32,7 + 1,984 = 34,7 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

$$M_y = 28,72 + 7,36 = 34,7 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Визначення максимальних тисків під подошвою фундаменту по вісях x і y .

Тиск під подошвою фундаменту при дії моменту та зосередженої сили обчислюється за формулою:

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

Перетин по осі x :

$$p_{\max} = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} = \frac{98,42}{503,44} + \frac{34,7}{5262,3} = 0,2021 \text{ МН} / \text{м}^2 = 202,1 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

$$p_m = \frac{N}{A} = \frac{98,42}{503,44} = 195,5 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$p_{\min} = \frac{N}{A} - \frac{M_x}{W_x} = \frac{98,42}{503,44} - \frac{34,7}{5262,3} = 0,1889 \text{ МН} / \text{м}^2 = 188,9 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Перетин по осі y :

$$p_{\max} = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{98,42}{503,44} + \frac{36}{614,6} = 0,2541 \text{ МН} / \text{м}^2 = 254,1 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

$$p_m = \frac{N}{A} = \frac{98,42}{503,44} = 195,5 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$p_{\max} = \frac{N}{A} - \frac{M_y}{W_y} = \frac{98,42}{503,44} - \frac{36}{614,6} = 0,137 \text{ МН / м}^2 = 137,0 \text{ кН / м}^2$$

Статичний розрахунок плити.

Розрахункове навантаження в основі плити приймається за максимальним значенням $q=254,1 \text{ кН/м}^2$.

Плиту розраховуємо як плиту оперту по контуру, навантажену рівномірним розподіленням тиском з боку основи.

Розрахуємо три ділянки плити: 2 - оперті по 4-х сторонах в осях 2-3/Б-В та 3-5/Б-В; 1 - оперту по 3 сторонам в осях 2-3/А-Б.

Плита 2-3/Б-В

$$\frac{l_1}{l_2} = 0,58$$

$$M_{xi} = \beta_i \cdot q \cdot l_1^2,$$

$$M_{yi} = \gamma_i \cdot q \cdot l_1^2,$$

$$M_{x4,2} = -0,079 \cdot 254,1 \cdot 7^2 = -983,6 \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{м}};$$

$$M_{x5} = 0,0387 \cdot 254,1 \cdot 7^2 = 481,8 \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{м}};$$

$$M_{y1,3} = -0,056 \cdot 254,1 \cdot 7^2 = -697,3 \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{м}};$$

$$M_{y5} = 0,0142 \cdot 254,1 \cdot 7^2 = 177 \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{м}}.$$

Розрахунок арматури виконуємо для смуги завширшки 1 м. Матеріали для плити:

Бетон – важкий клас за міцністю на стиск С16/20.

Коефіцієнт умови роботи бетону $\gamma_{b2}=0,9$.

$f_{ck, prism} = 15 \text{ МПа}$, $f_{ctk} = 0,81 \text{ МПа}$, $f_{cd} = 11,5 \text{ МПа}$, $f_c = 11,5 \cdot 0,9 = 10,35 \text{ МПа}$;

Початковий модуль пружності $E_{cd} = 24 \cdot 10^3 \text{ МПа}$.

Арматура ненапружена класу А400, $f_y = 390 \text{ МПа}$, $E_s = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Плита завтовшки 100 см.

$$h_0 = 100 - 7 = 93 \text{ см}, \quad Q_{\max} = 890 \text{ кН/м}.$$

Перевіримо прийнятий переріз плити на поперечну силу без поперечного армування.

$$2,5 \cdot 0,81 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1883 \text{ кН} > 890 \text{ кН}.$$

Поперечне армування не потрібне.

Підбір перерізу поздовжньої арматури.

$$M_{x4,2}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{983,6 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 93^2} = 0,11,$$

$$\zeta = 0,94,$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h} = \frac{983,6 \cdot 10^5}{365 \cdot 10^2 \cdot 0,94 \cdot 93} = 30,8 \text{ см}^2, \quad \text{приймаємо } 10\varnothing 20 \text{ A400, з}$$

кроком 100 мм, $A_s = 31,4 \text{ см}^2$.

$$M_{x5}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{481,8 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 93^2} = 0,0538,$$

$$\zeta = 0,9725,$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h} = \frac{481,8 \cdot 10^5}{365 \cdot 10^2 \cdot 0,9725 \cdot 93} = 14,6 \text{ см}^2, \quad \text{приймаємо } 5\varnothing 20 \text{ A400, з}$$

кроком 200 мм, $A_s = 15,7 \text{ см}^2$.

$$M_{y1,3}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{697,3 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 91^2} = 0,078,$$

$$\zeta = 0,96,$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h} = \frac{697,3 \cdot 10^5}{365 \cdot 10^2 \cdot 0,96 \cdot 91} = 21,4 \text{ см}^2, \text{ приймаємо } 7\text{Ø}20 \text{ А400, з}$$

кроком 140 мм, $A_s = 21,99 \text{ см}^2$.

$$M_{y5}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{177 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 93^2} = 0,02,$$

$$\zeta = 0,99,$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h} = \frac{177 \cdot 10^5}{365 \cdot 10^2 \cdot 0,99 \cdot 93} = 5,3 \text{ см}^2, \text{ приймаємо } 5\text{Ø}12 \text{ А400, з}$$

кроком 200 мм, $A_s = 5,65 \text{ см}^2$.

Плита 3-5/Б-В.

$$\frac{l_1}{l_2} = 0,9$$

$$M_{x4,2} = -0,058 \cdot 254,1 \cdot 6,8^2 = -681,5 \frac{\kappa H \cdot m}{m};$$

$$M_{x5} = 300 \frac{\kappa H \cdot m}{m};$$

$$M_{y1,3} = -625 \frac{\kappa H \cdot m}{m};$$

$$M_{y5} = 0,0209 \cdot 254,1 \cdot 6,8^2 = 246 \frac{\kappa H \cdot m}{m}.$$

Підбір перерізу поздовжньої арматури.

$$M_{x4,2}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{681,5 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 93^2} = 0,076,$$

$$\zeta = 0,96,$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h} = \frac{681,5 \cdot 10^5}{365 \cdot 10^2 \cdot 0,96 \cdot 93} = 20,91 \text{ см}^2, \text{ принимаемо } 7\emptyset 20 \text{ А400, з}$$

кроком 140 мм, $A_s = 21,99 \text{ см}^2$.

$$M_{x5}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{300 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 91^2} = 0,0335,$$

$$\zeta = 0,98,$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h} = \frac{300 \cdot 10^5}{365 \cdot 10^2 \cdot 0,98 \cdot 91} = 9,0 \text{ см}^2, \text{ принимаемо } 8\emptyset 12 \text{ А400, з}$$

кроком 125 мм, $A_s = 9,05 \text{ см}^2$.

$$M_{y1,3}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{625 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 91^2} = 0,07,$$

$$\zeta = 0,964,$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h} = \frac{625 \cdot 10^5}{365 \cdot 10^2 \cdot 0,964 \cdot 91} = 19,1 \text{ см}^2, \text{ принимаемо } 7\emptyset 20 \text{ А400, з}$$

кроком 140 мм, $A_s = 21,99 \text{ см}^2$.

$$M_{y5}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{246 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 93^2} = 0,0275,$$

$$\zeta = 0,987,$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h} = \frac{246 \cdot 10^5}{365 \cdot 10^2 \cdot 0,987 \cdot 93} = 7,34 \text{ см}^2, \text{ принимаемо } 7\emptyset 12 \text{ А400, з}$$

кроком 140 мм, $A_s = 7,92 \text{ см}^2$.

Плита 2-3/А-Б.

$$\frac{l_1}{l_2} = 0,34.$$

$$M_{x4,2} = -0,32 \cdot 254,1 \cdot 2,4^2 = -470 \frac{\kappa H \cdot m}{m};$$

$$M_{x5} = -0,002 \cdot 254,1 \cdot 2,4^2 = -2,93 \frac{\kappa H \cdot m}{m};$$

$$M_{y1,3} = -0,019 \cdot 254,1 \cdot 7^2 = -236,6 \frac{\kappa H \cdot m}{m};$$

$$M_{y5} = 0,0035 \cdot 254,1 \cdot 7^2 = 43,6 \frac{\kappa H \cdot m}{m}.$$

Підбір перерізу поздовжньої арматури.

$$M_{x4,2}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{470 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 93^2} = 0,0525,$$

$$\zeta = 0,972,$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h} = \frac{470 \cdot 10^5}{365 \cdot 10^2 \cdot 0,972 \cdot 93} = 14,24 \text{ см}^2, \text{ приймаємо } 5\emptyset 20 \text{ A400, з}$$

кроком 200 мм, $A_s = 15,71 \text{ см}^2$.

$$M_{x5}$$

Конструктивно приймаємо $5\emptyset 12 \text{ A400}$, з кроком 200 мм, $A_s = 5,65 \text{ см}^2$.

$$M_{y1,3}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{236,6 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 93^2} = 0,0264,$$

$$\zeta = 0,982,$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h} = \frac{236,6 \cdot 10^5}{365 \cdot 10^2 \cdot 0,982 \cdot 93} = 7,1 \text{ см}^2, \text{ приймаємо } 7\emptyset 12 \text{ A400, з}$$

кроком 140 мм, $A_s = 7,92 \text{ см}^2$.

$$M_{y5}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{43,6 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 91^2} = 0,005$$

$$\zeta = 0,997$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h} = \frac{43,6 \cdot 10^5}{365 \cdot 10^2 \cdot 0,997 \cdot 93} = 1,3 \text{ см}^2$$

, приймаємо 5Ø12 A400, з кроком 200 мм, $A_s = 5,65 \text{ см}^2$.

2.2 Конструкції надземної частини споруди

2.2.1. Розрахунок монолітної залізобетонної плити

Монолітні залізобетонні плити перекриття є одним із найбільш поширених конструктивних елементів будівель і споруд, що забезпечують сприйняття та передачу навантажень на несучі конструкції. Їх застосування обумовлено високою жорсткістю, просторовою роботою, надійністю та технологічністю виконання.

Розрахунок монолітної залізобетонної плити виконується відповідно до вимог чинних нормативних документів з урахуванням фізико-механічних характеристик матеріалів, геометричних параметрів конструкції, умов закріплення та характеру навантаження. Особливу увагу приділяють визначенню напружено-деформованого стану плити, оскільки вона працює як просторовий елемент, що сприймає вигин у двох напрямках.

У даному розрахунку розглядається монолітна плита перекриття, що працює на вигин у двох напрямках та має часткове защемлення по контуру. Геометричні розміри плити, співвідношення сторін, а також умови опирання визначають характер її роботи та методику розрахунку. При цьому використовується розрахунок за граничними станами першої та другої груп, що забезпечує необхідну міцність, жорсткість і тріщиностійкість конструкції.

В якості матеріалів прийнято важкий бетон заданого класу та арматуру періодичного профілю, характеристики яких відповідають нормативним

вимогам. Розрахунок виконується з урахуванням коефіцієнтів надійності та умов роботи матеріалів.

Метою даного розрахунку є визначення необхідної площі робочої арматури, перевірка міцності плити за нормальними та похилими перерізами, а також забезпечення експлуатаційної придатності конструкції.

2.2.1.1. Матеріали для плит

Бетон - важкий класу за міцністю на стиск С16/20:

$$f_{ck, prism} = 11,0 \text{ МПа},$$

$$f_{ctk} = 1,15 \text{ МПа},$$

$$f_{cd} = 8,5 \text{ МПа},$$

$$f_{ctk,0.95} = 0,75 \text{ МПа}, \text{ коефіцієнт умови роботи бетону } \gamma_{b2}=0,9.$$

Арматура - стрижні періодичного профілю класу А400 діаметром 6-8мм:

$$f_{yd} = 355 \text{ МПа},$$

$$f_{pk} = 390 \text{ МПа}.$$

2.2.1.2. Вихідні дані

Плита товщиною 200мм працює на вигин у двох напрямках із площини, і розраховується як затиснена по трьох сторонах.

$$l_1^\phi = 6570 \text{ мм}.$$

$$l_2^\phi = 10090 \text{ мм}.$$

Розрахункові прольоти:

$$l_1 = 6570 - 300/2 - 380/2 = 6220 \text{ мм};$$

$$l_2 = 10090 - 300/2 = 9900 \text{ мм},$$

де 300мм – товщина стінок.

