

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект дев'ятиповерхового житлового будинку (комплексна тема)

Виконали: студенти 4 курсу, групи МБ-41
спеціальності _____

192 "Будівництво та цивільна інженерія"

(шифр і назва спеціальності)

Студенти

_____	Алалі Мохаммад
(підпис)	(прізвище та ініціали)
_____	Алалі Файсел
(підпис)	(прізвище та ініціали)

Керівник

_____	Бодрова Л. Г.
(підпис)	(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

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

Завідувач кафедри

_____	Ясній В.П.
(підпис)	(прізвище та ініціали)

Рецензент

_____	Качка О. І.
(підпис)	(прізвище та ініціали)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

« » (підпис) Ясній В.П. (прізвище та ініціали)
20 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)
студентам Алалі Мохаммад, Алалі Файсел
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дев'ятиповерхового житлового будинку (комплексна тема)

Керівник роботи Бодрова Людмила Гордіївна, кандидат технічних наук, професор кафедри БМ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» січня 2026 року № 4/9-53.

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____
3. Вихідні дані до роботи _____

Об'єкт проєктування - трисекційний дев'ятиповерховий житловий будинок із 4 під'їздами, ліфтами і сміттєпроводами; 135 квартир: 20 однокімнатних, 44 двокімнатні, 63 трикімнатні, 8 чотирикімнатних.

Вихідні умови - пальові фундаменти з монолітним ростверком; багатошарові стіни із силікатної цегли з мінераловатним утепленням; збірні попередньо напружені багатопорожнисті плити; кліматичні, геологічні та ТЕП згідно з ПЗ.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Розробити генеральний план, архітектурно-планувальні та об'ємно-планувальні рішення дев'ятиповерхового житлового будинку.

Обґрунтувати конструктивні рішення пальових фундаментів, стін, перегородок, перекриттів, покриття, сходово-ліфтових вузлів та інженерних систем.

Виконати теплотехнічні розрахунки зовнішньої стіни, горищного покриття і підлоги та перевірити нормативну відповідність огорожень.

Виконати збір навантажень і розрахунок залізобетонних стрічкових ростверків пальових фундаментів для зовнішніх і внутрішніх стін.

Розрахувати збірний залізобетонний сходовий марш і площадкову плиту; розробити розділ «Безпека життєдіяльності, Основи охорони праці».

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Креслення графічної частини - не менше 6 аркушів формату А1 (594 x 841 мм).

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 22.01.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Алалі М.
(прізвище та ініціали)

Студент

(підпис)

Алалі Ф.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бодрова Л.Г.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	12
1.1 Загальні дані.....	12
1.2 Загальна характеристика будівлі	13
1.3 Об'ємно-планувальні рішення	13
1.3.1 Фундаменти.....	13
1.3.2 Зовнішні стіни.....	13
1.3.3 Зовнішнє оздоблення	13
1.3.4 Перегородки.....	14
1.3.5 Перекриття та покрівлі	14
1.3.6 Внутрішнє оздоблення.....	14
1.3.7 Підлоги	14
1.3.8 Вікна та двері	15
1.3.9 Кухні	15
1.3.10 Ванні кімнати та санвузли.....	15
1.3.11 Сходові клітки	15
1.3.12 Ліфти.....	16
1.3.13 Опалення	16
1.3.14 Водопостачання.....	16
1.3.15 Каналізація	17
1.3.16 Енергопостачання.....	17
1.3.17 Сміттєпровід	17
1.4 Техніко-економічні показники.....	17
1.5 Кліматичні характеристики.....	19
1.6 Теплотехнічний розрахунок.....	20
1.6.1 Загальні положення.....	20
1.6.2 Розрахунок зовнішньої стіни	21
1.6.3 Розрахунок товщини утеплювача горищного покриття	22

1.6.4 Визначення показника теплопоглинання поверхні підлоги	24
1.7 Рішення генерального плану забудови	25
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО КОНСТРУКТИВНИЙ	27
2.1 Підбір навантажень на конструкції	27
2.1 Розрахунок залізобетонних стрічкових ростверків пальових фундаментів	28
2.1.1 Розрахунок залізобетонних стрічкових ростверків пальових фундаментів для зовнішніх стін	28
2.1.2 Розрахунок поперечних стрижнів	32
2.1.3 Розрахунок на продавлювання	32
2.2 Розрахунок багатопорожнистої плити перекриття	33
2.2.1 Розрахунок за граничними станами першої групи	33
2.3.2 Розрахунок багатопорожнистої плити за граничними станами другої групи	38
2.3.3 Втрати попереднього напруження арматури	39
2.3.4 Розрахунок утворення тріщин, нормальних до поздовжньої осі	40
2.3.5 Розрахунок прогину плити	41
РОЗДІЛ 4 ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ	43
4.1 Загальні положення	43
4.2 Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика	43
4.3 Заходи щодо зменшення деформацій від дії сил морозного пучення ґрунтів ..	46
4.4 Заходи на період експлуатації будівель і споруд щодо захисту ґрунтів у фундаменті від надмірного водонасичення	48
4.5 Технічні вказівки щодо влаштування пальових фундаментів	49
РОЗДІЛ 5 ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	52
5.1 Загальні положення	52
5.2 Земляні роботи	52
5.3 Технологія забивання паль	54
5.4 Технологія зведення монолітного залізобетонного ростверку	59
5.5 Техніка безпеки під час виконання робіт	59
5.6 Армування монолітного залізобетонного ростверку	60
5.7 Бетонування	60

5.8 Обладнання для подачі та розподілу бетонної суміші	60
5.9 Укладання бетонної суміші	61
5.10 Контроль якості та приймання робіт	63
5.11 Ущільнення бетонної суміші	63
5.12 Особливості виконання бетонних робіт при мінусових температурах	64
5.13 Монтаж фундаментних блоків для стін	65
5.14 Шарувата кладка	66
5.15 Плити перекриття	66
5.16 Монтажні роботи	67
5.17 Кам'яні роботи	69
5.18 Покрівля	71
5.19 Вимоги до основи під покрівлю	72
5.20 Вимоги до ізоляційних шарів	73
5.21 Операційний контроль якості будівельних робіт	73
5.22 Визначення параметрів крана	74
РОЗДІЛ 6 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	76
6.1 Загальні положення	76
6.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельного майданчика, ділянок робіт та робочих місць	76
6.3 Вимоги безпеки при складуванні матеріалів і конструкцій	78
6.4 Безпека транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт	79
6.5 Безпека праці при виконанні земляних робіт	82
6.6 Безпека праці під час електрозварювальних робіт	83
6.7 Вимоги безпеки при монтажних роботах	84
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	87
БІБЛІОГРАФІЯ	101

ВСТУП

Житлове будівництво є одним із ключових напрямів розвитку сучасного міського середовища, оскільки безпосередньо впливає на умови проживання населення, формування житлових кварталів, інженерну інфраструктуру та раціональне використання міської території. Багатоквартирний житловий будинок повинен не лише забезпечувати необхідну кількість квартир, а й створювати безпечне, функціональне та комфортне середовище для мешканців. Це досягається завдяки узгодженому вирішенню архітектурно-планувальних, конструктивних, інженерних, теплотехнічних, технологічних і безпекових питань.

Актуальність бакалаврської кваліфікаційної роботи за темою «Проект дев'ятиповерхового житлового будинку (комплексна тема)» зумовлена потребою у створенні житлової будівлі, що відповідає сучасним вимогам до комфорту проживання, енергоефективності, довговічності конструкцій, пожежної безпеки та технологічності будівництва. Дев'ятиповерхова житлова забудова дає можливість забезпечити значний житловий фонд за порівняно компактною площею забудови, а також раціонально організувати інженерні мережі, вертикальні комунікації, системи обслуговування мешканців і благоустрій прилеглої території.

Проектування житлового будинку такого типу потребує особливої уваги до просторової організації квартир, зручності доступу до них, розташування сходово-ліфтових вузлів, технічних приміщень, систем водопостачання, каналізації, опалення, енергопостачання та видалення побутових відходів. Не менш важливими є вибір фундаментного рішення відповідно до інженерно-геологічних умов ділянки, забезпечення необхідного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій і розроблення технології виконання основних будівельно-монтажних робіт.

Об'єктом проектування є трисекційний дев'ятиповерховий житловий будинок із чотирма під'їздами. Будівля призначена для постійного проживання мешканців і включає 135 квартир різного складу. У будинку передбачено 20 однокімнатних, 44 двокімнатних, 63 трикімнатних і 8 чотирикімнатних квартир.

Площа квартир становить від 49,16 м² до 110,43 м², що дозволяє забезпечити потреби сімей різного кількісного складу та сформувати різноманітну структуру житлового фонду.