Співвідношення сторін плити:

$$\lambda = l_2/l_1 = 9900/6220 = 1,59 > 1,50 - \text{плита працює на вигин у двох напрямках}.$$

2.2.1.3. Збирання навантажень на монолітне перекриття

Таблиця 2.1 – Навантаження на монолітну залізобетонну плиту

Вид навантаження	Нормативне навантаження (Н/м ²)	Коефіцієнт надійності γ_n	Розрахункове навантаження (Н/м ²)
1	2	3	4
1. Монолітна плита ($\delta=200\text{мм}$; $\rho=2500\text{кг/м}^3$);	5000	1,1	5500
2. Звукоізоляційний шар: мінеральна вата згідно з ДСТУ Б В.2.7-97-2000 напівтверда ($\delta=25\text{мм}$; $\rho=100\text{кг/м}^3$);	$1000 \cdot 0,025 = 25$	1,2	30
3. Цементно-піщана стяжка ($\delta= 50\text{мм}$; $\rho=1800\text{кг/м}^3$);	$18000 \cdot 0,05 = 90$	1,3	1170
4. Лінолеум на бітумній мастиці ($\delta= 20\text{мм}$).	70	1,3	91
РАЗОМ постійна	5185		6791
Тимчасова:	1500	1,3	1950
- короткочасна	1200	1,3	1560
- тривала	300	1,3	390
РАЗОМ:			
- повна	6685		8741
- тривала	5485		7181

Розрахункові навантаження з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням $\gamma_n=0,95$:

$$q = 8741 \cdot 0,95 = 8303,95 \text{ Н/м}^2 = 8,3 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_n = 6685 \cdot 0,95 = 6350,75 \text{ Н / м}^2 = 6,4 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_l = 7181 \cdot 0,95 = 6821,95 \text{ Н / м}^2 = 6,8 \text{ кН/м}^2.$$

Навантаження утворення тріщин на опорних та пролітних перерізах плити при $\lambda=1,59$; $a_1^0=3,4$; $a_2^0= 4,2$; $a_3^0= 4,6$; $\beta^0=0,32$.

$$q_{\text{crc1}} = a_1^0 \cdot h^2 \cdot R_{bt} / l^2 = 3,4 \cdot 20^2 \cdot 1,15 \cdot 100 / 622^2 = 0,4 \text{ Н/см}^2 = 4,0 \text{ кН/м}^2 < q_n = 6,4 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{\text{crc2}} = 4,2 \cdot 20^2 \cdot 1,15 \cdot 100 / 990^2 = 0,19 \text{ Н/см}^2 = 1,9 \text{ кН/м}^2 < q_n = 6,4 \text{ кН/м}^2;$$

$$q_{\text{crc3}} = 4,6 \cdot 20^2 \cdot 1,15 \cdot 100 / 622^2 = 0,54 \text{ Н/см}^2 = 5,4 \text{ кН/м}^2 < q_n = 6,4 \text{ кН/м}^2.$$

Отже, на опорах та в прольоті плити утворюються тріщини. Момент, що сприймається перетином плити при утворенні тріщин на довжину $b=1\text{м}$ визначається за формулою:

$$M_{\text{crc}} = b \cdot h^2 \cdot R_{\text{bt,ser}} / 3,5 = 100 \cdot 20^2 \cdot 1,15 \cdot 100 / 3,5 = 1314285,7 \text{ Н/см} = 13,1 \text{ кН/м}.$$

Обчислюємо:

$$\alpha_m = M_{\text{crc}} / (\gamma_b \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2) = 1310000 / (0,9 \cdot 8,5 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 16^2) = 0,0669;$$

$$\xi = 1 - (1 - 2 \cdot \alpha_m)^{1/2} = 1 - (1 - 2 \cdot 0,0669)^{1/2} = 0,0693;$$

$$\zeta = 1 - 0,5 \cdot \xi = 1 - 0,5 \cdot 0,0693 = 0,9655;$$

$$A_{s,\text{crc}} = M_{\text{crc}} / (R_s \cdot \zeta \cdot h_0) = 1310000 / (355 \cdot 100 \cdot 0,9655 \cdot 16) = 2,39 \text{ см}^2.$$

2.2.1.4. Розрахунок несучої здатності плити

Несуча здатність плити визначається за наступною формулою:

$$q = 24(2 \cdot M_1 + M_2 + M_I + M_I' + M_{II}) / (l_1^2 \cdot (6 \cdot l_2 - l_1)).$$

Задаємо коефіцієнти розподілу згинальних моментів:

$$\psi_f = M_2 / M_1 = 0,15; \quad \psi_I = M_I / M_1 = 2; \quad \psi_{II} = M_{II} / M_1 \cdot \psi_I = 1$$

$$8,3 = (24 \cdot (1 \cdot M_I \cdot 9,9 + 0,15 \cdot M_I \cdot 6,22 + 2 \cdot M_I \cdot 9,9 \cdot 2 + 0,3 \cdot M_I \cdot 6,22)) / (6,22^2 \cdot (6 \cdot 9,9 - 6,22)).$$

Звідки $M_I = 13,61 \text{ кН} \cdot \text{м}$, тоді необхідне армування плити:

$$\alpha_m = M_{\text{crc}} / (R_b \cdot b \cdot h_0^2) = 1361000 / (0,9 \cdot 8,5 \cdot 100 \cdot 16^2 \cdot 100) = 0,0695;$$

$$\zeta = 1 - 0,5 \cdot (1 - (1 - 2 \alpha_m)^{1/2}) = 0,9640;$$

$$A_{s1} = 1361000 / (355 \cdot 100 \cdot 0,9640 \cdot 16) = 2,49 \text{ см}^2.$$

Використовуючи прийняті співвідношення ψ_i , обчислюємо:

$$A_{s2} = 0,15 \cdot 2,49 = 0,374 \text{ см}^2;$$

$$A_{sI} = 2 \cdot 2,49 = 4,98 \text{ см}^2;$$

$$A_{sII} = 1 \cdot 0,15 \cdot 2,49 = 0,374 \text{ см}^2.$$

Остаточню приймаємо армування плити:

- у прольоті вздовж l_1 - Ø8 А400 з кроком 200мм, $A_{s1} = 4,02 \text{ см}^2$;
- у прольоті вздовж l_2 - Ø6 А400 з кроком 200мм, $A_{s2} = 1,42 \text{ см}^2$.

Умова $0,5 \cdot (A_{s1} + A_{s2}) > A_{s,\text{crc}}$ - виконується;

$$0,5 \cdot (4,02 + 1,42) = 2,72 \text{ см}^2 > 2,39 \text{ см}^2.$$

На опорах уздовж l_1 приймаємо $\varnothing 8$ А400 з кроком 200мм $A_{sI}=4,02 \text{ см}^2$;
уздовж l_2 приймаємо $\varnothing 6$ А400 з кроком 200мм $A_{sII}=1,42 \text{ см}^2$.

Умова $A_{si} > A_{s, \text{ср}}$ виконується у всіх випадках.

Перевірка несучої здатності за формулою:

$M_i = R_{si} \cdot A_{si} \cdot (h_{0i} - (0,5 \cdot R_{si} \cdot A_{si}) / (R_b \cdot l_i))$, обчислюємо:

$$M_1 = 355 \cdot 4,02 \cdot 100 \cdot (16 - (0,5 \cdot 355 \cdot 4,02) / (7,65 \cdot 100)) = 2150247,9 \text{ Н} \cdot \text{см} = 21,50 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = 355 \cdot 1,42 \cdot 100 \cdot (15,5 - (0,5 \cdot 355 \cdot 1,42) / (7,65 \cdot 100)) = 764746,06 \text{ Н} \cdot \text{см} = \\ = 7,65 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_I = 355 \cdot 4,02 \cdot 100 \cdot (16 - (0,5 \cdot 355 \cdot 4,02) / (7,65 \cdot 100)) = 2150247,9 \text{ Н} \cdot \text{см} = 21,50 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{II} = 355 \cdot 1,96 \cdot 100 \cdot (15,5 - (0,5 \cdot 355 \cdot 1,96) / (7,65 \cdot 100)) = 1046845 \text{ Н} \cdot \text{см} = 10,47 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$q = 24 \cdot (2 \cdot 21,5 \cdot 9,9 + 7,65 \cdot 6,22 + 2 \cdot 21,50 \cdot 9,9 + 10,47 \cdot 6,22) / \\ / (6,22^2 \cdot (6 \cdot 9,9 - 6,22)) = 11,25 \text{ кН/м}^2 > 8,3 \text{ кН/м}^2.$$

Висновок: Міцність плити забезпечена.

2.2.1.5. Конструювання арматури плити перекриття

Верхню робочу арматуру на приопорних ділянках (вздовж $l_1 - \varnothing 8$, $S = 200 \text{ мм}$; вздовж $l_2 - \varnothing 6$, $S = 200 \text{ мм}$) розташовуємо на довжину x_1 для l_1 і x_2 для l_2 відповідно плюс довжина анкерування l_{an} .

$$l_{an} = (w_{an} \cdot R_s / R_b + \Delta \lambda_{an}) d \geq 20d,$$

довжину анкерування приймаємо

$$l_{an,1} = (0,7 \cdot 355 / 11 + 11) 8 = 269 \text{ мм} > > 20d = 160 \text{ мм};$$

$$l_{an,2} = 200 > 20d = 20 \cdot 6 = 120 \text{ мм}.$$

Визначаємо довжину зони розтягнутих верхніх волокон у приопорних ділянок, для цього запишемо рівняння

$$M(x) = Q_0 \cdot x - M_0 + qx^2/2 = 0$$

$$q \cdot l \cdot x/2 - q \cdot l^2/12 + q \cdot x^2/2 = 0$$

$$6q \cdot l \cdot x - q \cdot l^2 + 6q \cdot x^2 = 0$$

$$6qx^2 + 6qlx - ql^2 = 0$$

$$D = 36q^2 \cdot l^2 - 4 \cdot 6q(-q \cdot l^2) = 36q^2 \cdot l^2 + 24q^2 \cdot l^2 = 60q^2 \cdot l^2, \text{ звідси}$$

$$x_1 = \frac{-6ql_1 + \sqrt{60 \cdot q^2 \cdot l_1^2}}{2 \cdot 6q}; \quad x_2 = \frac{-6ql_2 + \sqrt{60 \cdot q^2 \cdot l_2^2}}{2 \cdot 6q}$$

Отже, в прольоті $l_1 = 6,220$ м:

$$x_1 = \frac{-6 \cdot 8,741 \cdot 6,220 + \sqrt{60 \cdot 8,741^2 \cdot 6,220^2}}{2 \cdot 6 \cdot 8,741} = 0,9 \text{ м};$$

у прольоті $l_2 = 9,900$ м:

$$x_2 = \frac{-6 \cdot 8,741 \cdot 9,9 + \sqrt{60 \cdot 8,741^2 \cdot 9,9^2}}{2 \cdot 6 \cdot 8,741} = 1,4 \text{ м}.$$

Верхня арматура

Заводимо арматуру за розрахунковий переріз:

вздовж прольоту l_1 величину $l_{an,1} = 0,27$ м;

вздовж прольоту l_2 величину $l_{an,2} = 0,20$ м.

Разом уздовж прольоту $l_1 = 6,220$ м довжина стрижнів верхньої арматури буде дорівнювати: $0,9 + 0,27 = 1,17$ м $\rightarrow$ приймаємо $1,20$ м

вздовж прольоту $l_2 = 9,900$ м довжина стрижнів верхньої арматури буде дорівнювати: $1,4 + 0,20 = 1,60$ м $\rightarrow$ приймаємо $1,6$ м.

Нижня арматура

Нижню арматуру приймаємо по всій площі плити перекриття

вздовж прольоту l_1 : $\varnothing 8$ A400, $S = 200$ мм;

вздовж прольоту l_2 : $\varnothing 6$ A400, $S = 200$ мм.

2.2.2. Розрахунок внутрішньої поперечної несучої стіни

Розрахунок внутрішньої поперечної несучої стіни виконується в межах просторової розрахункової схеми будівлі, у якій монолітні залізобетонні стіни працюють як вертикальні діафрагми жорсткості, що сприймають як вертикальні, так і горизонтальні (зокрема вітрові) навантаження. Конструкція розглядається як елемент суцільного просторового каркаса, що забезпечує спільну роботу всіх несучих елементів будівлі.

При розрахунку приймаються такі основні передумови та вихідні положення:

- матеріали конструкції задаються відповідно до проєктних рішень: бетон важкий класу С12/16 та арматура класу А400, з урахуванням їхніх розрахункових характеристик міцності та коефіцієнтів умов роботи;
- робота стіни розглядається в пружно-пластичній стадії з урахуванням тріщиностійкості бетону та спільної роботи з арматурою;
- навантаження на стіну включають постійні, тимчасові та короточасні дії, при цьому особлива увага приділяється горизонтальним навантаженням від вітру;
- будівля має висоту 29,3 м (8 поверхів) і розташована в заданому вітровому районі, що визначає інтенсивність вітрового впливу;
- вітрове навантаження розглядається як змінне по висоті та включає як статичну, так і пульсаційну складові, що враховують динамічну реакцію будівлі;
- динамічні характеристики (зокрема період власних коливань) допускається визначати за спрощеними емпіричними залежностями, що забезпечують достатню точність для інженерних розрахунків;
- розрахунок виконується за граничними станами з урахуванням вимог чинних нормативних документів.

Прийняті передумови дозволяють коректно оцінити напружено-деформований стан внутрішньої поперечної стіни та забезпечити її надійність, жорсткість і довговічність у процесі експлуатації будівлі.

2.2.2.1 Матеріали для стін

Бетон - важкий класу за міцністю на стиск С12/16: $f_{ck, prism} = 11,0$ МПа, , $f_{ctk} = 1,15$ МПа, $f_{cd} = 8,5$ МПа, $f_{ctk,0.95} = 0,75$ МПа, коефіцієнт умови роботи бетону $\gamma_{b2} = 0,9$

Арматура - стрижні періодичного профілю класу А400 діаметром 6-8мм: $f_{yd} = 355$ МПа, $f_{pk} = 390$ МПа;

2.2.2.2 Визначення вітрового навантаження на вертикальні конструкції (стіни)

Визначаємо вітрове навантаження на вертикальну діафрагму (роль якої виконують монолітні ж.б. стіни) 8-ми поверхового житлового будинку заввишки 29,3 м. Район будівництва – м. Умань.

Вітрове навантаження для будь-якого рівня за висотою будівлі визначається за формулою:

$$q_n = q_0 \cdot c \cdot (k + k_v \cdot x \cdot \xi \cdot m);$$

де q_0 - швидкісний тиск на 1 м^2 поверхні даного фасаду;

k – коефіцієнт зростання швидкісного тиску, для низу та верху будівлі;

c – аеродинамічний коефіцієнт, $c=1,4$;

x – коефіцієнт, що враховує зміну пульсацій по висоті та форму власних коливань будівлі;

v – коефіцієнт, який враховує вплив повзучості кладки;

ξ – коефіцієнт динамічності, який визначається за графіком залежно від параметра $E_1 = T_1 v / 1200 = T_1 \sqrt{1,2 q_0 / 300}$,

де T_1 – період 1-ї форми коливань;

m – коефіцієнт пульсації, для верху будівлі.

Точність визначення E та T несуттєво впливає на значення навантаження q_n .

Результати вимірювань коливань зведених багатопверхових будівель дозволяють рекомендувати наближену емпіричну формулу:

$$T_1 = 0,021H,$$

де H – висота будівлі, $m = 29,3$.

1) Вітрове навантаження на рівні землі:

$$q_0 = 0,23 \text{ кПа}; c = 0,8 + 0,6 = 1,4; k_v = 1,23; k = 0,50;$$

$$v = 0,47; \xi = 1,1; m = 1,22; \chi = 0,34.$$

$$q_{n0} = 0,23 * 1,4(0,50 + 1,23 + 0,47 * 0,34 * 1,1 * 1,22) = 0,26 \text{ кПа} = 260 \text{ Па};$$

2) Вітрове навантаження на рівні 10 м від землі:

$$q_0 = 0,28 \text{ кПа}; c = 0,8 + 0,6 = 1,4; k_b = 1,23; k = 0,65;$$

$$v = 0,47; \xi = 1,1; m = 1,06; \chi = 0,55.$$

$$q_0 = 0,23 * 1,23 = 0,28 \text{ кПа};$$

$$E_1 = (1,1 * \sqrt{1,2 * 0,28}) / 300 = 0,002$$

$$q_{n1} = 0,28 * 1,4 (0,65 + 1,23 * 0,47 * 1,06 * 1,1 * 0,5) = 0,40 \text{ кПа} = 400 \text{ Па};$$

3) Вітрове навантаження на рівні 29,3 м:

$$q_0 = 0,28 \text{ кПа}; c = 0,8 + 0,6 = 1,4; k_b = 1,23; k = 0,97;$$

$$v = 0,47; \xi = 1,1; m = 0,87; \chi = 0,89.$$

$$q_0 = 0,28 \text{ кПа};$$

$$E_1 = (0,021 * 29,3 * \sqrt{1,2 * 0,28}) / 300 = 0,001$$

$$q_{n0} = 0,28 * 1,4 * (0,97 + 1,23 * 0,47 * 0,89 * 1,1 * 0,87) = 0,57 \text{ кПа} = 570 \text{ Па};$$

Приведемо епюру вітрового навантаження до еквівалентної трапецеподібної форми. Для цього спочатку визначимо площу та положення центру ваги заданої епюри:

$$A = ((260 + 400) / 2) * 10 + ((400 + 570) / 2) * 19,3 = 12660,5 \text{ Па/м}.$$

$$S = 260 * 10 * 5,0 + ((400 - 260) / 2) * 10 * (0 + (10 * 2/3)) + 400 * 19,3 * (10 + 19,3/2) + ((570 - 400) / 2) * 19,3 * (10 + 19,3 * 2/3) = 206877 \text{ Па}.$$

$$C = S / A = 206877 / 12660,5 = 16,4 \text{ м}.$$

По формулам:

$$a = (2H - 3C) / (3C - H);$$

$$q = 2A / [(1 + a)H]$$

$$a = (2 * 29,3 - 3 * 16,4) / (3 * 16,4 - 29,3) = 0,47;$$

$$q_n = 2 * 12660,5 / [(1 + 0,47) * 29,3] = 587,9 \text{ Па}.$$

$$a * q_n = 0,47 * 587,9 = 276,3 \text{ Па}.$$

На кожну з діафрагм припадають наступні навантаження інтенсивністю

вгорі та внизу:

$$q_n = 587,9 \cdot 2,9 = 1704,9 \text{ Па/м};$$

$$a \cdot q_n = 276,3 \cdot 2,9 = 801,3 \text{ Па/м}.$$

Розрахункові значення навантажень отримаємо помножуючи нормативні навантаження на коефіцієнт перевантаження $f = 1,2$.

$$q_p = q_n \cdot 1,2 = 1704,9 \cdot 1,2 = 2045,9 \text{ Па/м};$$

$$a \cdot q_p = a q_n \cdot 1,2 = 276,3 \cdot 1,2 = 331,6 \text{ Па/м}.$$

2.2.2.3 Збір вертикальних навантажень

Таблиця 2.2 - Навантаження на 1 м^2 покриття типового поверху:

Вид навантаження	Нормативне навантаження (Н/м ²)	Коефіцієнт надійності γ_n	Розрахункове навантаження (Н/м ²)
1	2	3	4
1. Монолітна плита ($\delta=4200\text{мм}; \rho=2500\text{кг/м}^3$);	5000	1,1	5500
2. Звукоізоляційний шар: мін. вата напівтверда ($\delta=25\text{мм}; \rho=100\text{кг/м}^3$);	$1000 \cdot 0,025 = 25$	1,2	30
3. Цементно-піщана стяжка ($\delta=50\text{мм}; \rho=1800\text{кг/м}^3$);	$18000 \cdot 0,05 = 900$	1,3	1170
4. Лінолеум на бітумній мастиці ($\delta= 20\text{мм}$).	70	1,3	91
РАЗОМ постійна	5185		6791
Тимчасова:	1500	1,3	1950
- короткочасна;	1200	1,3	1560
- тривала.	300	1,3	390
РАЗОМ: - повна;	6685		8741
- тривала.	5485		7181

Таблиця 2.3 - Навантаження на 1 м^2 перекриття нежитлового приміщення (ліфтове).

Вид навантаження	Нормативне навантаження (Н/м^2)	Коефіцієнт надійності γ_n	Розрахункове навантаження (Н/м^2)
1. Монолітна плита ($\delta=200\text{мм}; \rho=2500\text{кг/м}^3$);	5000	1,1	5500
2. Звукоізоляційний шар: мін. вата напівтверда ($\delta=25\text{мм}; \rho=100\text{кг/м}^3$);	$1000 * 0,025 = 25$	1,2	30
3. Цементно-піщана стяжка ($\delta=50\text{мм}; \rho=1800\text{кг/м}^3$);	$18000 * 0,05 = 900$	1,3	1170
4. Плитка керамічна на цементно-піщаному розчині ($\delta=30\text{мм}$).	600	1,2	720
РАЗОМ постійна	6525		7420
Тимчасова:	3000	1,3	3900
- короткочасна;	2000	1,3	2600
- тривала.	1000	1,3	1300
РАЗОМ: - повна;	9525		11320
- тривала.	7525		8720

Таблиця 2.4 - Навантаження на 1 м^2 покриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження (Н/м^2)	Коефіцієнт надійності γ_n	Розрахункове навантаження (Н/м^2)
1	2	3	4
3-х шарова рулонна покрівля з руберойду	140	1,3	182
Накат із дошок $\delta=30\text{ мм}$, $\rho=500\text{кг/м}^3$.	150	1,3	195
Крокви (брус $60*180\text{мм}$) крок 3м , $\rho=500\text{ кг/м}^3$.	54	1,3	70,2
Армована цементно-піщана стяжка $\delta=15\text{ мм}$, $\rho=2200\text{ кг/м}^3$.	330	1,3	429
Утеплювач (пінопласт пінополістирольний) $\delta=300\text{ мм}$, $\rho=150\text{ кг/м}^3$.	450	1,3	585
Пароізоляція в 2-а шари	100	1,3	130
Монолітна плита перекриття $\delta=200\text{ мм}$.	5000	1,1	5500
Постійне навантаження g_{roof}	6224		7091,2
Тимчасове навантаження – снігове $s = s_0 \cdot \mu$,	1000	1,4	1400
у т. ч. тривала	300	1,4	420
Повне навантаження ($g_{\text{roof}}+s$)	7224		8491,2

Загальне навантаження на стовп визначається за наступною формулою:

$$P = (q_1 + v_1 + q_2 n + v_2 n \psi_{n1}) A_1 + G_1 n + (q_l + v_l + q_{ln} + v_{ln} \psi_{n2}) A_2$$

де $q_1 = 7091,2 \text{ Н/м}^2$ - постійне навантаження на 1 м^2 від покриття

$q_2 = 6791 \text{ Н/м}^2$ – те саме на 1 м^2 перекриття

$v_1 = 1400 \text{ Н/м}^2$ – тимчасове навантаження на 1 м^2 покриття

$v_2 = 1950 \text{ Н/м}^2$ – те саме на 1 м^2 перекриття

ψ_n – коефіцієнт зниження тимчасового навантаження залежно від поверховості.

Згідно з ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи. Норми проектування"

$$\psi_n = 0,4 + \frac{\psi_{A1} - 0,4}{\sqrt{n}},$$

$$\psi_{A1} = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{A_f A_1}} = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{62,49}} = 0,55;$$

$$\psi_{n1} = 0,4 + \frac{0,55 - 0,4}{\sqrt{9}} = 0,45;$$

$$\psi_{A2} = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{16,179}} = 0,85;$$

$$\psi_{n2} = 0,4 + \frac{0,85 - 0,4}{\sqrt{9}} = 0,55;$$

A_1 - вантажна площа стовпа, $A_1 = 6,4 \cdot 9,75 / 2 + 6,4 \cdot 9,75 / 2 = 62,4 \text{ м}^2$

G_1 – власна вага стовпа (щільність залізобетону $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$)

$$G_1 = 1,1 \cdot (3,3 \cdot 0,2 \cdot 9,75) \cdot 2500 \cdot 10^2 = 176,9 \text{ кН} = 176900 \text{ Н}$$

$n = 8$ – число поверхів

$q_l = 7420 \text{ Н/м}^2$ – постійне навантаження на 1 м^2 перекриття ліфтового холу

$v_l = 3900 \text{ Н/м}^2$ – тимчасове навантаження на 1 м^2

$A_2 = 3,17 \cdot 2,2 + 4,6 \cdot 2,0 = 16,17 \text{ м}^2$ - площа ліфтового холу, що припадає на стовп, що розраховується;

Розрахункове навантаження на стовп буде дорівнювати:

$$P_n = (7091,2 + 1400 + 6791 \cdot 9 + 1950 \cdot 9 \cdot 0,45) \cdot 62,4 + 176900 \cdot 9 + \\ + (7091,2 + 1400 + 7420 \cdot 9 + 3900 \cdot 9 \cdot 0,55) \cdot 16,17 = 7957877 \text{ Н} = 7958 \text{ кН}$$

$$P = \gamma_n \cdot P_n = 0,95 \cdot 7958 = 7560,1 \text{ кН},$$

де γ_n – коефіцієнт надійності за призначенням будівлі.

2.2.2.4 Визначення зусиль, що діють на стовп

Згинальний момент від дії вітрового навантаження можна визначити за наступною формулою:

$$M_k(x) = M_n(x) \frac{B_{kz}}{\sum_{i=1}^m B_{iz}},$$

де $M_n(x)$ – згинальний момент у рівні X від зовнішнього горизонтального навантаження, що діє на весь аналізований фасад будівлі;

$B_{kz} = \chi EI_{kz}$ – згинальна жорсткість стовпа, що розглядається щодо осі Z , що проходить через центр ваги його поперечного перерізу;

$\chi=0,85$ – коефіцієнт можливого зниження жорсткості внаслідок податливості горизонтальних швів

ΣB_{iz} – сума жорсткостей всіх стовпів будівлі

$$M_n(x = 29,3) = \frac{q_n H^2}{6} (a + 2) = \frac{20,46 \cdot 29,3^2}{6} (0,47 + 2) = 7230,8 (\text{кН} \cdot \text{м})$$

$$B_k = 0,85 \cdot E \cdot I = 0,85 \cdot E \frac{t \cdot h^3}{12};$$

$$B_k = \frac{0,2 \cdot 9,75^3}{12} E = 15,5E$$

$$\sum_{i=1}^m B_i = \left[\frac{0,2 \cdot 4,405^3}{12} + \frac{0,2 \cdot 4,405^3}{12} + \frac{0,2 \cdot 6,4^3}{12} + \frac{0,2 \cdot 6,4^3}{12} + \frac{0,2 \cdot 10,4^3}{12} + \right. \\ \left. 2 \frac{0,38 \cdot 7,2^3}{12} + 2 \frac{0,38 \cdot 7,2^3}{12} + \frac{0,38 \cdot 8,5^3}{12} + \frac{0,38 \cdot 8,5^3}{12} \right] \cdot E = 116,5E$$

$$M_k = \frac{M_n \cdot B_k}{\sum_{i=1}^m B_i} = 7230,8 \cdot \frac{15,5E}{116,5E} = 962 (\text{кН} \cdot \text{м})$$

2.2.2.5 Перевірка несучої здатності та армування позацентрово стиснутого бетонного стовпа

$$P \leq \alpha \cdot \gamma_{bq} \cdot R_{b,red} \cdot A_{bi},$$

де α – коефіцієнт, що приймається для важкого бетону рівним 1;

γ_{bq} – коефіцієнт умов роботи для бетонних конструкцій, $\gamma_{bq} = 0,9$;

$$R_{b,red} = \gamma_{b2} \cdot R_b + \mu \cdot R_s$$

γ_{b2} – коефіцієнт умов роботи бетону, $\gamma_{b2} = 1,1$;

$\mu = 0,005$ – коефіцієнт армування конструкції;

$R_b = 8,5$ МПа - розрахунковий опір бетону для класу С12/16;

$R_s = 355$ МПа - розрахунковий опір арматури класу А400, $d = 8$ мм;

$$R_{b,red} = 1,1 \cdot 8,5 + 0,005 \cdot 355 = 11,23 \text{ МПа};$$

A_{bi} – площа стисненої зони бетону.