Функціональна організація квартир передбачає розділення житлових і підсобних приміщень. У складі квартир запроектовано житлові кімнати, кухні, передпокої, ванні кімнати та санітарні вузли. Планувальні рішення спрямовані на забезпечення зручних внутрішніх зв'язків між приміщеннями, достатнього природного освітлення житлових кімнат, належних санітарно-гігієнічних умов і можливості раціонального розміщення меблів та побутового обладнання.

Кухні обладнуються газовими плитами, мийками та системою природної витяжної вентиляції. У ванних кімнатах і санітарних вузлах передбачено природну вентиляцію, а для внутрішнього оздоблення застосовано матеріали, стійкі до підвищеної вологості. Підлоги у житлових приміщеннях виконуються з лінолеуму на теплоізоляційній основі, а в санітарно-побутових приміщеннях — із керамічної плитки по цементно-піщаній стяжці. Такі рішення забезпечують зносостійкість, гігієнічність, зручність очищення та належні експлуатаційні властивості підлог.

Планувальна структура будинку передбачає наявність сходово-ліфтових вузлів у кожному під'їзді. Вертикальний зв'язок між поверхами забезпечується внутрішніми двомаршовими сходовими клітками зі збірних залізобетонних елементів та пасажирськими ліфтами. Сходові клітки мають природне й штучне освітлення, а двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу з будівлі. Для доступу на покрівлю передбачено металеві сходи, відокремлені вогнестійкими дверима.

Кожен під'їзд обладнано сміттєпроводом, який закінчується сміттекамерою з окремим входом із зовнішнього боку будинку. Сміттева камера передбачає можливість миття обладнання та приміщення, обладнується трапом зі скидом води до господарсько-фекальної каналізації та має систему вентиляції. Таке рішення спрямоване на підтримання належного санітарного стану будинку та організоване поводження з побутовими відходами.

Особливістю проєкту є наявність перепадів вертикальних відміток у межах окремих секцій будинку, що пов'язано з інженерно-геологічними особливостями будівельного майданчика. Під час розроблення генерального плану враховано рельєф території, положення підземних вод, необхідність організованого поверхневого водовідведення, прокладання інженерних мереж, благоустрою та озеленення ділянки. На вільних від забудови площах передбачено влаштування газонів, квітників, чагарників і рядових посадок листяних дерев.

Конструктивна схема житлового будинку базується на застосуванні пальових фундаментів. На пальовій основі передбачено улаштування монолітних залізобетонних ростверків, на які спираються збірні бетонні фундаментні блоки. Прийнята фундаментна система забезпечує передавання навантажень від надземних конструкцій на ґрунтову основу, а також враховує складні умови майданчика, зокрема вплив можливого морозного пучення та надмірного водонасичення ґрунтів.

Зовнішні стіни запроектовано багат шаровими, із силікатної цегли та мінераловатного утеплювача. Така конструкція забезпечує необхідну несучу здатність, довговічність, теплозахист і звукоізоляцію житлових приміщень. Зовнішній шар кладки виконується з розшивкою швів без додаткового штукатурення фасадних поверхонь. Внутрішні перегородки прийнято цегляними, а в санітарних вузлах передбачено застосування матеріалів, стійких до дії вологи.

Міжповерхові та горищні перекриття прийнято зі збірних багатопорожнистих залізобетонних плит із попередньо напруженою арматурою. Використання збірних конструкцій дає змогу скоротити терміни виконання монтажних робіт, підвищити індустріальність будівництва та забезпечити стабільні показники міцності й жорсткості перекриттів. У розрахунково-конструктивному розділі виконано перевірку багатопорожнистої плити за граничними станами першої та другої груп, зокрема за міцністю нормальних і похилих перерізів, тріщиностійкістю та деформативністю.

Важливим напрямом роботи є забезпечення енергоефективності житлового будинку. Для цього виконано теплотехнічні розрахунки зовнішніх стін,

горищного перекриття та підлогових конструкцій. Прийняті конструктивні рішення спрямовані на зменшення тепловтрат у холодний період, підтримання нормативних параметрів мікроклімату в житлових приміщеннях та раціональне використання енергетичних ресурсів.

Інженерне обладнання будинку включає системи опалення, гарячого та холодного водопостачання, каналізації, енергопостачання, вентиляції та видалення побутових відходів. Опалення й гаряче водопостачання передбачено від магістральних теплових мереж із нижнім розведенням трубопроводів у підвальній частині будівлі. Для кожної секції передбачається окремий тепловий вузол, який забезпечує регулювання та облік теплоносія.

Холодне водопостачання здійснюється від внутрішньоквартального колектора через два вводи. Каналізаційні випуски від секцій будинку підключаються до внутрішньоквартальної мережі господарсько-фекальної та дощової каналізації. Енергопостачання передбачено від дворової трансформаторної підстанції з основним і резервним кабельними вводами. Електрощитові розміщуються на перших поверхах секцій, що забезпечує зручність експлуатації та технічного обслуговування мереж.

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурно-будівельних, конструктивних, фундаментних, технологічних і безпекових рішень дев'ятиповерхового житлового будинку, які забезпечують надійність, довговічність, комфортність проживання, енергоефективність, технологічність будівництва та безпечну експлуатацію об'єкта.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання:

1. Проаналізовано функціональне призначення житлового будинку та визначено склад квартир, інженерних, допоміжних і комунікаційних приміщень.
2. Розроблено об'ємно-планувальне рішення трисекційного дев'ятиповерхового будинку з чотирма під'їздами, сходовими клітками, ліфтами та сміттєпроводами.
3. Визначено кількісний і якісний склад квартир, а також обґрунтовано планувальне вирішення житлових і підсобних приміщень.

4. Прийнято конструктивні рішення фундаментів, зовнішніх стін, перегородок, перекриттів, покриття, сходових кліток і ліфтового обладнання.

5. Виконано теплотехнічні розрахунки зовнішньої стіни, горищного перекриття та конструкції підлоги.

6. Розроблено рішення генерального плану з урахуванням рельєфу місцевості, поверхневого водовідведення, благоустрою, озеленення та прокладання інженерних мереж.

7. Визначено постійні й тимчасові навантаження, що діють на основні конструктивні елементи житлового будинку.

8. Виконано розрахунок монолітних залізобетонних стрічкових ростверків пальових фундаментів під зовнішні стіни.

9. Проведено розрахунок багатопорожнистої попередньо напруженої плити перекриття за міцністю, тріщиностійкістю та деформативністю.

10. Проаналізовано інженерно-геологічні умови будівельного майданчика та передбачено заходи щодо зменшення впливу морозного пучення й надмірного зволоження ґрунтів.

11. Розроблено технологічні рішення для земляних робіт, забивання паль, улаштування монолітних ростверків, монтажу фундаментних блоків, кладки стін, монтажу плит перекриття та виконання покрівельних робіт.

12. Передбачено заходи з безпеки життєдіяльності та охорони праці під час земляних, монтажних, вантажно-розвантажувальних, електрозварювальних та інших будівельно-монтажних робіт.

Вихідними даними для проєктування є функціональне призначення будівлі як багатоквартирного житлового будинку, трисекційна дев'ятиповерхова структура, наявність 135 квартир, застосування пальових фундаментів, монолітних ростверків, багат шарових цегляних стін із мінераловатним утепленням, збірних багатопорожнистих плит перекриття, пасажирських ліфтів, сміттєпроводів та комплексу внутрішніх інженерних систем.

Методи виконання роботи включають аналіз архітектурно-планувальних і конструктивних рішень житлових будинків, визначення розрахункових

навантажень, розрахунок залізобетонних ростверків і плит перекриття за граничними станами, теплотехнічне обґрунтування огорожувальних конструкцій, оцінку ґрунтових умов та розроблення технології основних будівельних процесів.

Практичне значення роботи полягає у розробленні комплексного проектного рішення дев'ятиповерхового житлового будинку. Прийняті архітектурні, конструктивні та інженерні рішення забезпечують раціональне використання території, можливість розміщення квартир різного складу, надійність фундаментів і перекриттів, належний рівень теплозахисту, зручність експлуатації будинку та безпечне виконання будівельних робіт.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається зі вступу, архітектурно-будівельного, розрахунково-конструктивного, фундаментного, технологічного та безпекового розділів, загальних висновків і списку використаних джерел. У роботі послідовно розглянуто планувальні й конструктивні рішення житлового будинку, виконано розрахунок ростверків та багатопорожнистих плит перекриття, опрацьовано питання основ і фундаментів, технології зведення будівлі та охорони праці під час виконання будівельно-монтажних робіт.