Для елементів прямокутного перерізу

$$A_{bi} = \gamma_A \cdot A_i \left(1 - \frac{2 \cdot e_{oi} \cdot \eta}{h_i} \right),$$

де e_{oi} - ексцентриситет поздовжньої сили щодо Ц.В. перерізу стовпа.

$$e_0 = \frac{M}{P} + e_{ai},$$

де $e_a = 1$ см

$$e_0 = \frac{962}{7560,1} + 1 = 1,13 \text{ см} = 0,0113 \text{ м}$$

$\eta = 1,2$ – коефіцієнт поздовжнього вигину;

$\gamma_A = 0,95$ – коефіцієнт зменшення площі стиснутої зони;

$$A_{bi} = 0,95 \cdot 0,2 \cdot 9,75 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 0,0113 \cdot 1,2}{9,75} \right) = 1,85 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$[R] = 0,9 \cdot 11,23 \cdot 10^3 \cdot 1,85 = 18698 \text{ (кН)}$$

Оскільки $P = 7560,1 \text{ (кН)} < [R] = 18698 \text{ (кН)}$, міцність будівлі забезпечена.

Приймаємо подовжню робочу арматуру $\varnothing 8$ А400 з кроком 250 мм.

Поперечні стрижні $\varnothing 6$ А400 з кроком 250 мм (див. креслення).

2.2.2.6 Переваги запропонованих рішень та заходи щодо забезпечення довговічності

Запропонована технологія зведення будівлі з монолітного залізобетону має суттєві переваги порівняно зі збірним варіантом і одночасно передбачає комплекс заходів для забезпечення довговічності конструкцій. Зокрема, мінімізується кількість заставних деталей, що знижує витрати арматури, скорочується тривалість будівництва за рахунок зменшення обсягів зварювальних робіт і відсутності замоноличування міжповерхових швів. Конструктивна схема у вигляді суцільного каркаса без технологічних швів підвищує загальну просторову жорсткість і стійкість будівлі, а також рівень безпеки. Додатково зменшуються витрати на використання баштових кранів завдяки застосуванню стаціонарного бетононасоса, а також відпадає потреба у виробі заводського виготовлення. Сукупність цих факторів забезпечує зниження фінансових витрат і підвищення темпів будівництва.

Для забезпечення довговічності конструкцій передбачено виконання вимог нормативних документів щодо захисту від корозії. Зокрема, застосовується бетон на цементах із вмістом лугів не більше 0,6% (у перерахунку на Na_2O) та на портландцементях із мінеральними добавками; не допускається введення солей до складу бетонної суміші. Передбачено використання гарячекатаної арматури з підвищеною корозійною стійкістю, а також бетону з водонепроникністю не нижче W4. Товщина захисного шару бетону приймається не менше 15 мм з кожного боку, при цьому заставні деталі та зварні з'єднання додатково захищаються щільним бетоном. Конструкції підземної частини (фундаменти), що контактують із ґрунтом і ґрунтовими водами, підлягають захисту полімерним покриттям на основі лаку ХП-734 з урахуванням можливого підвищення рівня та агресивності ґрунтових вод у процесі експлуатації. Інженерні елементи, що транспортують агресивні рідини (лотки, прямки, колектори), розміщуються на відстані не менше 2,0 м від фундаментів і стін будівлі.

Розділ 3 Технологія будівельного виробництва.

3.1. Проектування будівельного генерального плану

Будгенплан розробляється на зведення надземної частини споруди. Основними механізмами є кран - БК–504 та вантажопасажирський підйомник МГП – 1000. Склади та майданчики для зберігання збірних залізобетонних виробів, арматури, штучних матеріалів проектується навколишніми, та розташовуються вздовж тимчасової дороги в монтажній зоні крана.

Для прийому бетонної суміші з автобетонозмішувачів влаштовуються розширення вздовж дороги. Для зберігання віконних блоків, дверей, щитів опалубки використовують закритий склад.

Будівля адміністративно-побутового призначення розташовані за межами зони (небезпечної) кранів, поблизу виходу з будмайданчика.

Відстань між цими будинками і корпусом, що зводиться - 65м. Приміщення для обігріву робітників і захисту від сонячної радіації розташоване в зоні дії бригад.

Тимчасові дороги проектується двосторонніми, шириною 6м з покриттям із бетонних плит. Для будівництва використовуються тимчасові мережі електро-, тепло- та водопостачання змішаного типу.

3.2. Характеристика умов будівництва та основні конструктивні рішення будівлі

Таблиця 3.1 - Основні конструктивні рішення.

Найменування конструктивних елементів	Використовуваний матеріал
Підземна частина: Фундаменти Каркас Надземна частина: Перегородки Сходи Стіни Перекриття	Монолітна з.б. плита Монолітний з.б. каркас Цегла Монолітний з.б. Монолітний з.б.; цегла Монолітний з.б.

Ділянка затіснена. Є зелені насадження та багато підземних комунікацій, що підлягають перекладці. Рельєф ділянки з перепадом висот 170,00–185,00 м та падінням горизонталей із північного сходу на південний захід.

3.3. Обґрунтування методів виконання основних робіт

Будівництво будівлі розпочинається після виконання підготовчих робіт: прокладання каналізації, водопроводу, телефону, електрокабелів; вирубування насаджень, огороження території будівництва тимчасовим парканом, облаштування побутового містечка будівельників із підключенням тимчасових мереж.

Основний період будівництва включає роботи з прокладання нових комунікацій, влаштування доріг, зведення будівель та благоустрою території.

Прокладання інженерних комунікацій ведеться механізованим способом. Риття траншей здійснюється екскаватором ЕО -2621. Монтаж трубопроводів та колодязів – автокраном КС – 3575. Засипку траншей проводити бульдозером ДЗ–29.

Влаштування постійних доріг та відновлення існуючих виконувати після прокладання комунікацій у період благоустрою території.

Таблиця 3.2 - Номенклатура та обсяги будівельно-монтажних робіт

№ п/п	Найменування робіт та процесів	Од. вимір.	Об'єм робіт
1	2	3	4
Підземна частина			
2	Зрізання рослинного шару ґрунту бульдозером	100м ²	8
3	Розробка ґрунту в котловані	100м ³	18
4	Добір ґрунту в ручну	100м ²	0,25
5	Влаштування піщаного шару з тромбуванням	м ³	124
6	Влаштування бетонної підготовки товщиною 100 мм	м ³	5
7	Монтаж опалубки фундаментної плити	м ²	90
8	Армування фундаментної плити	т	18
9	Укладання бетонної суміші	м ³	348
10	Демонтаж опалубки фундаментної плити	м ²	18
11	Монтаж тунельної опалубки технічного підпілля	м ²	835
12	Монтаж великощитової опалубки технічного підпілля	м ²	262

13	Монтаж об'ємно-блокової опалубки ліфта	м ²	174
14	Встановлення арматури	т	14,2
15	Бетонування техпідпілля	м ³	213
16	Демонтаж тунельної опалубки технічного підпілля	м ²	835
17	Демонтаж щитової опалубки технічного підпілля	м ²	262
18	Демонтаж об'ємно-блокової опалубки ліфта	м ²	174
19	Армована цегляна кладка	м ³	20
20	Пристрій гідроізоляції	м ²	850
21	Зворотне засипання пазуха котловану бульдозером	100м ³	4,5
22	Ущільнення ґрунту в пазусі котловану	100 м ²	2,2
23	Пристрій вимощення	100 м ²	0,2
Надземна частина			
24	Монтаж тунельної опалубки	м ²	6680
25	Монтаж великощитової опалубки	м ²	2096
26	Монтаж об'ємно-блокової опалубки ліфта	м ²	1392
27	Встановлення арматури	т.	120
28	Бетонування стін та перекриття	м ³	1762
29	Демонтаж тунельної опалубки	м ²	6680
30	Демонтаж великощитової опалубки	м ²	2096
31	Демонтаж об'ємно-блокової опалубки ліфта	м ²	1392
32	Монтаж сходових маршів та сходових майданчиків	шт.	16
33	Зварювання закладних деталей сходових маршів	10 м шв.	1,8
34	Зварювання закладних сходових майданчиків	10 м шв.	3,6
35	Монтаж огорож балконів	шт.	36
36	Зварювання огорож балконів	10 м шв.	12
37	Кладка стін із цегли	м ³	305
1	2	3	4
38	Перегородки з керамічної цегли армовані товщиною в 1/2 цегли.	100м ²	13,5
39	Монтаж ліфтових кабін	шт.	1
40	Монтаж сантехкабін	шт.	36
41	Монтаж сміттєзбірних труб	м.п.	35
42	Заповнення дверних отворів	100м ²	3,6
43	Заповнення віконних отворів	100м ²	2,3
Покрівля			
44	Влаштування даху з окремих елементів (дошки, бруси)	100м ²	7,5
45	Влаштування обмазувальної пароізоляції покриттів у 2 шари з бітумної мастики.	100м ²	7,5
46	Утеплення покриття плитами з полістирольного пінопласту в 1 шар на бітумній мастиці	100м ²	7,5
47	Влаштування вирівнюючих цементних стяжок товщиною 15мм (М150)	100м ²	7,5
48	Влаштування покрівель рулонних скатних 3-х шарових	100м ²	7,5

	на бітумній мастиці із захисним шаром із гравію на бітумній мастиці		
49	Влаштування обклеювальної пароізоляції покриттів з руберойду на бітумній мастиці.	100м ²	7,5
Підлоги			
	Кухні, ванні, комори		
50	Влаштування ц. п. стяжки	100м ²	10,2
51	Влаштування лінолеумних підлог	100м ²	10,2
	Кімнати, холи, вітальні		
52	Пристрій звукоізолюючого шару	100м ²	25,6
53	Влаштування ц. п. стяжки	100м ²	25,6
54	Влаштування покриттів з паркету штучного	100м ²	25,6
	Громадські коридори		
55	Влаштування ц. п. стяжки	100м ²	3,8
56	Кладка керамічної плитки	100м ²	3,8
Оздоблювальні роботи			
57	Високоякісна штукатурка всередині будівлі по каменю та бетону	100м ²	35
58	Клейове забарвлення всередині приміщень високоякісне по штукатурці	100м ²	35
59	Шпаклівка перегородок	100м ²	9,8
60	Обклеювання високоякісними шпалерами	100м ²	15
61	Затирання стель	100м ²	40,5
62	Забарвлення високоякісне стель водоемульсійними складами	100м ²	40,5
63	Влаштування теплоізоляції з пінопласту	м ²	2100
64	Облицювання стін керамічною цеглою	м ³	230

Таблиця 3.3 - Зведена відомість витрат праці та машинного часу.