Ключові слова: ДЕВ'ЯТИПОВЕРХОВИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК, ПАЛЬОВИЙ ФУНДАМЕНТ, МОНОЛІТНИЙ РОСТВЕРК, БАГАТОПОРОЖНИСТА ПЛИТА, ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Загальні дані

Основним призначенням архітектури є створення сприятливого та безпечного для існування людини життєвого середовища, характер і комфортність якого визначаються рівнем розвитку суспільства, його культурою, досягненнями науки та техніки. Це життєве середовище втілюється у будівлях, що мають внутрішній простір, та у комплексах будівель і споруд, які організовують зовнішній простір: вулиці, площі та міста.

У сучасному розумінні архітектура — це мистецтво проектування та будівництва будівель, споруд та їхніх комплексів. Вона організовує всі життєві процеси. Разом з тим, створення виробничої архітектури вимагає значних витрат суспільної праці та часу. Тому до кола вимог, що висувуються до архітектури, поряд із функціональною доцільністю, зручністю та красою, входять вимоги технічної доцільності та економічності. Крім раціонального планування приміщень, що відповідає тим чи іншим функціональним процесам, зручність усіх будівель забезпечується правильним розподілом сходів, ліфтів, розміщенням обладнання та інженерних пристроїв (санітарні прилади, опалення, вентиляція). Таким чином, форма будівлі багато в чому визначається функціональною закономірністю, але водночас вона будується за законами краси.

Скорочення витрат у будівництві здійснюється за допомогою раціональних об'ємно-планувальних рішень будівель, правильного вибору будівельних та оздоблювальних матеріалів, полегшення конструкції, вдосконалення методів будівництва. Головним економічним резервом у містобудуванні є підвищення ефективності використання землі.

1.2 Загальна характеристика будівлі

3-секційний 9-поверховий житловий будинок має перепади висот вертикальних відміток у межах кожної секції. Це зумовлено геологічною ситуацією на будівельному майданчику. Будівля має 4 під'їзди, кожен з яких обладнаний пасажирським ліфтом, а також сміттєпроводом.

Кількісний та якісний склад запроєктованих квартир:

1-кімнатних: 20 квартир;

2-кімнатних: 44 квартири;

3-кімнатних: 63 квартири;

4-кімнатних: 8 квартир.

Усього 135 квартир. Загальна площа квартир: від 49,16 м² до 110,43 м².

1.3 Об'ємно-планувальні рішення

1.3.1 Фундаменти

Під житловий будинок спроектовано пальові фундаменти. На пальовій основі спроектовано монолітний армований ростверк. На монолітному ростверку фундамент виконується зі збірних бетонних блоків.

1.3.2 Зовнішні стіни

Зовнішні стіни спроектовані у вигляді багатошарової кладки з силікатної цегли. Утеплювач — мінераловатні плити.

1.3.3 Зовнішнє оздоблення

Зовнішнє оздоблення виконується без штукатурення поверхонь. Кладка зовнішнього шару багатошарової конструкції стіни виконується з розшивкою швів.

1.3.4 Перегородки

Перегородки в приміщеннях спроектовані з силікатної цегли товщиною 88 мм, а у ванних кімнатах та санвузлах — з керамічної цегли товщиною 65 мм.

1.3.5 Перекриття та покрівлі

Перекрыття та покрівлі спроектовані з типових збірних порожнистих залізобетонних плит з попереднім напруженням арматури. Застосування збірних плит перекриттів та покрівель збільшує швидкість зведення будівель.

1.3.6 Внутрішнє оздоблення

Внутрішнє оздоблення: у квартирах стіни обклеюються шпалерами після штукатурки цегляних стін. Кухні обклеюються миючими шпалерами, а ділянки стін над сантехнічними приладами облицьовуються глазурованою плиткою. У санвузлах підлоги з керамічної плитки. Стіни та стелі фарбуються клейовою фарбою у 2 шари на висоту 2,1 м, а панелі — емалями у 2 шари.

1.3.7 Підлоги

Підлоги в житлових кімнатах відповідають вимогам міцності, зносостійкості, достатньої еластичності, безшумності та зручності прибирання. Покриття підлоги в квартирах виконано з лінолеуму на теплоізоляційній основі. Підлоги у ванних кімнатах та санвузлах виконані з керамічної плитки. Стяжка виконується з цементно-піщаного розчину.

1.3.8 Вікна та двері

Вікна та двері відповідають нормам, відповідно до площі кімнат. Усі житлові кімнати мають природне освітлення. Кімнати в квартирах мають окремі входи. Для забезпечення швидкої евакуації всі двері відкриваються назовні у напрямку руху на вулицю, виходячи з умов евакуації людей із будівлі під час пожежі. Дверні коробки закріплені в отворах до просочених антисептиком дерев'яних пробок, що закладаються в кладку під час зведення стін. Двері обладнуються ручками, засувками та різними замками.

1.3.9 Кухні

Кухні обладнані витяжною природною вентиляцією.

Кухні обладнані газовою плитою та санітарно-технічним приладом — мийкою.

1.3.10 Ванні кімнати та санвузли

Ванні кімнати та санвузли обладнані витяжною природною вентиляцією.

Ванні кімнати та санвузли оздоблюються керамічною плиткою на висоту 2,1 м від рівня підлоги.

1.3.11 Сходова клітка

Сходова клітка спроектована як внутрішня для повсякденної експлуатації, із збірних залізобетонних елементів. Сходи двомаршові з опорою на сходові майданчики. Нахил сходів 1:2. З сходової клітки є вихід на дах по металевих сходах, обладнаних вогнестійкими дверима. Сходова клітка має штучне та природне освітлення через віконні прорізи. Усі двері у сходовій клітці та в тамбурі відкриваються у бік виходу з будівлі відповідно до вимог пожежної

безпеки. Огородження сходів виконано з металевих ланок, а поручень облицьовано пластмасою.

1.3.12 Ліфти

Система керування ліфтами — змішана, збірна, за командами та викликами під час руху кабіни вниз.

Машинне відділення ліфта розміщується на даху.

1.3.13 Опалення

Опалення та гаряче водопостачання спроектовано з магістральних теплових мереж, з нижньою розведенням по підвалу. Приладами опалення слугують конвектори. Для кожної секції облаштовується окремий тепловий вузол для регулювання та обліку теплоносія. Магістральні трубопроводи та труби стояків, розташовані в підвальній частині будівлі, ізолюються та покриваються алюмінієвою фольгою.

1.3.14 Водопостачання

Холодне водопостачання спроектовано від внутрішньоквартального колектора водопостачання з двома вводами. Вода до кожної секції подається по внутрішньобудинковому магістральному трубопроводу, розташованому в підвальній частині будівлі, який ізолюється та покривається алюмінієвою фольгою. На кожну секцію та вбудований блок встановлюється рамка вводу. Навколо будинку прокладається магістральний пожежний господарсько-питний водопровід із колодязями, у яких встановлені пожежні гідранти.

1.3.15 Каналізація

Каналізація прокладається всередині двору з підключенням до колодязів внутрішньоквартальної каналізації. З кожної секції прокладаються окремі випуски господарсько-фекальної та дощової каналізації.

1.3.16 Енергопостачання

Енергопостачання здійснюється від дворової підстанції з підведенням до кожної секції двома кабелями: основним і запасним. Усі електрощитові розташовані на перших поверхах.

1.3.17 Сміттєпровід

Сміттєпровід внизу закінчується у сміттекамері бункером-накопичувачем. Накопичене сміття в бункері висипається у сміттєві візки, завантажується у сміттєзбірні машини та вивозиться на міське звалище відходів. Стіни сміттевої камери облицьовуються глазурованою плиткою, підлога — металева. У сміттєвій камері передбачені холодний і гарячий водопровід зі змішувачем для промивання сміттєпроводу, обладнання та приміщення сміттевої камери. Сміттєва камера обладнана трапом зі зливом води в господарсько-фекальну каналізацію. У підлозі передбачено змійовик опалення. У верхній частині сміттєпровід має вихід на покрівлю для провітрювання сміттекамери та, через сміттєприймальні клапани, видалення застоюного повітря зі сходових кліток, а також диму в разі пожежі. Вхід до сміттекамери окремий, з боку вулиці.

1.4 Техніко-економічні показники

Економічні показники житлових будівель визначаються їх об'ємно-планувальними та конструктивними рішеннями, характером та організацією

санітарно-технічного обладнання. Важливу роль відіграє запроєктоване у квартирі співвідношення житлової та підсобної площі, висота приміщення, розташування санітарних вузлів та кухонного обладнання. Проєкти житлових будинків характеризують такі показники:

- будівельний об'єм (м^3)
- площа забудови (м^2);
- загальна площа (м^2);
- житлова площа (м^2);

K_1 – відношення житлової площі до загальної площі, характеризує раціональність використання площі.