Найменування робіт	Од. виміру	Кількість	Єнір	Норма на Одiniцю виміру		Загальна потреба		Найменування машин	Склад ланки робітників за професіями
				маш. год.	чол. год.	маш. див.	чол. дн.		
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Підземна частина									
Планування майданчика бульдозером	1000м ²	0,8	E2-1-35	0,22	0,22	0,02	0,02	ДЗ-42 75 л.с.	Машиніст 5р-1
Механізована розробка ґрунту II категорії	100м ³	18	E2-1-11	5,9	5,9	13,3	13,3	ЕО 2621А Vковш. = 0,25 м	Машиніст 5р-1
Планування майданчика вручну 5 див.	100м ²	5	E2-1-60	—	16,5	—	10,3	—	Землекоп 2р-1 1р-1
Влаштування піщаного шару з	м ³	124	E2-1-58	—	0,79	—	12,3	—	Землекоп 2р-1

трамбуванням									1р-1
Влаштування бетонної підготовки	м ³	5	E4-1-49	0,28	0,57	0,2	0,4	Бетононасос	Бетонники 4р-1 3р-1
Монтаж опалубки фундаментної плити	м ²	90	E4-1-37	–	0,51	–	5,7		Слюсарі 4р-1 3р-1
Армування фундаментної плити	т	18	E4-1-44	0,4	0,81	0,9	1,8	КБ-504	Арматурщ. 3р-2
Укладання бетонної суміші	100м ³	3,48	E4-1-48	13,5	27	5,87	11,7	Бетононасос Вібрат.	Бетонники 4р-1 2р-1
Демонтаж опалубки фундаментної плити	м ²	18	E4-1-37	–	0,21	–	0,5	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Монтаж тунельної опалубки техпідпілля	м ²	835	E4-1-39	–	0,23	–	24	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Монтаж великощитової опалубки техпідпілля	м ²	262	E4-1-37	–	0,28	–	9,2	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Монтаж об'ємно-блокової опалубки техпідпілля	м ²	174	E4-1-39	–	0,23	–	5	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Армування стін та перекриття техпідпілля	т	14,2	E4-1-46	–	17	–	30,2	КБ-504	Арматурщ. 5р-1 2р-1
Бетонування техпідпілля	м ³	213	E4-1-49	0,5	1	13,3	26,6	Бетононасос Вібрат.	Бетонники 4р-1 2р-1
Демонтаж тунельної опалубки техпідпілля	м ²	835	E4-1-39	0,09	0,18	9,4	18,8	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Демонтаж великощитової опалубки техпідпілля	м ²	262	E4-1-37	0,03	0,11	0,98	3,6	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Демонтаж об'ємно-блокової опалубки техпідпілля	м ²	174	E4-1-39	0,09	0,18	1,96	3,92	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Цегляна армована	м ³	20	E 3-3	–	3,7	–	9,3		Каменярі 3р-2

кладка									
Пристрій гідроізоляції	100м ²	8,5	Е2-1-34	–	0,28	–	0,3	–	Гідро-ізолір 4р-1 2р-1
Зворотне засипання бульдозерами	100м ³	4,5	Е 2-1-34	0,66	0,66	1,5	1,5	ДЗ-42 75 л.с.	Машиніст 5р-1
Пошарове ущільнення електротрамбуванням	100м ²	2,2	Е 2-1-59	1,9	1,9	0,52	0,52	Електротрамбовка	Землекоп 3р-1
Пристрій вимощення	100м ²	0,2	Е7-15	–	21	–	0,5	–	Бетонники 4р-1 2р-2
Надземна частина									
Монтаж тунельної опалубки	м ²	6680	Е4-1-39	–	0,23	–	192	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Монтаж великощитової опалубки	м ²	2096	Е4-1-37	–	0,28	–	73,4	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Монтаж об'ємно-блокової опалубки	м ²	1392	Е4-1-39	–	0,23	–	40	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Армування стін та перекриття	т	120	Е4-1-46	–	17	–	255	КБ-504	Арматурщ. 5р-1 2р-1
Бетонування техпідпілля	м ³	1762	Е4-1-49	0,5	1	110,2	220,5	Бетононасос Вібрат.	Бетонники 4р-1 2р-1
Демонтаж тунельної опалубки	м ²	6680	Е4-1-39	0,09	0,18	75,2	150,3	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Демонтаж великощитової опалубки	м ²	2096	Е4-1-37	0,03	0,11	7,9	28,8	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Демонтаж об'ємно-блокової опалубки техпідпілля	м ²	1392	Е4-1-39	0,09	0,18	15,7	31,4	КБ-504	Слюсарі 4р-1 3р-1
Встановлення сходових маршів	шт	16	Е4-1-10	0,35	1,4	0,7	2,8	КБ-504	Машиніст 6р-1 монтажник 4р-2 3р-1 2р-1
Монтаж огорож	1м	52	Е4-1-11	–	0,37	–	2,4	Трансф.	Монтажник 4р-1
Монтаж огорож лоджій та	шт.	36	Е4-1-10	0,16	0,48	0,7	2,2	Кран	Монтажник 4р.-2

балконів									Зр.-2
Зварювання огорож лоджій та балконів	10м шва	12	E4-1-12	-	3,2	-	4,8	Трансф.	Зварювальник к 5р.-1
Кладка стін з керамічної цегли внутрішні	м ³	305	E 3-3	—	3,7	—	393,6		Каменярь 3р.-2
Перегородки з керамічної цегли армовані товщиною в ½ цегли	м ³	162	E 3-3	—	3,2	—	64,8		теж
Монтаж сантехкабін	шт.	36	E4-1-18	0,3	1,2	1,4	5,4	Кран КБ-504	Монтажник 4р.-2 3р.-2
Монтаж сміттєзбірних труб	шт.	12	E4-1-14	0,33	0,98	0,5	1,5	Кран КБ-504	Монтажник 4р.-2; 3р.-2
Заповнення дверних отворів	100 м ²	3,6	E6-13	-	21	-	9,5	-	Теслярі 4р.-1; 3р.-2
Заповнення віконних отворів	100 м ²	2,3	E6-13	-	24	-	6,9	-	Теслярі 4р.-1; 3р.-2
Покрівля									
Влаштування дахів з окремих елементів (з дощок та брусів).	100м ²	7,5	E6-9	—	29,2	—	27,4		Тесляр 4р.-1 3р.-1 2р.-1 підсоб. 1р.-1
Влаштування обмазувальної пароізоляції покриттів у 2-а шари з бітумної мастики	100м ²	7,5	E7-13	—	3,9	—	3,7		Ізолір. 3р.-1 2р.-1
Утеплення покриття плитами з полістирольного пінопласту в 1-н шар на бітумній мастиці.	100м ²	7,5	E7-14	—	8,7	—	8,2		Ізолір. 3р.-1 2р.-1
Пристрій вирівнюючих цементних стяжок товщиною 15мм (марки150)	100м ²	7,5	E19-45	—	14	—	13,1		Ізолір. 4р.-1 3р.-1
Влаштування	100м ²	7,5	E7-2	—	4,8	—	4,5		Кровельщик

покрівель рулонних скатних 3 шарів-них на бітумній мастиці із захисним шаром з гра-вію на бітумній мастиці з руберойду РМ- 3501									4р-1 3р-1
Влаштування обклеювальної пароізоляції покриттів в 1 шар з руберойду РМ- 3501 на бітумній мастиці	100м ²	7,5	E7-13	—	6,7	—	6,3		Ізолір. 3р-1 2р-1
Підлоги									
<u>Кухні, ванні, комори.</u>									
Влаштування цем. пес. стяжок =50мм.	100м ²	10,2	E19-45	—	14	—	17,9		Бетонник 3р-1 2р-2
Влаштування покриттів на клеї бустилат з лінолеуму полівінілхлорид ного на теплозвукоізол юючий підоснові товщиною 3,6 мм.	1м ²	1020	E19-11	—	0,19	—	24,2		Облицюваль ник синтетичні. мат-мі 4р-1 3р-1
<u>Кімнати, холи, вітальні</u>									
Пристрій звукоізолюючог о шару (мін. вата на синтетичному сполучному за ГОСТ 9573-72 * напівжорстка) = 25мм.	100м ²	25,6	E7-14	—	8,7	—	27,9		Ізолір. 3р-1 2р-1
Влаштування цем. пес. стяжок =50мм.	100м ²	25,6	E19-45	—	14	—	44,8		Бетонник 3р-1 2р-1

Влаштування покриттів з паркету штучного без жилок	м ²	2560	E19-7	–	0,51	–	163,2		Паркетник 4р-1 3р-1
<u>Громадські коридори</u>									
Влаштування цем. пес. стяжок =50мм.	100м ²	3,8	E19-45	–	14	–	6,7		Бетонник 3р-1 2р-1
Кладка керамічної плитки	1м ²	380	E19-19	–	0,4		19		Облицювальник плиточник 4р-1 3р-1
Оздоблювальні роботи									
Високоякісна штукатурка всередині будівлі по каменю та бетону	100м ²	35	E8-1-2	–	10,1	–	44,2		Штукатури 4р-2 3р-2 2р-1
Клейове забарвлення всередині приміщень високоякісне по штукатурці	100м ²	35	E8-1-15	–	1,2	–	5,3		Маляр. 5р-1
Шпаклівка перегородок	100м ²	9,8	E8-1-2	–	9,9	–	12,1		Штукатури. 3р-1
Обклеювання високоякісними шпалерами перегородок	100м ²	15	E8-1-28	–	11	–	20,6		Маляр 5р-1
Високоякісне фарбування водоемульсійними складами	100м ²	40,5	E8-1-15	–	3,1	–	15,7		Маляр 5р-1
Облицювання стін керамічною цеглою δ = 125мм	м ³	230	E 3-3	–	4,6	–	132,3		Каменяр 3р-2
Влаштування теплоізоляції з пінопласту полістирольного δ=150мм.	м ²	2100	E 11-41	–	0,34	–	89,3		Теплоізоляція. 4р-1 3р-1 2р-1

3.4. Технологічна карта на зведення стін та перекриття типового поверху

Технологічна карта разу на зведення стін та перекриття типового поверху 8-ти поверхового житлового будинку в тунельній, об'ємно-блочній та великощитовій опалубці, згідно з робочими кресленнями.

Зовнішні та внутрішні стіни виконані з монолітного залізобетону; перегородки - цегляні, сходові марші та майданчики збірні; шахти ліфтів – монолітні.

Монолітні конструкції виготовлені з важкого бетону класу C12/16.

3.4.1. Організація та технологія будівельного процесу

Виробництво бетонних робіт з влаштування монолітних стін та перекриттів передбачається потоковим методом.

Пристрій конструкцій здійснюють у наступній послідовності:

1. монтаж арматурних сіток;
2. монтаж опалубок;
3. бетонування стін;
4. витримування бетону;
5. демонтаж опалубок.

Опалубні роботи: для влаштування стін використовуємо тунельну, об'ємно-блочну та великощитову опалубку з площею щитів до 10 м².

Склад робіт:

1. Розмітка місць встановлення опалубки розбивальним осям.
2. Встановлення опалубки.
3. Кріплення опалубки.
4. Вивіряння опалубки.
5. Кріплення опалубки підкосами, сутичками, розпірками та стяжками.

Арматурні роботи:

1. Розмітка розміщень арматурних стрижнів та хомутів.
2. Укладання бетонних прокладок із закріпленням.

3. Встановлення арматурних стрижнів в опалубку із встановленням упорів для фіксації стрижнів.

4. Зварювання вузлів арматури.

Бетонні роботи:

1. Монтаж бетоновода з труб, що були у використанні діаметром 150 мм.

2. Подача бетонної суміші бетоноводом.

3. Ущільнення бетонної суміші глибинним вібратором.

4. При ущільненні бетонної суміші необхідно стежити за збереженням необхідної товщини шару горизонтального положення арматури.

Розпалубні роботи:

1. Зняття підкосів.

2. Ослаблення болтових з'єднань щитів.

3. Відділення опалубки від бетону.

4. Зняття щитів та кріплень.

5. Очищення опалубки.

6. Змащення опалубки.

До початку виконання робіт зі зведення стін та перекриттів необхідно перевірити готовність опалубки до роботи, забезпечити потребу об'єкта в матеріально – технічних та людських ресурсах, перевірити наявність та працездатність механізмів, пристроїв та інструментів, забезпечити безперебійну подачу бетонної суміші.

Бетонну суміш до місця укладання подають бетоноводом. Армування стін та перекриттів проводять відповідно до робочих креслень. Перемички над віконними та дверними армуємо просторовими каркасами, які кріплять до вертикальних каркас стін в'язальним дротом.

Правильність укладання та зварювання арматури необхідно систематично перевіряти та результати перевірки записувати в журнал виконання робіт.

Новий шар укласти тільки після закінчення укладання попереднього шару та до початку його схоплювання. Укладання бетонної суміші проводити

безперервно, верхній рівень суміші, що укладається, повинен бути на 50мм нижче верху щитів опалубки.

Бетонну суміш ущільнюють у стінах глибинними вібраторами ІВ-60 та ІВ-47. Тривалість вібрування встановлюють досвідченим шляхом, вона повинна забезпечувати достатнє ущільнення бетонної суміші, основними ознаками якого є припинення осідання бетонної суміші, поява цементного молока на поверхні, припинення виділення бульбашок повітря.

У ході будівництва будівельна лабораторія контролює якість бетонної суміші. Для визначення характеристик міцності один раз на протязі робочої зміни відбирають три контрольних зразка-кубика 15х15х15см; якість укладання бетону забезпечують контролем рухливості та однорідності бетонної суміші (осада конуса $8\div 12$ см) та правильність догляду за бетоном. Догляд за свіжоукладеним бетоном повинен передбачати заходи, що забезпечують сприятливі температурно-вологісні режими твердіння бетону і наростання його міцності, а саме: свіжоукладений бетон повинні оберігати від шкідливих впливів прямої сонячної радіації та вітру шляхом укриття його вологонепроникними (поліетилену). підтримуються у вологому стані. При температурі зовнішнього повітря вище 15 ± 3 бетонні поверхні, що виходять з опалубки, необхідно зволожувати за допомогою гнучкого шланга або перфорованих труб, підвішених на робочому майданчику по контуру стін.

Для визначення позначки, на якій знаходиться робоча підлога, у кількох точках будівлі встановлюють дерев'яні висотні рейки, на яких нанесені поділки. Вони також є орієнтиром для контролю горизонтальності опалубки.

Після закінчення укладання бетону стіни необхідно прокрутити каналоутворювачі для електропроводки навколо своєї осі до утворення зазору між бетоном і каналоутворювачами.

Після зведення стін на висоту одного поверху приступають до зведення сходової клітки та сходового маршу. Для зведення сходового маршу та майданчика в осередку робочої підлоги над сходовою кліткою залишають монтажний проріз, який огорожують на висоту 1,2м.