K_2 – відношення будівельного об'єму до загальної площі, характеризує раціональність використання об'єму.

Будівельний об'єм надземної частини житлового будинку з неопалюваним горіщем визначають як добуток площі горизонтального перерізу на рівні першого поверху вище цоколя (за зовнішніми гранями стін) на висоту, виміряну від рівня підлоги першого поверху до верхньої площі теплоізоляційного шару горіщного перекриття.

Будівельний об'єм підземної частини будівлі визначають як добуток площі горизонтального перерізу по зовнішньому контуру будівлі на рівні першого поверху, на рівні вище цоколя, на висоту від підлоги підвалу до підлоги першого поверху.

Будівельний об'єм тамбурів, лоджій, що розміщуються в габаритах будівлі, включається до загального об'єму.

Загальний об'єм будівлі з підвалом визначається сумою об'ємів її підземної та надземної частин.

Площу забудови розраховують як площу горизонтального перерізу будівлі на рівні цоколя, включаючи всі частини, що виступають і мають покриття (ганок, веранди, тераси).

Житлову площу квартири визначають як суму площ житлових кімнат плюс площа кухні понад 8 м^2 .

Загальну площу квартир розраховують як суму площ житлових і підсобних приміщень, квартир, веранд, вбудованих шаф, лоджій, балконів і терас, що підраховується з понижувальними коефіцієнтами: для лоджій — 0,5; для балконів і терас — 0,3.

Площу приміщень вимірюють між поверхнями стін і перегородок на рівні підлоги. Площу всього житлового будинку визначають як суму площ поверхів, виміряних у межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, включаючи балкон і лоджії. Площа сходових клітин та різних шахт також входить до площі поверху. Площа поверху та господарського підвалу до площі будівлі не включається.

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники

Найменування	Показник
Будівельний об'єм підземної частини, $V_{\text{стр.підз.}}, \text{м}^3$	4287
Об'єм будівництва надземної частини, $V_{\text{об'єм надземної частини}}, \text{м}^3$	51725
Загальний об'єм будівництва, $V_{\text{заг.}}, \text{м}^3$	56012
Житлова площа, $S_{\text{житл.}}, \text{м}^2$	5578
Загальна площа, $S_{\text{заг.}}, \text{м}^2$	10017
Площа забудови, $S_{\text{заб.}}, \text{м}^2$	1754
Площа будівлі, $S_{\text{буд.}}, \text{м}^2$	13633
$K_1 = S_{\text{житл.}} / S_{\text{загал.}}, \text{м}^2 / \text{м}^2$	0,557
$K_2 = V_{\text{загал.}} / S_{\text{загал.}}, \text{м}^3 / \text{м}^2$	5,59

1.5 Кліматичні характеристики

Відповідно до розділів діючих норм для району будівництва прийнято такі розрахункові параметри:

- кліматичний район – II,
- кліматичний підрайон — II;
- температура зовнішнього повітря найхолоднішої доби (забезпеченістю 0,92) –31 ° C;
- температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки (забезпеченістю 0,92) –26 ° C;
- тривалість опалювального періоду — 187 діб;

- нормативне снігове навантаження для III географічного району – 1,0 кПа (100 кгс/м²);
- нормативний швидкісний напір вітру для II географічного району – 0,3 кПа (30 кгс/м²);
- район будівництва не є сейсмічним.

1.6 Теплотехнічний розрахунок

1.6.1 Загальні положення

При проектуванні огорожувальних конструкцій необхідно, щоб їхній опір теплопередачі був не меншим за величину, що визначається згідно з санітарно-гігієнічними вимогами:

$$R_0 > R_0^{\text{нтр}}, \quad (1.1)$$

де R_0 – опір теплопередачі огорожувальної конструкції, що обчислюється з урахуванням її конструкції, м² ·°C/Вт;

$R_0^{\text{нтр}}$ – необхідний опір теплопередачі, м² ·°C/Вт;

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (1.2)$$

де $\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/м² ·°C;

R_k – термічний опір огорожувальної конструкції, м² ·°C/Вт;

$\alpha_{\text{н}}$ – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огороження, Вт/м² ·°C.

Термічний опір однорідної огорожувальної конструкції визначається як сума термічних опорів окремих шарів за формулою:

$$R_k = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (1.3)$$

де δ_i – товщина кожного шару, м;

λ_i – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/м·°C;

n – кількість шарів.

Необхідний опір теплопередачі огороження обчислюють за формулою:

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}^{\text{н}}}, \quad (1.4)$$

де n – коефіцієнт, що приймається залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій стосовно зовнішнього повітря;

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, °C;

$t_{\text{н}}$ – розрахункова зимова температура зовнішнього повітря, °C;

$\Delta t_{\text{н}}$ – нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °C;

$\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огороження, Вт/м² · °C;

Теплова інерція, ступінь масивності огороження обчислюється за формулою:

$$D = \sum_{i=1}^n R_i \cdot s_i, \quad (1.5)$$

де R_i – термічний опір кожного шару, м² · °C/Вт;

s_i – розрахунковий коефіцієнт теплопоглинання матеріалу кожного шару, м² · °C/Вт;

n – кількість шарів.

1.6.2 Розрахунок зовнішньої стіни

Розрахункова температура внутрішнього повітря +20 °C; середня температура найхолоднішої п'ятиденки, що забезпечує коефіцієнт 0,92: -26 °C; режим експлуатації: нормальний; умови експлуатації Б; $\alpha_{\text{в}} = 8,7$ Вт/м² · °C; $\alpha_{\text{н}} = 23$ Вт/м² · °C; $n=1$; $\Delta t^{\text{н}} = 6$ °C.

Таблиця 1.2 – Підбір матеріалів конструкції зовнішньої стіни

Матеріал	δ , м	γ , кг/м ³	λ , Вт/м·°C	s , Вт/м ² ·°C
Силікатна цегла на цементно-піщаному розчині	0,25	1800	0,87	10,90
Мінераловатна плита	0,06	50	0,06	0,48
Силікатна цегла на цементно-піщаному розчині	0,38	1800	0,87	10,90

$$D = \frac{\delta}{\lambda} \cdot s; \quad (1.6)$$

$$D = \frac{0,25}{0,87} \cdot 10,90 + \frac{0,06}{0,06} \cdot 0,48 + \frac{0,38}{0,87} \cdot 10,90 = 8,3732$$

$D > 7$, розраховуємо середню температуру найхолоднішої п'ятиденки з забезпеченістю 0,92: -26 °C.

$$R_k = \frac{0,25}{0,87} + \frac{0,06}{0,06} + \frac{0,38}{0,87} = 1,724 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + 1,724 + \frac{1}{23} = 1,882 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Необхідний опір теплопередачі:

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t \cdot \alpha_{\text{в}}^{\text{н}}} = \frac{1 \cdot (20 + 26)}{6 \cdot 8,7} = 0,881 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} \quad (1.7)$$

$R_0 = 1,882 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > R_0^{\text{тр}} = 0,881 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, отже, конструкція стіни відповідає вимогам.

1.6.3 Розрахунок товщини утеплювача горищного покриття

Об'єкт: житловий будинок у м. Суми.

Розрахункова температура внутрішнього повітря +20 °C; середня температура найхолоднішої п'ятиденки з забезпеченістю 0,92: -26 °C; режим експлуатації: нормальний; умови експлуатації Б.

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C};$$

$$\alpha_H = 12 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С};$$

$$n=1;$$

$$\Delta t^H = 4,5 ^\circ\text{С};$$

Таблиця 1.3 – Підбір матеріалів для горищного перекриття

Матеріал	δ , м	γ , кг/м ³	λ , Вт/м·°С	s , Вт/м ² ·°С
Вапняно-піщана стяжка	0,02	1600	0,81	9,76
Керамзитовий ґравій	0,15	800	0,21	3,60
Залізобетонна плита	0,22	2500	2,04	16,95

$$D = \frac{0,02}{0,81} \cdot 9,76 + \frac{0,15}{0,23} \cdot 3,6 + \frac{0,22}{2,04} \cdot 16,95 = 4,417$$

Оскільки $7 > D > 4$, розрахунок проводимо за середньоарифметичним значенням температур: середньою температурою найхолоднішої доби, забезпеченістю 0,92, та середньою температурою найхолоднішої п'ятиденки, забезпеченістю 0,92.

$$t_H = \frac{-31 + (-26)}{2} = -28,5^\circ\text{С}$$

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{n \cdot (t_B - t_H)}{\Delta t \cdot \alpha_B^H} \quad (1.8)$$

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{1 \cdot (20 + 28,5)}{4,5 \cdot 8,7} = 1,239 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт};$$

Проведемо розрахунок конструкції без урахування утеплювача:

$$R_K^1 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{12} = 0,331 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$$

$$\text{Товщина } \delta_y = (1,239 - 0,321) \cdot 0,23 = 0,918 \cdot 0,21 = 0,193 \text{ м.}$$

Приймаємо $\delta_y = 0,2 \text{ м.}$

$$D = \frac{0,02}{0,81} \cdot 9,76 + \frac{0,2}{0,21} \cdot 3,6 + \frac{0,22}{2,04} \cdot 16,95 = 5,49$$

$5,49 > D > 4$, конструкцію перекриття залишаємо без змін.

1.6.4 Визначення показника теплопоглинання поверхні підлоги

Таблиця 1.4 – Вибір матеріалів конструкції підлоги

Матеріал	δ , м	λ , Вт/м·°C	s , Вт/м ² ·°C	R_n , м·°C/Вт	D_n
Лінолеум	0,004	0,38	8,56	0,011	0,090
Плита ДВП	0,005	0,16	4,43	0,031	0,138
Цементно-піщана стяжка	0,03	0,93	11,09	0,032	0,357
Залізобетонна плита	0,22	2,04	16,95	0,108	1,828

Для характеристики інтенсивності теплового потоку, що йде від нагрівача, який стикається з підлогою, використовується показник теплопоглинання підлоги:

$$Y_n < Y_n^n, \quad (1.9)$$

де Y_n – показник теплопоглинання поверхні підлоги, Вт/м²·°C;

Y_n^n – нормативний показник теплопоглинання поверхні підлоги, Вт/м²·°C;

$$Y_n = \frac{2 \cdot R_n \cdot s_{n2} + s_{n+1}}{0,5 + R_n \cdot s_{n+1}} \quad (1.10)$$

Для і-го шару:

$$Y_i = \frac{4 \cdot R_i \cdot s_{i2} + Y_{i+1}}{1 + R_i \cdot Y_{i+1}} \quad (1.11)$$

Покриття підлоги, 1-й шар $D_1 > 0,5$

Для 2-х шарів $D_1 + D_2 = 0,090 + 0,138 = 0,228 < 0,5$.

Для 3-х шарів $D_1 + D_2 + D_3 = 0,228 + 0,357 = 0,585 > 0,5$.

Розрахунок проводимо для 2-х шарів:

$$Y_2 = \frac{2 \cdot 0,331 \cdot 4,43^2 + 11,09}{0,5 + 0,331 \cdot 11,09} = 14,6 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

При $i=1$:

$$Y_n = Y_1 = \frac{4 \cdot 0,010 \cdot 8,56^2 + 14,6}{1 + 0,010 \cdot 14,6} = 15,3 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Y_n^H = 14 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Оскільки $Y_n = 15,3 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C} > Y_n^H = 14 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, умова не виконується.

Змінюємо конструкцію підлоги.

Замінімо матеріал стяжки (3-й шар) на керамзитобетон:

Таблиця 1.5 – Вибір матеріалів конструкції підлоги

Матеріал	δ , м	λ , Вт/м $\cdot^\circ\text{C}$	s, Вт/м $^2 \cdot ^\circ\text{C}$	R_n , м $\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$	D_n
Керамзитобетон	0,03	0,26	3,78	0,115	0,436

Для 3-х шарів $D_1 + D_2 + D_3 = 0,228 + 0,436 = 0,664 > 0,5$.

Розрахунок проводимо для 2-го шару:

$$Y_2 = \frac{2 \cdot 0,331 \cdot 4,43^2 + 3,78}{0,5 + 0,031 \cdot 3,78} = 8,096 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

При $i=1$:

$$Y_n = Y_1 = \frac{4 \cdot 0,010 \cdot 8,56^2 + 8,096}{1 + 0,010 \cdot 8,096} = 10,2 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C} < 14 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Конструкція підлоги відповідає нормативним вимогам.

1.7 Рішення генерального плану забудови

Архітектурно-планувальні рішення генерального плану розроблені відповідно до призначення проєктованої будівлі, з урахуванням раціонального використання складного рельєфу, дотримання санітарних та протипожежних норм.

Рельєф ділянки характеризується відмітками 215,00 ÷ 220,00. Генеральний план виконано в масштабі 1: 500.

Підземні води виявлені свердловинами на глибині 9,5 – 9,8 м. За ґрунтовими умовами щодо осіданості ділянка належить до I типу.

За ступенем складності інженерно-геологічних умов ділянка належить до II категорії. Ґрунти не мають агресивних властивостей щодо будь-яких марок бетону та залізобетонних конструкцій.

Планувальні відмітки проєктованої будівлі визначено з урахуванням рельєфу місцевості та у взаємозв'язку з інженерно-геодезичними відмітками.

Водовідведення від будівлі здійснюється до лотків автодоріг з подальшим скиданням у понижені місця рельєфу. Для забезпечення необхідних санітарно-гігієнічних умов на ділянці заплановано комплекс заходів з благоустрою та озеленення. На ділянках, вільних від забудови, передбачається облаштування газонів, вільно зростаючих чагарників, квітників та листяних дерев, висаджених рядами.

Підземні мережі водопостачання, каналізації, електрокабелі та теплові мережі спроектовані в каналі. Таке прокладання інженерних мереж забезпечує зручність їх обслуговування в процесі експлуатації.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО КОНСТРУКТИВНИЙ

Складання розрахункової схеми будівлі є першим етапом розрахунку.

Розрахункова схема — ідеалізована схема конструкції, що відображає умови кріплення конструкції, тип навантаження та умови його прикладання.

Схема розподілу навантажень відповідає фактичному їх розподілу на споруду, конструкцію або окремий елемент. Навантаження розподіляється рівномірно по площі проєктованої будівлі.

2.1 Підбір навантажень на конструкції

При розрахунку конструкцій навантаження та впливи прийняті згідно з ДБН «Навантаження та впливи».

На будівлю діють такі види навантажень:

постійне навантаження від покрівлі; тимчасове (снігове); вітрове; повне навантаження від покрівлі; навантаження від перекриття; постійне.

Постійні навантаження — це нормативні значення навантажень від маси конструкцій, визначені за розмірами, встановленими в процесі проєктування на основі досвіду попередніх проєктів та довідкових матеріалів. Навантаження від ґрунтів встановлені залежно від ґрунту, його виду та щільності.

Перехід до розрахункових навантажень здійснюється шляхом множення відповідних нормативних навантажень на коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f , який враховує мінливість навантажень, що залежить від низки факторів. Коефіцієнти надійності за навантаженням встановлюють після обробки статистичних даних спостережень за фактичними навантаженнями, які зафіксовано під час експлуатації споруд. Ці коефіцієнти залежать від виду навантаження, внаслідок чого кожне навантаження має своє значення коефіцієнта надійності.

Наведемо деякі значення коефіцієнтів надійності за навантаженням для окремих будівельних конструкцій:

1,1 — для залізобетонних, бетонних (зі середньою щільністю понад 1600 кг/м³), дерев'яних, кам'яних та армокам'яних конструкцій;

1,3 — для бетонних (зі середньою щільністю 1600 кг/м³ та менше), ізоляційних, вирівнювальних та оздоблювальних шарів (плити, матеріали в рулонах, засипки, стяжки тощо), що виконуються на будівельному майданчику.

Для рівномірно розподілених тимчасових навантажень коефіцієнт γ_f дорівнює:

1,3 — при повному нормативному значенні навантаження менше 2 кПа;

1,2 — при повному нормативному значенні навантаження 2 кПа і більше.

2.1 Розрахунок залізобетонних стрічкових ростверків пальових фундаментів

2.1.1 Розрахунок залізобетонних стрічкових ростверків пальових фундаментів для зовнішніх стін

Ростверки під стінами цегляних будівель, що спираються на залізобетонні палі, розташовані у два ряди, повинні розраховуватися на експлуатаційні навантаження та на навантаження, що виникають у період будівництва. Розрахунок ростверку на експлуатаційні навантаження слід проводити з урахуванням умови розподілу навантаження у вигляді трикутників з найбільшою ординатою P , тс/м, над віссю палі, яка визначається за формулою:

$$P = (q_0 \cdot L)/a, \quad (2.1)$$

де L — відстань між осями паль по лінії ряду або рядів, м;

q_0 — рівномірно розподілене навантаження від будівлі на рівні нижньої частини ростверку, кН/м;

a – довжина півоснови епюри навантаження, м, що визначається за формулою:

$$a = 3,14 \cdot \sqrt[3]{(E_p \cdot I_p) / (E_k \cdot b_k)} \quad (2.2)$$

де E_p – модуль пружності бетону ростверку, МПа;

I_p – момент інерції перерізу ростверку, м⁴;

E_k – модуль пружності бетонних блоків над ростверком, МПа;

b_k – ширина стіни з блоків, що спираються на ростверк.

$$I_p = \frac{b_p \cdot h_p^3}{12} = \frac{1,5 \cdot 0,6^3}{12} = 0,027 \text{ м}^4 \quad (2.3)$$

b_p – ширина ростверку, дорівнює 1,5 м;

h_p – висота ростверку, дорівнює 0,6 м.