Після закінчення зведення встановлюють огорожу сходового маршу і приварюють огорожу до закладних деталей маршу.

Виявлені у стінах раковини глибиною 50мм, тріщини та зриви повинні бути ретельно оглянуті технічним керівництвом будівництва за участю представника будівельної лабораторії. Дефекти, що виявилися, необхідно усувати з дотриманням наступних вимог: дефектні місця ретельно розчистити, промити водою на всю глибину, закласти бетоном того ж складу, що і стіни, деформовану арматуру виправити.

Таблиця 3.4 - Потреби в механізмах, устаткуванні, інструментах, інвентарі та пристосуваннях

Найменування	Кіл-ть	Технічна характеристика
1	2	3
Баштовий кран	1	Вантажопідйом. 7,5÷10т; Виліт стріли 28÷35м
Вантажопасажирський підйомник	1	-
Трансформатор зварювальний	2	Потужність-32кВт
Радіостанція	3	-
Строп 4х-гілки	1	Вантажопідйом. 10т
Строп 2х-гілки	1	Вантажопідйом. 2,5 т
Вібратор глибинний	4	Потужність-0,8 кВт.
Вібратор глибинний	1	Потужність-0,8 кВт.
Тимчасова огорожа сходових маршів та майданчиків	10 10	- -
Лом монтажний	4	-
Кувалда	4	-
Лопата типу ЛР, ЛП-1	4	-
Відро	6	-
Сокира типу А-2	4	-
Набір гайкових ключів	2	-
Ножиці для різання ар-ри	5	-
Пристрій для в'язання арматури	6	-
Скребок на подовженій ручці	2	-
Шнурівка	2	-
Виска	4	-
Рейка	5	-
Нівелір	1	-
Теодоліт типу Т-5	1	-
Страхувальний пояс	25	-
Каска будівельна	50	-

Таблиця 3.5 - Відомість потреб у конструкціях та матеріалах

Найменування	Марка	Од. змін.	Кількість
Опалубні щити	DOKA	м ²	262
Тунельна опалубка		м ²	1009
Арматура для армування стін	-	т	12
Заставні деталі	-	кг	125
Домкратні стрижні	-	т	2
В'язальний дріт	-	кг	20
Тяжкий бетон	C12/15	м ³	220
Пройомоутворювачі: -зовнішні;	-	шт.	27
-внутрішні;	-	шт.	12

3.4.2. Техніка безпеки

1. Бетонні роботи за допомогою бетононасосу виконувати лише у присутності ІТП, призначеного відповідальним за ці роботи.

2. Технічне обслуговування та ремонт бетононасосу проводити тільки після зупинки двигуна та скидання тиску в системі до атмосферного.

3. Перед запуском бетононасосу перевірити роботу всіх механізмів, у тому числі стріли.

4. Забезпечити між бетонниками біля місця укладання бетону та оператором бетононасоса зв'язок по рації.

5. Навколо бетононасоса залишити проходи шириною не менше ніж 1,5м.

6. Щоб уникнути нещасних випадків при обслуговуванні бетононасоса, приймальний бункер, електродвигуни, електрокабелі закрити спеціальними щитами.

7. Оператору забороняється при працюючому бетононасосі відходити від нього більш ніж на 2 м.

8. Забороняється виконувати роботи під стелою бетононасоса.

9. Змонтовані ділянки бетоноводів із металевих труб повинні піддаватися випробуванню на гідравлічний тиск, що відповідає тиску при перекачуванні бетонної суміші. Результати випробувань фіксуються у акті.

10. Кінцевий розподільчий рукав не повинен мати перегинів.
11. Забороняється ліквідація пробок шляхом збільшення тиску в системі максимального.
12. Роз'єднання бетоновода виконувати лише у захисних окулярах.
13. Муфтові з'єднання бетоновода перед подачею бетонної суміші повинні бути очищені та щільно закриті. Ланки бетоновода не повинні мати тріщин, розривів та вм'ятин. Пошкоджені ланки мають бути замінені.
14. Перед промиванням або продуванням бетоновода робітники, які не зайняті безпосередньо цією роботою та інші сторонні особи повинні бути видалені з робочої зони (визначуваної ПВР) на відстань не менше 10 м.
15. При ущільненні бетонної суміші електровібраторами переміщати вібратор за струмопровідні шланги не допускається, а при перервах у роботі та при переході з одного місця на інше електровібратори необхідно вимикати.
16. Робітники мають бути забезпечені захисними касками.
17. Інструменти, інвентар, монтажне оснащення та пристрої, що застосовуються в роботі, повинні відповідати стандартам (технічним умовам), побут зручними, міцними, ефективними та безпечними для працюючих та утримуватися у справному стані.

3.5. Методи виконання будівельно-монтажних робіт

1. Роботи підготовчого періоду.

До складу цих робіт входить:

- інженерно-геодезичні дослідження, розчищення майданчика;
- планування поверхні складських та монтажних майданчиків.

Геодезичні роботи полягають у влаштуванні реперів, установці розбивних знаків та обносок. Основні точки та розбивні осі закріплюють металевими знаками. Навколо майбутньої будівлі влаштовується дерев'яне обнесення з розривами для пропуску транспортних засобів.

Рослинний шар видаляється за допомогою бульдозера і підгортається для подальшого використання. Поверхня складських та монтажних майданчиків

планується з ухилом, що забезпечує стік поверхневих вод. У роботах беруть участь геодезисти та бригада землекопів.

2. Земляні роботи.

Склад робіт: розробка ґрунту екскаватором у відвал та на самоскиди, ручна розробка ґрунту, зворотне засипання.

Роботи ведуться в 1-у загарбку екскаваторами «зворотна лопата». Для зачистки ґрунту використовується бригада землекопів.

Стінки котловану влаштовуються укосними.

Перед початком земляних робіт знімається рослинний шар та консервується. Для зворотного засічення застосовуються бульдозери.

3. Роботи з влаштування підземної частини об'єкта.

Склад робіт:

- будову монолітної залізобетонної плити з бетонною підготовкою;
- зведення вертикальних несучих конструкцій з монолітного з/б та монолітних перекриттів;
- влаштування бічної обмазувальної гідроізоляції.

Роботи виробляються в 1-ну захватки. Чисельність робітників – 15 осіб – 1 бригада бетонників, які виконують опалубні, арматурні роботи та бетонування.

Для виконання робіт застосовується тунельна опалубка.

Роботи проводяться після завершення розробки ґрунту. Після закінчення пристрою підземної частини проводиться зворотне засипання пазух котловану.

При зведенні фундаментної плити влаштовуються випуски арматури для вертикальних конструкцій.

4. Роботи зі зведення підземної частини об'єкта.

Склад робіт:

- зведення монолітних горизонтальних та вертикальних конструкцій;
- кладка зовнішніх стін із цегли;
- кладка внутрішніх перегородок із цегли;
- монтаж місцевих маршів та ліфтових шахт;

Роботи ведуться на 1 захватки (див. техкарту) двома бригадами бетонників. Основні механізми: приставний кран БК-504 та вантажопасажирський витяг МГП-1000. Бетонна суміш привозиться автобетонозмішувачами і подається бетононасосом. Як опалубка служить тунельна опалубка. Суміш ущільнюється електровібраторами.

5. Влаштування покрівлі.

Виробляється після зведення надземної частини і включає: влаштування пароізоляції, утеплення, покрівельного 4-х шарового килима з руберойду, обробку парапетів оцинкованою сталлю, влаштування вирв внутрішнього водостоку та огороження.

Роботи виконує бригада покрівельників із 16 робітників.

6. Роботи із встановлення вікон.

Проводяться паралельно зі зведенням надземної частини та полягають у встановленні індивідуальних віконних та дверних блоків. Виконуються бригадою теслярів із 10 осіб. Для підйому необхідних матеріалів використовується вантажопасажирський витяг.

7. Штукатурні та облицювальні роботи.

Виконуються після зведення надземної частини та влаштування покрівлі. Включають: місцеву штукатурку поверхонь стін і стель; покращену штукатурку перегородок; просту штукатурку тих. приміщень; облицювання стін кухонь та санвузлів. Роботи виробляються комплексною бригадою плиточників та штукатурів із 20-ти осіб.

Застосування якісної опалубки дозволяє оштукатурювати лише невелику частину стін та стель: переважно в місцях стиків щитів та панелей зовнішніх стін. Для облицювання використовується глазурована керамічна плитка. На кухнях облицюється частина стіни – так звана робоча поверхня заввишки 60см.

8. Роботи з влаштування підлог.

Склад робіт:

- влаштування підготовки під підлоги;

- влаштування паркетних, плиткових та підлог з лінолеуму;
- влаштування цем. підлог у технічних приміщеннях.

Роботи виконуються потоковим методом у 2 етапи (див. мережевий графік). На першому етапі влаштовується підготовка під підлоги і виконуються плиткові покриття підлоги. Роботи 1-го етапу виробляються перед штукатурними.

Чисельність робітників 10 осіб.

На 2-му етапі, що виконується після всіх оздоблювальних робіт, влаштовуються чисті підлоги.

9. Малярські роботи.

Склад робіт:

- обклеювання шпалерами житлових кімнат;
- забарвлення інших стінок ПВА;
- клейове фарбування стель;
- простий вапняний побілка стін і стелі підвалу.

Ці роботи також виконуються двома етапами: підготовчі роботи та чисте забарвлення. Кількість робітників у комплексній бригаді – 30 осіб. Під полівінілацетатне забарвлення забороняється застосовувати купоросні склади, що дають на цій фарбі вицвіти.

10. Зовнішні оздоблювальні роботи.

Склад робіт:

- облицювання фасаду лицевальною цеглою;

Роботи виготовляються паралельно до цегляної кладки зовнішніх стін. Кількість робітників 12.

Облицювання виконуються з риштування і колисок. Усі необхідні матеріали доставляються на вантажопасажирському витягу.

Розділ 4 Охорона праці.

4.1. Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Будівництво багатоповерхового монолітного житлового будинку із квартирами на 2-х рівнях у м. Умань характеризується високою інтенсивністю виконання будівельно-монтажних робіт, одночасним залученням значної кількості працівників різних спеціальностей, широким використанням важкої техніки (баштових кранів, автобетононасосів) та засобів макромеханізації. Особливу небезпеку становлять процеси, притаманні монолітному домобудуванню: монтаж, демонтаж та переміщення важкої крупнощитової опалубки, армування конструкцій на висоті, укладання та ущільнення бетонної суміші, а також облаштування внутрішньобудинкових сходів та високих технологічних прорізів для дворівневих квартир. Зазначені фактори створюють постійний ризик виникнення небезпечних і шкідливих виробничих чинників, що вимагає жорсткого правового та організаційного регулювання.

Правовою основою організації безпечних умов праці, захисту здоров'я будівельників та мінімізації виробничого травматизму на зазначеному об'єкті є Конституція України, Кодекс законів про працю України, Закон України «Про охорону праці», а також система нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП) та Державних будівельних норм (ДБН).

Базовим нормативно-правовим актом вищої юридичної сили в цій сфері є Закон України «Про охорону праці». Відповідно до статті 13 цього Закону, головна відповідальність за створення безпечних і нешкідливих умов праці покладається безпосередньо на роботодавця (в даному випадку - керівництво генеральної підрядної будівельної організації) [1]. Роботодавець зобов'язаний забезпечити функціонування системи управління охороною праці (СУОП) на будівельному майданчику в м. Умань. Зокрема, законодавство вимагає від нього створення відповідних служб або призначення відповідальних осіб з охорони праці, організації проведення обов'язкових медичних оглядів працівників (особливо тих, які задіяні на висотних чи верхолазних роботах),

розробки та затвердження інструкцій з охорони праці за професіями та видами робіт, а також забезпечення персоналу сертифікованими засобами індивідуального (ЗІЗ) та колективного захисту (ЗКЗ) - касками, спеціальним взуттям, запобіжними поясами, захисними огороженнями тощо. З іншого боку, стаття 14 цього ж Закону покладає чіткі обов'язки на самого працівника: дотримуватися вимог нормативних актів, правил поведінки з машинами та механізмами, а також негайно повідомляти керівництво про виникнення будь-яких ситуацій, що загрожують життю чи здоров'ю людей [1].

Зважаючи на те, що об'єкт проектування є багатопверховою будівлею, критично важливим є дотримання специфічних норм безпеки в будівництві. Основним технічним та організаційним регламентом в цій сфері є Державні будівельні норми України ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» [2]. Ці норми визначають, що будівельно-монтажні роботи на об'єкті в м. Умань можуть бути розпочаті лише після розроблення та затвердження проектно-технологічної документації, а саме: Проекту організації будівництва (ПОБ) та Проекту виконання робіт (ПВР). У ПВР обов'язково мають бути окремі розділи, присвячені безпечному використанню вантажопідіймальних кранів (встановлення зон обмеження роботи крана над житловою забудовою м. Умань), стійкості опалубних систем, а також влаштуванню суцільного захисного настилу та захисно-уловлювальних сіток (ЗУС) на зовнішніх контурах монолітних перекриттів.