Підставимо значення у наведену вище формулу:

$$a = 3,14 \cdot \sqrt[3]{0,03698} = 3,14 \cdot 0,33316 = 1,046 \approx 1,1 \text{ м,}$$

тоді:

$$P = \frac{q_0 \cdot L}{a} = \frac{1696,36 \cdot 1,3}{1,1} = 2004,78 \text{ кН} \quad (2.4)$$

Найбільшу ординату епюри палі – p_0 визначаємо за формулою:

$$p_0 = \frac{q_0 \cdot L_p}{a}, \quad (2.5)$$

де L_p – розрахунковий проліт, м, що дорівнює $1,05 \cdot L_{св}$;

де $L_{св}$ – відстань між палями в світлі, м.

$$p_0 = \frac{1696,36 \cdot 0,84}{1,1} = 1295,4 \text{ кН}$$

Розрахункові згинальні моменти $M_{оп}$ та $M_{пр}$ визначаються за формулами:

$$M_{оп} = - \frac{q_0 \cdot L_p^2}{12} = - \frac{1696,36 \cdot 0,84^2}{12} = - 99,74 \text{ кНм} \quad (2.6)$$

$$M_{пр} = \frac{q_0 \cdot L_p^2}{24} = \frac{1696,36 \cdot 0,84^2}{24} = 49,87 \text{ кНм} \quad (2.7)$$

Поперечну силу, що перерізає ростверк на межі палі, визначаємо за формулою:

$$Q = \frac{q_0 \cdot L_p}{2} = \frac{1696,36 \cdot 0,84}{2} = 712,47 \text{ кН}, \quad (2.8)$$

де q_0 – рівномірно розподілене навантаження від будівлі на рівні нижньої частини ростверку, кН/м;

L_p – розрахунковий проліт, м.

Визначимо характеристики міцності бетону.

R_b – розрахунковий опір бетону класу В-20, $R_b = 11,5$ МПа.

Розрахунок міцності ростверку за перерізами, перпендикулярними до поздовжньої осі. Підбір поздовжньої арматури здійснюємо відповідно до норм. Обчислюємо коефіцієнт α_m :

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}, \quad (2.9)$$

де M – момент у прольоті, кН·м;

b – ширина прямокутного перерізу, м;

h_0 – робоча висота, м;

$$h_0 = 600 - 50 = 550 \text{ мм.}$$

$$\alpha_m = \frac{49,87 \cdot 10^6}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \cdot 0,55^2} = 0,01$$

При $\alpha_m = 0,01$ знайдемо $\eta = 0,977$, тоді необхідну площу розтягнутої арматури визначимо за формулою:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0}, \quad (2.10)$$

де M – момент у прольоті, кН·м;

R_s – розрахунковий опір арматури, МПа.

$$A_s = \frac{49,87 \cdot 10^6}{365 \cdot 0,977 \cdot 0,55} = 2,54 \text{ см}^2$$

Приймаємо арматуру класу А400С 8Ø 7 мм ($A_s = 3,08 \text{ см}^2$).

Конструктивно обираємо арматуру Ø 12 мм, де $A_s = 9,05 \text{ см}^2$.

Перетин на опорі:

Момент на опорі дорівнює – 99,74 кН·м.

Робоча висота $h_0 = 600 - 50 = 550 \text{ мм.}$

Обчислюємо коефіцієнт α_m :

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{99,74 \cdot 10^6}{11,5 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \cdot 0,55^2} = 0,019 \quad (2.11)$$

Знаходимо $\eta = 0,99$, тоді необхідну площу розтягнутої арматури визначимо за формулою, приймаючи арматуру класу А400С, $R_s = 360 \text{ МПа}$:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{99,74 \cdot 10^6}{360 \cdot 0,99 \cdot 550} = 5,02 \text{ см}^2 \quad (2.12)$$

Приймаємо стрижні з арматури А400С, 8Ø 10 мм ($A_s = 6,28 \text{ см}^2$).

2.1.2 Розрахунок поперечних стрижнів

Розрахунок проводять за похилим перерізом. Діаметр поперечних стрижнів визначають виходячи з умов зварювання так, щоб відношення діаметра поперечного стрижня до діаметра поздовжнього становило 1/4, тому діаметр поперечних стрижнів приймаємо рівним 4 мм, арматура класу А-І з кроком $S = 310 \text{ мм}$.

2.1.3 Розрахунок на продавлювання

Розрахунок на продавлювання конструкцій від дії сил, рівномірно розподілених на великій площі, повинен проводитися за умовою:

$$F \leq \alpha \cdot R_{bt} \cdot U_m \cdot h_0 \quad (2.13)$$

F – сила продавлювання, кН;

α – коефіцієнт, що приймається рівним 1;

U_m – середнє арифметичне значення периметрів верхньої та нижньої основ піраміди, що утворюється під час продавлювання.

При визначенні U_m передбачається, що продавлювання відбувається по бічній поверхні піраміди, а бічні грані нахилені під кутом 45° до горизонталі. При встановленні в межах піраміди продавлювання хомутів розрахунок повинен проводитися за умовою:

$$F = F_d + 0,8 \cdot F_{sw} = 1696,36 + 0,8 \cdot 6,615 = 1701,65 \text{ кН} \quad (2.14)$$

$$F_d = F \quad (2.15)$$

F_{sw} визначається як сума всіх поперечних зусиль, що сприймаються хомутами, які перетинають бічні грані розрахункової піраміди продавлювання за формулою:

$$F_{sw} = \sum R_{sw} \cdot A_{sw}, \quad (2.16)$$

де R_{sw} – розрахунковий опір арматури, який не повинен перевищувати значення, що відповідає арматурі класу А-І. При врахуванні поперечної арматури значення F_{sw} має бути не менше $0,5 \cdot F_b$;

A_{sw} – площа поперечного перерізу арматури хомутів, дорівнює $12,6 \text{ мм}^2$.

$$F_{sw} = 3 \cdot 175 \cdot 10^3 \cdot 0,0000126 = 6,615 \text{ кН}$$

$$F \leq 1 \cdot 0,9 \cdot 2 \cdot 0,55 = 990 \text{ кН} = P$$

$F = 1696,36 \text{ кН} > P = 990 \text{ кН}$, що задовольняє умові розрахунку на продавлювання.

2.2 Розрахунок багатопорожнистої плити перекриття

2.2.1 Розрахунок за граничними станами першої групи

Розрахунковий проліт плити перекриття $\ell_0 = 5,98 \text{ м}$.

Проведемо підсумовування навантажень на 1 м^2 плити, таблиця 2.1

Таблиця 2.1 – Сума навантажень на перекриття на 1 м^2

Вид навантаження	Нормативне навантаження, Н/м^2	γ_f	Розрахункове навантаження, Н/м^2
Постійне навантаження:			
Власна вага плити	3000	1,1	3300
Склад підлоги:			
Лінолеум, 6 кг/м^2	60	1,3	78

Продовження таблиці 2.1

Вид навантаження	Нормативне навантаження, Н/м ²	γ_f	Розрахункове навантаження, Н/м ²
Стяжка з цементно-піщаного розчину М150, $\delta = 40$ мм	600	1,3	780
ДВП	80	1,3	104
Керамзитобетон М75	160	1,3	208
Разом постійне навантаження:	4660		5458
Тимчасове, у тому числі тривале: перегородки	2160	1,2	2592
Корисне навантаження	2000	1,2	2400
Повне навантаження	8820		10450

Розрахункове навантаження на 1 м при ширині плити 1,5 м з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням будівлі $\gamma_n = 0,95$; постійне:

$$q = 5,458 \times 1,5 \times 0,95 = 7,78 \text{ кН/м};$$

повне:

$$q + v = 10,45 \times 1,5 \times 0,95 = 14,9 \text{ кН/м};$$

$$v = 4,99 \times 1,5 \times 0,95 = 7,1 \text{ кН/м}.$$

Нормативне навантаження на 1 м: постійне:

$$q = 4,66 \times 1,5 \times 0,95 = 6,64 \text{ кН/м};$$

повне:

$$q + v = 8,82 \times 1,5 \times 0,95 = 12,6 \text{ кН/м};$$

Зусилля від розрахункових та нормативних навантажень: від розрахункового навантаження:

$$M = \frac{(q+v)\ell_0^2}{8} = \frac{14,9 \times 5,98^2}{8} = 64,4 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = \frac{(q+v)\ell_0}{2} = \frac{14,9 \times 5,98}{2} = 43,8 \text{ кН}.$$