Оскільки будівля має квартири на двох рівнях, в межах цих приміщень утворюються технологічні прорізи для майбутніх внутрішніх сходів та зони з подвійною висотою стелі (так зване «друге світло»). Згідно з ДБН А.3.2-2-2009, всі отвори в перекриттях, до моменту монтажу постійних конструкцій або огорожень, повинні бути закриті суцільними щитами або обладнані надійними захисними перилами заввишки не менше ніж 1,1 метра із бортовою дошкою знизу. Це є прямою законодавчою вимогою для запобігання падінню працівників із висоти [2].

Сучасний стан законодавства України в галузі будівництва орієнтований на гармонізацію з європейськими стандартами (зокрема, Директивою Ради 92/57/ЄЕС). В зв'язку з цим, важливу роль відіграють «Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках». Цей документ вимагає призначення Координатора з питань охорони праці на стадії розробки проєкту та Координатора на стадії безпосереднього зведення будинку. Головне завдання координатора - складання Плану з охорони праці будівельного майданчика, де прописуються ризики взаємодії різних субпідрядних організацій (наприклад, коли на одному майданчику одночасно працюють електрики, сантехніки та бетонники).

Законодавче регулювання також чітко визначає порядок допуску працівників до виконання робіт підвищеної небезпеки, до яких належать майже всі процеси монолітного будівництва. Відповідно до Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, всі робітники (арматурники, бетонники, монтажники, стропальники) та інженерно-технічні працівники (ІТП) зобов'язані пройти курс навчання та спеціальний іспит. На будівельному майданчику в обов'язковому порядку організовується система інструктажів:

1. Вступний інструктаж - проводиться спеціалістом з охорони праці для всіх осіб, які вперше прибувають на будівництво.
2. Первинний інструктаж - безпосередньо на робочому місці (перед початком першої зміни) виконується виконробом або майстром.
3. Повторний інструктаж - для робіт з підвищеною небезпекою проводиться не рідше ніж один раз на 3 місяці.
4. Позаплановий інструктаж - в разі зміни технологічного процесу, введення нових нормативних актів або після зафіксованих нещасних випадків.
5. Цільовий інструктаж - оформлюється разом із нарядом-допуском на виконання разових, особливо небезпечних робіт (наприклад, демонтаж аварійних елементів опалубки чи робота в обмеженому просторі).

Будь-які роботи з використанням вантажопідіймальної техніки, зведення та розбирання риштувань на висоті понад 5 метрів (верхолазні роботи) потребують оформлення спеціального документа - наряду-допуску, що є прямою вимогою законодавства про промислову безпеку.

Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні під час будівництва багатоповерхового монолітного житлового будинку в м. Умань є багаторівневою структурованою системою. Суворе дотримання вимог Закону України «Про охорону праці» та положень ДБН А.3.2-2-2009 забезпечує легітимність будівельного процесу, створює безпечний технологічний простір, мінімізує ймовірність аварійних ситуацій та захищає здоров'я і життя працюючих на об'єкті.

4.2. Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек

Технологічний процес зведення багатоповерхового монолітного житлового будинку із квартирами на 2-х рівнях у м. Умань пов'язаний із постійною зміною робочих зон як за вертикаллю, так і за горизонталлю, що зумовлює підвищену динамічність виробничого середовища. Оцінка умов праці на будівельному майданчику здійснюється на основі аналізу шкідливих та небезпечних виробничих факторів, які виникають під час армування, монтажу опалубки, транспортування й укладання бетонної суміші, а також виконання оздоблювальних та монтажних робіт.

Класифікація потенційних небезпек під час спорудження даного об'єкта включає фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні чинники. Головне місце серед них посідають фізичні небезпечні фактори, виникнення яких зумовлене архітектурно-конструктивними особливостями будівлі.

Основним небезпечним фактором під час монолітного будівництва є ризик падіння працівників з висоти, а також падіння предметів, матеріалів та інструментів на працюючих знизу. Ця небезпека прогресує із кожним новим зведеним поверхом. Особливу увагу в межах проєктованого будинку привертає облаштування квартир на двох рівнях. В таких житлових осередках

утворюються технологічні отвори великої площі в міжповерхових перекриттях (призначені для внутрішньоквартирних сходів) та зони «другого світла» зі значною висотою стелі. В процесі виконання бетонних робіт та до моменту зведення постійних перегородок і сходових маршів ці ділянки є критично небезпечними зонами. Відповідно до НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті», всі робочі місця, що розташовані на відстані менше ніж 2 метри від межі перепаду по висоті 1,3 метра і більше, мають бути обладнані захисними огороженнями [3]. За неможливості їх встановлення працівники зобов'язані застосовувати лямкові запобіжні пояси з кріпленням до надійних конструктивних елементів.

Наступною групою фізичних небезпек є рухомі машини, механізми та їхні рухомі частини. Під час будівництва будинку в м. Умань задіяно потужний баштовий кран (для підйому бадей із бетоном, арматурних каркасів та щитів опалубки), автобетононасоси та автобетонозмішувачі. Небезпека виникає в зонах переміщення вантажів краном, де є ризик обриву стропів, руйнування тари або виходу техніки з ладу. Також існує небезпека травмування елементами великоблочної чи дрібнощитової опалубки під час її розпалублення, коли під дією адгезії (зчеплення бетону з формою) виникають значні зусилля відриву.

Крім того, умови праці будівельників погіршуються під впливом таких факторів, як підвищений рівень шуму та вібрації, основними джерелами яких є глибинні та поверхневі вібратори, що використовуються для ущільнення бетонної суміші в пілонах, колонах та перекриттях, а також дискові пилки для підгонки дерев'яних елементів опалубки, компресорні установки та шліфувальні машини. Також існує значна небезпека ураження електричним струмом, оскільки монолітне будівництво потребує постійного живлення електроінструменту, зварювальних апаратів, систем освітлення та прогріву бетону в зимовий період (в разі потреби), через що будівельний майданчик насичений тимчасовими електромережами, а додатковий ризик створює робота в умовах підвищеної вологості під відкритим небом.

Негативно впливають і хімічні небезпечні чинники, адже бетонники та підсобні робітники постійно контактують із цементним пилом під час очищення поверхонь чи підготовки сумішей, лужними середовищами рідкого бетону, а також з емульсіями та мастилами (антиадгезивами), якими покривають внутрішні поверхні опалубних щитів для легшого демонтажу, що при попаданні на шкіру чи в дихальні шляхи може викликати хімічні опіки та дерматити.

Важливе значення мають несприятливі метеорологічні умови (мікроклімат), оскільки роботи виконуються на відкритому просторі в м. Умань, що піддає персонал впливу температурних коливань у вигляді перегріву влітку чи переохолодження взимку, сонячної радіації, сильних поривів вітру та атмосферних опадів, які суттєво підвищують ковзання по арматурних сітках та палубі опалубки.

Також вагому роль відіграють психофізіологічні фактори, що включають значні динамічні та статичні фізичні перевантаження під час перенесення арматури й укладання бетону вручну, тривалу роботу в незручних позах при в'язанні арматурних вузлів на рівні підлоги перекриття, а також високе нервово-психічне напруження, пов'язане з відповідальністю за колективну безпеку та постійним перебуванням на висоті.

З метою системного обліку всіх ризиків, згідно з вимогами НПАОП 45.2-7.03-17 «Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках», генеральний підрядник зобов'язаний провести ідентифікацію небезпек та оцінку ризиків для кожного робочого місця ще до початку виконання робіт [4]. На основі цього аналізу виділяються зони дії постійно діючих та потенційно небезпечних виробничих чинників, які наносяться на будівельний генеральний план (будгенплан) проєкту.

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

Дослідження ризиків реалізації потенційних небезпек є ключовим етапом превентивного управління охороною праці на будівельному майданчику в м. Умань. Для детального якісного аналізу в рамках даного проєкту обрано технологічний комплекс робіт із монтажу, експлуатації та демонтажу (розпалублення) крупнощитової опалубки міжповерхових перекриттів, оскільки цей процес безпосередньо впливає на безпеку при зведенні монолітного каркаса та характеризується найвищою концентрацією небезпечних факторів. Особливу специфіку та підвищений рівень ризику ці роботи мають в зонах облаштування дворівневих квартир, де значна висота стелі, що поєднує два рівні в зоні так званого «другого світла», та наявність великих технологічних прорізів для майбутніх внутрішньоквартирних сходів вимагають використання посиленних опорних риштувань, об'ємних стійок, а також підвищеної точності підгонки елементів на значній висоті.

Оцінка та якісний аналіз ризиків виконується відповідно до методологічних засад, визначених у ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування» [5]. Цей стандарт передбачає ідентифікацію небезпечних подій, визначення безпосередніх та корінних причин їхнього виникнення, оцінку тяжкості можливих наслідків для здоров'я персоналу, а також розробку обґрунтованих інженерно-технічних та організаційних заходів для зниження ризику до прийнятного (толерантного) рівня. Науковий підхід до оцінки ризиків базується на принципі, що будь-яку небезпеку в монолітному будівництві можна спрогнозувати та нейтралізувати ще на стадії проєктування організації робіт. Метод якісного аналізу дозволяє детально розглянути кожен крок монтажника-опалубника чи бетонника, виявити приховані загрози, пов'язані з людським фактором, випадковими відмовами техніки або деструктивним впливом зовнішнього середовища.

Процес зведення монолітного перекриття дворівневих квартир є складним багатоетапним процесом, де кожен наступний крок критично залежить від якості та точності виконання попереднього. Початковий етап, що включає безпосередній монтаж опорних стійок, триніг, унівілок, а також поздовжніх і поперечних балок, супроводжується постійним ризиком падіння працівників з висоти через вимушену роботу на незахищених краях монтажного горизонту. Коли висота ярусу в зонах дворівневих світлових залів перевищує стандартні три метри і сягає шести метрів, звичайна телескопічна стійка втрачає свою тримальну здатність через ексцентриситет навантаження та гнучкість конструкції, що змушує інженерів застосовувати складні системи об'ємних рамних риштувань. Найменша помилка при вирівнюванні цих опор за допомогою гвинтових домкратів, відсутність горизонтальних або діагональних зв'язків жорсткості створює передумови для масштабної геометричної деформації всієї системи, при цьому наслідки реалізації такого ризику мають найвищий ступінь тяжкості аж до критичного рівня.

Наступний технологічний етап, що включає безпосереднє укладання та ущільнення бетонної суміші в підготовлену армовану карту, характеризується виникненням динамічного та статичного навантаження на змонтовану палубу опалубки. Вага густої арматурної сітки, маса рідкого бетону, який має високу щільність близько двох з половиною тисяч кілограмів на один метр кубічний, а також значні гідродинамічні удари під час вивантаження суміші з роздавальної бадді або магістралі автобетононасосу створюють екстремальні пікові напруження. Якщо в процесі попереднього монтажу або розкріплення стійок були допущені навіть незначні приховані дефекти, відбувається миттєва лавиноподібна втрата стійкості опорних елементів, що неминуче призводить до загального обвалу свіжовилітого перекриття, руйнування нижніх готових поверхів та масового травмування людей. Хімічна агресивність рідкої цементної суміші разом із постійними високочастотними вібраційними навантаженнями від роботи ручних глибинних вібраторів виступають додатковими шкідливими чинниками, які вимагають обов'язкового та

безперервного застосування засобів індивідуального захисту органів дихання, очей та шкіри рук будівельників.

Заключний етап опалубних робіт, під яким розуміють демонтаж або розпалублення конструкцій після набуття бетоном необхідної міцності, приховує в собі специфічні ризики раптового обвалення важких щитів або балок на голови робітників. Це явище зумовлене високою адгезією та склеювальним ефектом між ламінованою поверхнею фанери опалубки та застиглим монолітом перекриття. Спроби відірвати притиснутий щит за допомогою випадкових підручних засобів, важких ломів або через натягування крановими стропами призводять до того, що великогабаритний елемент вагою в кілька десятків кілограмів раптово зривається та падає вниз на монтажника. Запобігання реалізації цього ризику вимагає впровадження жорсткої організаційної дисципліни, яка повністю забороняє будь-які демонтажні маніпуляції без офіційного письмового висновку будівельної лабораторії про досягнення бетоном проектної розпалубної міцності, а також використання спеціальних гвинтових розпалубних клинів і сертифікованих витяжних пристроїв.

Результати дослідження ризиків на всіх технологічних етапах виконання опалубних робіт на об'єкті проектування в місті Умань систематизовано та представлено в таблиці (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Дослідження ризиків під час виконання опалубних робіт

Етап робіт та джерело небезпеки	Сценарій реалізації небезпеки (ризик)	Можливі наслідки для персоналу	Інженерно-технічні та організаційні заходи безпеки
Монтаж опорних стійок та балок опалубки (робота на межі перепаду	Падіння монтажника опалубки з висоти через	Тяжкі травми, політравми, летальний вихід	Першочергове встановлення захисних уловлювальних

висот в зонах дворівневих квартир)	відсутність перильного огороження або втрату рівноваги		сіток (ЗУС) по периметру будівлі, обов'язкове використання лямкових запобіжних поясів із кріпленням до надійних анкерних точок.
Переміщення щитів опалубки краном (вантажопідйомні операції)	Обрив стропів, падіння опалубного щита на робітників внаслідок неправильної строповки або сильного пориву вітру	Механічні ушкодження, розчавлення, смертельний травматизм	Використання сертифікованих чалок, щоденний огляд стропів, заборона перебування людей під вантажем, припинення робіт при швидкості вітру понад 15 м/с (для монтажу опалубки - понад 10 м/с).
Укладання та ущільнення бетону (експлуатація опалубки під навантаженням)	Руйнування або зміщення стійок опалубки під вагою рідкого бетону, динамічний обвал конструкції	Масовий травматизм робітників, руйнування суміжних конструкцій	Попередній розрахунок стійкості опалубки в ПВР, інструментальний контроль вертикальності об'ємних стійок

	перекриття		перед бетонуванням, присутність чергового теслі під час заливки.
Демонтаж опалубки (розпалублення) після досягнення бетоном міцності	Раптове падіння важкого щита на бетонника через передчасний демонтаж кріплень або адгезію з бетоном	Черепно- мозкові травми, переломи кінцівок	Проведення розпалублення тільки після письмового дозволу лабораторії (досягнення 70% міцності), застосування спеціальних розпалубних klinів та витяжних пристроїв.
Підгонка дерев'яних елементів опалубки (робота з інструментом)	Поранення рук дисковою пилкою, відлітання трісок через відсутність захисного кожуха чи окулярів	Різані рани, ампутація фаланг пальців, травми очей	Використання справного електроінструмент у з глухими захисними кожухами, обов'язкове застосування захисних окулярів та рукавиць.

Представлений аналіз доводить, що найбільшу питому вагу за рівнем небезпеки мають ризики, пов'язані з падінням з висоти та обвалом конструкцій під впливом технологічного навантаження. Проте, впровадження превентивних заходів, таких як суворий лабораторний контроль міцності моноліту перед демонтажем, використання сучасних систем колективного захисту (сіток та інвентарних огорожень прорізів «другого світла») і суворе дотримання технологічної дисципліни, дозволяє перевести ризики з категорії високих в категорію контрольованих та мінімальних. Це гарантує належний рівень безпеки праці під час спорудження житлового будинку в м. Умань.

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

Нейтралізація виявлених шкідливих та небезпечних виробничих факторів, а також зниження ризиків під час зведення багатоповерхового монолітного житлового будинку в м. Умань досягається шляхом впровадження комплексу взаємопов'язаних заходів. Ці заходи інтегруються в проєктні рішення на трьох рівнях, під якими розуміють архітектурно-планувальні, технічні та організаційні методи захисту працюючих, що дозволяє створити безпечне виробниче середовище на всіх етапах будівництва.

Архітектурно-планувальні та конструктивні заходи закладаються безпосередньо на стадії проєктування геометрії та об'ємно-просторової структури будівлі з метою полегшення праці будівельників та мінімізації небезпечних зон. Зважаючи на наявність в будинку двоярусних квартир із просторими світловими залами та технологічними отворами для внутрішніх сходів, проєктними рішеннями передбачено мінімізацію використання монолітних ділянок складної конфігурації, які потребували б ручної індивідуальної підгонки опалубки на великій висоті. Замість цього архітектурна схема адаптована під застосування типізованих індустріальних систем, що дозволяє збирати великощитову опалубку швидко та безпосередньо в безпечних зонах. Крім того, в місцях розташування великих міжповерхових

прорізів для дворівневих осередків конструктивно передбачено тимчасові арматурні випуски або спеціальні закладні деталі, які використовуються для надійного механічного кріплення захисних металевих інвентарних огорожень будівельного майданчика ще до початку процесу заливки бетону. Планування будгеплану в умовах м. Умань виконано з урахуванням раціонального зонування, де зони складування арматури, опалубки та під'їзні шляхи автобетонозмішувачів винесені за межі небезпечної зони роботи баштового крана, що виключає ризик перебування людей під траєкторією переміщення вантажів.

Технічні заходи спрямовані на безпосередню інженерну нейтралізацію небезпек за допомогою засобів колективного та індивідуального захисту, а також механізації важкої фізичної праці. Основним технічним рішенням для запобігання падінню з висоти є облаштування системи захисно-уловлювальних сіток (ЗУС), які монтуються на спеціальних кронштейнах по всьому зовнішньому периметру будівлі і переставляються краном кожні два поверхи. Для безпечного пересування монтажників по робочому горизонту використовуються інвентарні металеві підмостки з суцільним дерев'яним настилом і бортовими дошками, які виключають падіння дрібного інструменту на нижні рівні. З метою зниження психофізіологічних навантажень та ризиків при армуванні, заготівля арматурних каркасів та сіток максимально винесена в прирейковий склад, де процеси різання та згинання сталі виконуються на автоматизованих верстатах, а на монтажний горизонт подаються вже готові укрупнені блоки, що мінімізує обсяг ручного в'язання арматури безпосередньо на висоті.

Для захисту від ураження електричним струмом уся тимчасова електромережа будівельного майданчика виконується кабелями з подвійною ізоляцією, які прокладаються на спеціальних опорах поза зоною руху техніки, а підключення силових агрегатів (бетононасосів, зварювальних апаратів, компресорів) здійснюється виключно через пристрої захисного відключення (ПЗО). Зниження шкідливого впливу шуму та вібрації при ущільненні бетону

досягається застосуванням сучасних високочастотних глибинних вібраторів із дистанційним керуванням та використанням робітниками антивібраційних рукавиць та протишумних навушників (берушів). Хімічна безпека бетонників при контакті з мастилами опалубки та цементним лугом забезпечується обов'язковим видачею захисних окулярів, респіраторів та спецодягу з водовідштовхувальним покриттям.

Організаційні заходи забезпечують чітку взаємодію персоналу, контроль за дотриманням технологічної дисципліни та належну підготовку кадрів. Будівельне виробництво на об'єкті організовується за чітко регламентованим графіком, який виключає суміщення за часом та вертикаллю взаємонебезпечних робіт (наприклад, заборонено проводити зварювання чи монтаж безпосередньо над зоною, де здійснюється розпалублення або прокладання інженерних мереж). Допуск персоналу на майданчик здійснюється лише після перевірки наявності посвідчень на право виконання робіт підвищеної небезпеки та проведення первинного або повторного інструктажу з охорони праці під розпис у журналі. Важливим організаційним елементом є впровадження раціонального режиму праці та відпочинку, що особливо критично при роботі на відкритому повітрі в літні та зимові періоди. Проектом передбачено облаштування тимчасового побутового містечка із санітарно-гігієнічними приміщеннями, кімнатами для обігріву взимку або кондиціонування влітку, а також забезпеченням працівників питною водою. Щоденний контроль за станом умов праці покладається на службу охорони праці генпідрядника та виконробів, які перед початком кожної зміни зобов'язані провести візуальний огляд надійності риштувань, заземлення техніки та перевірити правильність використання робітниками засобів індивідуального захисту, включаючи захисні каски та запобіжні пояси.

Впровадження розробленого комплексу архітектурно-планувальних, інженерно-технічних та організаційних заходів дозволяє повністю перекрити всі можливі канали реалізації потенційних небезпек під час монолітного будівництва. Завдяки цьому забезпечується системний захист здоров'я

робітників, значно підвищується культура виробництва на майданчику в м. Умань, а умови праці на робочих місцях бетонників, арматурників та теслярів доводяться до рівня повного дотримання нормативних вимог діючого законодавства.

Висновок

В розділі було проведено комплексний аналіз стану охорони праці, промислової безпеки та виробничої санітарії під час спорудження багатоповерхового монолітного житлового будинку із квартирами на двох рівнях у місті Умань.

Визначено, що правовою основою для організації безпечного будівельного процесу на об'єкті є чинне законодавство України, зокрема Закон України «Про охорону праці» та ДБН А.3.2-2-2009. Всі технологічні рішення та алгоритми допуску персоналу до робіт підвищеної небезпеки, включаючи систему п'ятиступеневих інструктажів та оформлення нарядів-допусків, повністю адаптовані до сучасних вимог гармонізованого європейського законодавства у будівництві.

Проведено детальний аналіз виробничого середовища монолітного домобудування. Виявлено та класифіковано ключові небезпечні та шкідливі виробничі чинники, серед яких домінуюче місце посідають ризики падіння з висоти, травмування рухомими машинами й механізмами, хімічний вплив цементних лугів та мастил, а також несприятливі метеорологічні умови міста Умань. Особливу увагу приділено конструктивній специфіці будинку - великим міжповерховим технологічним прорізам та зонам «другого світла» у дворівневих квартирах, що суттєво підвищують загрозу висотного травматизму.

На основі методології ДСТУ ISO 45001:2019 здійснено дослідження ризиків на прикладі найбільш критичного процесу - монтажу, експлуатації та демонтажу крупнощитової опалубки перекриттів. Систематизовано сценарії потенційних аварійних ситуацій (зокрема, загрози руйнування опорних рамних риштувань під вагою рідкої бетонної суміші та раптового падіння щитів при

розпалубленні) і встановлено, що без належного контролю ці ризики мають високий рівень критичності.

Для нейтралізації виявлених небезпек розроблено та деталізовано трирівневу систему запобіжних дій, яка включає архітектурно-планувальні рішення (раціональне зонування будгенплану), інженерно-технічні засоби колективного й індивідуального захисту (застосування захисно-уловлювальних сіток ЗУС, інвентарних огорожень сходових прорізів, пристроїв захисного відключення електромережі, антивібраційного та протихімічного спецодягу) та організаційні методи (чітке розмежування взаємонебезпечних робіт у часі, триступеневий контроль якості монтажу опалубки будівельною лабораторією та службою охорони праці).

Запропонований в розділі комплекс організаційно-технічних рішень дозволяє перевести всі потенційні ризики монолітного будівництва з категорії високих в категорію мінімальних та повністю контрольованих. Це гарантує створення безпечного, безтравматичного виробничого середовища, захист життя і здоров'я працюючих та високу культуру виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основи та фундаменти. Навчальний посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / І.О.Парфентьєва, О.В. Верешко, Д.А. Гусачук – Луцьк: ЛНТУ, 2017. – 296с.
2. Методичні рекомендації до виконання та оформлення бакалаврських робіт (для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» освітня програма «Промислове та цивільне будівництво») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. О. М. Пустовойтова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 30 с.
3. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л. М. Шутенко, О. Г. Рудь, О. В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка ; пер. з рос. ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с.
4. ДБН В.2.6-160:2010. Конструкції будинків і споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 55 с.
5. ДБН В.1-10:2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проєктування. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. – 36 с.
6. ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с. – Чинний від 01.01.2012.
7. ДБН В.2.5-13-98. Пожежна автоматика будинків і споруд.
8. ДБН А.2.2-3-2004. Склад, порядок оформлення, узгодження та затвердження проєктної документації для будівництва. – Київ : Держбуд України, 2004. – 35 с. – Чинний від 01.07.2004.
9. ДБН В.1.2-2:2006*. Навантаження і впливи. Норми проєктування. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 59 с. – Чинний від 01.01.2007.
10. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проєктування. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 97 с. – Чинний від 01.06.2011.
11. ДБН А.2.2-12:2018. Планування і забудова територій. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. – 187 с.

- 12.ДСТУ Б В.2.6-15:2011. Блоки віконні та дверні полівінілхлоридні. – Київ : Мінрегіон України, 2012. – 42 с. – Чинний з 01.10.2012.
- 13.ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель : зміна № 1 / ДП НДІБК. – Київ : Мінрегіон України, 2010. – 37 с.
- 14.ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 134 с.
- 15.ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
- 16.ДСТУ Б В.2.7 151:2008. Будівельні матеріали. Труби поліетиленові для холодного водопостачання. Технічні умови / Мінрегіонбуд України. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 45 с.
- 17.ДСТУ Б В.2.5 32:2007. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Труби безнапірні з поліпропілену, поліетилену, НПВХ та фасонні вироби до них для зовнішніх мереж каналізації та кабельної каналізації. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. – 45 с.
- 18.ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013. Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 29 с.
- 19.ДБН В.1.1-7:2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – Київ : Держбуд України, 2003. – 36 с.
- 20.ДСТУ 8936:2019. Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови / Мінрегіонбуд України. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 12 с.
- 21.ДСТУ 8943:2019. Труби сталеві електрозварні прямошовні. Технічні умови / Мінрегіонбуд України. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 15 с.
- 22.ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 137 с.
- 23.ДБН Д.2.6-1-2000. Ресурсні елементні кошторисні норми на пусконаладжувальні роботи. – Київ, 2001. – 49 с.
- 24.ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – Київ : Мінрегіон України, 2019. – 185 с.

- 25.ДБН В.2.2-9:2009. Громадські будинки та споруди. – Київ : Мінрегіон України, 2010. – 69 с.
- 26.НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні. – Київ, 2004. – 86 с.
- 27.Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-XII (із змінами та доповненнями).
28. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. - К. : Мінрегіонбуд України, 2009. - 114 с.
- 29.НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. - Затверджено Наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 27.03.2007 № 62.
- 30.НПАОП 45.2-7.03-17. Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках. - Затверджено Наказом Міністерства соціальної політики України від 23.06.2017 № 1050.
31. ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT). Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. - К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. - 42 с..
- 32.ДБН А.2.1-1:2008. Інженерні вишукування для будівництва. – Київ : Мінрегіон України, 2014. – 128 с.
- 33.ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Цементи загальнобудівельного призначення. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 20 с.
- 34.ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. – Київ : Мінрегіон України, 2012. – 122 с.
- 35.ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 130 с.
- 36.ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.