Від повного нормативного навантаження:

$$M = \frac{(q+v)\ell_0^2}{8} = \frac{12,6 \times 5,98^2}{8} = 54,5 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = \frac{(q+v)\ell_0}{2} = \frac{12,6 \times 5,98}{2} = 37 \text{ кН}.$$

Від нормативного постійного та тривалого навантажень:

$$M = \frac{12,6 \times 5,98^2}{8} = 54,5 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Висота перерізу багатопорожнистої (6 круглих порожнин $\varnothing 159$ мм) попередньо напруженої плити:

$$h \approx \frac{\ell_0}{30} = \frac{598}{30} \approx 20 \text{ см};$$

робоча висота перерізу:

$$h_0 = h - a = 20 - 3 = 17 \text{ см}.$$

Розміри плити:

товщина верхньої та нижньої полиць $(20-16) \times 0,5 = 2$ см;

ширина ребер: середніх — 3,5 см, крайніх — 4,65 см.

У розрахунках за граничними станами першої групи розрахункова товщина стиснутої полиці таврового перерізу $h_f' = 2$ см; відношення $h_f'/h = 2/20 = 0,1 \geq 0,1$, при цьому в розрахунок вводиться ширина полиці $b_f' = 146$ см; розрахункова ширина ребра

$$b = 146 - 6 \times 15,9 = 51 \text{ см}.$$

Порожнисту попередньо напружену плиту армують стрижневою арматурою класу АV з електротермічним натягом на упори форм.

До тріщиностійкості плит висувають вимоги третьої категорії.

Виріб піддають термічній обробці при атмосферному тиску.

Важкий бетон класу В25, що відповідає арматурі, яка піддається напруженню.

Нормативна призмenna міцність $R_{bn} = R_{b, \text{сер}} = 18,5$ МПа, розрахункова $R_b = 14,5$ МПа, коефіцієнт умов експлуатації бетону $\gamma_{b2} = 0,9$; нормативний опір при розтягуванні $R_{bth} = R_{bt, \text{сер}} = 1,6$ МПа, розрахунковий $R_{bt} = 1,05$ МПа, початковий модуль пружності бетону $E_b = 30000$ МПа. Передавальна міцність бетону R_{bp} встановлюється так, щоб при стисканні відношення напружень $\sigma_{bp}/R_{bp} \leq 0,75$.

Арматура поздовжніх ребер класу А-V, нормативний опір $R_{sn} = 785$ МПа, розрахунковий опір $R_s = 680$ МПа; модуль пружності $E_s = 190000$ МПа.

Попереднє напруження арматури приймаємо рівним:

$$\sigma_{sp} = 0,6R_{sn} = 0,6 \times 785 = 470 \text{ МПа.}$$

Перевіряємо виконання умови:

$$\sigma_{sp} + p \leq R_{sn}, \quad (2.17)$$

Де σ_{sp} – значення попереднього напруження в арматурі.

При електрохімічному способі натягу $p=30+360/\ell$, де ℓ – довжина стрижня, що натягується, $p = 30+360/6 = 90$ МПа,

$$\sigma_{sp} + p = 470 + 90 = 560 < R_{sn} = 785 \text{ МПа, умова виконується.}$$

Обчислюємо граничне відхилення попереднього напруження за формулою:

$$\Delta\gamma_{sp} = 0,5 \frac{p}{\sigma_{sp}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}} \right);$$

де n – кількість напружених стрижнів плити $n_p = 2$.

$$\Delta\gamma_{sp} = 0,5 \frac{90}{470} (1 + 1\sqrt{2}) = 0,16.$$

Коефіцієнт точності напруження за сприятливого впливу попереднього напруження визначається за формулою:

$$\gamma_{sp} = 1 - \Delta\gamma_{sp} = 1 - 0,16 = 0,84;$$

При перевірці на утворення тріщин у верхній зоні плити під час стискання приймають $\gamma_{sp} = 1 + 0,16 = 1,16$.

Попереднє напруження з урахуванням точності натягу:

$$\sigma_{sp} = \gamma_{sp} \times \sigma_{sp} = 0,84 \times 470 = 385 \text{ МПа.}$$

Розрахуємо міцність плити за перерізом, перпендикулярним до поздовжньої осі ($M = 64,4$ МПа).

Переріз тавровий з полицею в стиснутій зоні. Підбираємо переріз за заданим моментом.

Отримуємо:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b_f h_0^2} = \frac{6440000}{[0,9 \times 14,5 \times 146 \times 17^2 \times 100]} 0,117,$$

Знаходимо

$$\xi = 0,125;$$

$$\chi = \xi$$

$h_0 = 0,125 \times 17 = 2,13 \text{ см} < 3 \text{ см}$, нейтральна вісь проходить у межах стиснутої полиці

$$\xi = 0,938.$$

Характеристика стиснутої зони:

$$\omega = 0,85 - 0,008R_b = 0,85 - 0,008 \times 0,9 \times 14,5 = 0,75$$

Гранична висота стиснутої зони:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sp}}{\sigma_{scu}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,75}{1 + \frac{575}{500} \left(1 - \frac{0,75}{1,1}\right)} = 0,548,$$

$$\text{Тут } \sigma_{sr} = R_s = 560 + 400 - 385 = 575 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт умов роботи, що враховує опір арматури, яка напружується вище умовної межі плинності, визначають за формулою:

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \left(\frac{2\xi}{\xi_R} - 1 \right) = 1,15 - (1,15 - 1) \left(\frac{2 \times 0,125}{0,548} - 1 \right) = 1,23 < \eta$$

Де $\eta = 1,15$ – для арматури класу А-V; приймають $\gamma_{sb} = \eta = 1,15$.

Обчислюємо площу перерізу арматури, що піддається напруженню:

$$A_s = m \gamma_{s6} R_s \xi h_0 = 64400001,15 \times 560 \times 0,938 \times 17 = 6,4 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 8Ø 10А-V, $A_s = 9,28 \text{ см}^2$.

Проведемо розрахунок міцності плити по перерізу, похилому до поздовжньої осі, $Q = 43,8 \text{ кН}$.

Вплив зусилля стиснення $P = 338 \text{ кН}$:

$$\phi_n = \frac{0,1N}{R_{bt}bh_0} = \frac{0,1 \times 338000}{1,05 \times 48 \times 17} = 0,39 < 0,5,$$

Де ϕ_n – коефіцієнт, що враховує вплив поздовжніх сил.

Перевіряємо, чи потрібна поперечна арматура за розрахунком. Умова:

$$Q_{\max} = 43,8 \times 10^3 \leq 2,5 R_{bt}bh_0 = 2,5 \times 0,9 \times 1,05 \times 100 = 193 \times 10^3 \text{ Н} -$$

виконується

$$\text{При } q = q + \frac{v}{2} = 7,78 + \frac{7,1}{2} = 11,3 \text{ кН/м і оскільки}$$

$$0,16\phi_{b4}(1 + \phi_n)R_{bt}b = 0,16 \times 1,5 \times (1 + 0,39) \times 0,9 \times 1,05 \times 48 = 1513,2 \text{ Н/см} > 113 \text{ Н/см}$$

приймаємо $c = 2,5h_0 = 2,5 \times 17 = 42,5 \text{ см}$.

Інша умова (поперечна сила у вершині похилого перерізу):

$$Q = Q_{\max} - q_1 c = 43,8 \times 10^3 - 113 \times 42,5 = 39 \times 10^3 H,$$

якщо $\phi b_4(1 + \phi_n)R_{bt}bh_0 > Q = Q_{\max} - q_1 c$, то поперечна арматура за розрахунком не потрібна:

$$\phi b_4(1 + \phi_n)R_{bt}bh_0 = 1,5 \times 1,39 \times 0,9 \times 1,05 \times 48 \times \frac{17^2}{42,5} = 64,3 \times 10^3 H < 39 \times 10^3 H$$

отже, поперечна арматура за розрахунком не потрібна.

На опорних ділянках довжиною $\ell/4$ арматуру встановлюємо конструктивно, $\varnothing 4Bp-I$ з кроком $S = h/2 = 20 / 2 = 10$ см; у середній частині прольоту поперечна арматура не встановлюється.

2.3.2 Розрахунок багатопорожнистої плити за граничними станами другої групи

Круглий контур порожнин замінюємо еквівалентним квадратним контуром зі стороною $h = 0,9d = 0,9 \times 16 = 14,4$ см. Товщина полиць еквівалентного перерізу:

$$h'^f = h_f = (20 - 14) \times 0,5 = 2,8 \text{ см.}$$

Ширина ребра дорівнює:

$$146 - 7 \times 14,4 = 45,2 \text{ см.}$$

Площу приведенного перерізу визначимо за формулою:

$$A_{\text{red}} = 146 \times 20 - 159 \times 14,4 = 1622 \text{ см}^2.$$

Відстань від нижньої грані до центру ваги зведеного перерізу визначимо за формулою:

$$y_0 = 0,5 \times h = 0,5 \times 20 = 10 \text{ см.}$$

Момент інерції симетричного перерізу дорівнює:

$$I_{\text{red}} = \frac{bh^3}{12} - \frac{((bh)_{\text{пр}})^3}{12} = 136897,3 \text{ см}^4.$$

Момент опору перерізу по нижній зоні визначимо за формулою:

$$W_{\text{red}} = \frac{I_{\text{red}}}{y_0} = \frac{136897,3}{10} = 13689,7 \text{ см}^3;$$

те саме, по верхній зоні $W'_{\text{red}} = 13689,7 \text{ см}^3$.

Відстань від ядрової точки, найбільш віддаленої від розтягнутої зони (верхньої), до центру ваги перерізу дорівнює:

$$r = \phi_n \left(\frac{W_{\text{red}}}{A_{\text{red}}} \right) = 0,85 \left(\frac{13689,7}{1622} \right) = 7,2 \text{ см},$$

$$\text{де } \phi_T = 1,6 - \frac{\sigma_{\text{вп}}}{R_{b,\text{сер}}} = 1,6 - 0,75 = 0,85.$$

Співвідношення напруги в бетоні від нормативних навантажень та зусилля стиснення до розрахункового опору бетону для граничних станів другої групи попередньо приймаємо рівним – 0,75.

Пружно-пластичний момент опору по зоні розтягування згідно з формулою:
 $W_{\text{pl}} = \gamma W_{\text{red}} = 1,5 \times 13689,7 = 20535 \text{ см}^3,$

Де γ — коефіцієнт, що враховує вплив непружних деформацій бетону розтягнутої зони залежно від форми перерізу. Для таврових перерізів при $h_f/h < 0,2$ приймають $\gamma = 1,5$.

Пружно-пластичний момент опору в зоні розтягування на стадії виготовлення та стиснення $W'_{\text{pl}} = 20535 \text{ см}^3$.

2.3.3 Втрати попереднього напруження арматури

Коефіцієнт точності натягу арматури приймаємо $\gamma_{\text{sp}} = 1$. Втрати від релаксації напружень в арматурі при електротермічному способі натягу $\sigma_1 = 0,03$; $\sigma_{\text{sp}} = 0,03 \times 470 = 14,1$ МПа. Втрати від температурного перепаду між натягнутою арматурою та упорами $\sigma_2 = 0$, оскільки під час пропарювання форма з упорами нагрівається разом із виробом.

Зусилля стиснення:

$$P_1 = A_s (\sigma_{\text{sp}} - \sigma_1) = 9,8(470 - 14,1) \times 100 = 423 \text{ кН}.$$

Ексцентриситет цього зусилля відносно центру ваги перерізу

$e_{\text{оп}} = 10^{-3} = 7 \text{ см}$. Напруження в бетоні при стисканні визначимо за формулою:

$$\sigma_{\text{вп}} = \frac{P}{A_{\text{red}}} + P_{\text{лоп}} \frac{y_0}{I_{\text{red}}} \quad (2.18)$$

$$\sigma_{\text{вп}} = (423075,2/1622 + 423075,2 \times 7 \times 10 \times 13689,7) \times 100 = 3,8 \text{ МПа.}$$

Встановлюємо значення передавальної міцності бетону з умови

$$\frac{\sigma_{\text{вп}}}{R_{\text{вп}}} \leq 0,75. \text{ Приймаємо } R_{\text{вп}} = 12,5 \text{ МПа, тоді відношення}$$

$$\frac{\sigma_{\text{вп}}}{R_{\text{вп}}} = \frac{3,8}{12,5} = 0,30.$$

Обчислюємо стискаючі напруження в бетоні на рівні центру ваги площі напруженої арматури від зусилля стискання (без урахування моменту від ваги плити):

$$\sigma_{\text{вп}} = \left(\frac{423075,2}{1622} + \frac{423075,2 \times 7^2}{13689,7} \right) / 100 = 3,2 \text{ МПа.}$$

Втрати від швидкоплатіваючої текучості при $\sigma_{\text{вп}} R_{\text{вп}} = 3,22,5 = 0,3$ та при $\alpha > 0,3 \sigma_{\text{вп}} = 40 \times 0,3 = 12 \text{ МПа.}$

Перші втрати $\sigma_{\text{los}} = \sigma_1 + \sigma_{\text{в}} = 14,1 + 12 = 26,1 \text{ МПа,}$ з урахуванням σ_{los1} , напруження $\sigma_{\text{вп}} = 3,2 \text{ МПа; } \sigma_{\text{вп}} R_{\text{вп}} = 0,35.$

Втрати від усадки бетону $\sigma_{\text{в}} = 35 \text{ МПа.}$

Втрати від повзучості бетону $\sigma_9 = 150 \times 0,85 \times 0,35 = 44,6 \text{ МПа.}$

Другі втрати: $\sigma_{\text{los2}} = \sigma_8 + \sigma_9 = 35 + 44,6 = 79,6 \text{ МПа.}$

Повні втрати: $\sigma_{\text{los}} = \sigma_{\text{los1}} + \sigma_{\text{los2}} = 26,1 + 79,6 = 105,7 > 100 \text{ МПа,}$

тобто більше встановленого мінімального значення втрат.

Зусилля стиснення з урахуванням повних втрат:

$$P_2 = A_s \times (\sigma_{\text{сп}} - \sigma_{\text{los}}) = 9,28 \times (470 - 105,7) = 338 \text{ кН.}$$

2.3.4 Розрахунок утворення тріщин, нормальних до поздовжньої осі

Для розрахунку на тріщиностійкість приймаємо значення коефіцієнтів надійності за навантаженням $\gamma_f = 1$, $M = 54,5 \text{ кН} \times \text{м.}$

За формулою $M < M_{\text{crc}}$, обчислюємо момент утворення тріщин за наближеним методом ядерних моментів, за формулою:

$$M_{\text{crc}} = R_{\text{bt,ser}} W_{\text{pl}} + M_{\text{rp}} = 1,6 \times 20535 + 4319640 = 76,1 \text{ кН} \times \text{м.}$$

Оскільки $M=54,5 \text{ кН} \times \text{м} < 76,1 \text{ кН} \times \text{м}$, тріщини в зоні розтягування не утворюються.

Перевіряємо, чи утворюються початкові тріщини у верхній зоні плити під час її стискання, при значенні коефіцієнта точності розтягування $\gamma_{sp} = 1,1$ (момент від ваги плити не враховується). Розрахункова умова:

$$P_1(l_{op} + r_{inf}) = 1,1 \times 423000(7 + 7,2) = 647190 \text{ Н} \times \text{см} \leq R_{btp} W_{pl} = 2053500 \text{ Н} \times \text{см},$$

умова виконується, отже, початкові тріщини не утворюються.

2.3.5 Розрахунок прогину плити

Прогин визначається від постійних і тривалих навантажень і не повинен перевищувати $\ell/200=2,99 \text{ см}$.

Обчислюємо параметри, необхідні для визначення прогину плити з урахуванням тріщин у зоні розтягу.

Момент від постійних і тривалих навантажень $M = 54,5 \text{ кН} \times \text{м}$. Сумарна поздовжня сила дорівнює зусиллю попереднього стиснення з урахуванням усіх втрат. Обчислюємо ϕ_m за формулою:

$$\phi_m = \frac{R_{bt,ser} W_{pl}}{m_z - m_{zp}} = \frac{1,6 \times 20535}{5450000 - 4319640} = 2,9 < 1,$$

Приймаємо $\phi_m = 1$.

Коефіцієнт, що характеризує нерівномірність деформації розтягнутої арматури на ділянці між тріщинами, визначаємо за формулою:

$$\psi_s = 1,25 - \phi_{es} \phi_m - \frac{1 - \phi_m^2}{(3,5 - 1,8 \phi_m) e_{s,tot} / h_0} \leq 1;$$

$$\psi_s = 1,25 - 0,8 \times 1 - \frac{1 - 1,0^2}{(3,5 - 1,8 \times 1,0) \times 0,96} = 0,45 < 1.$$

Обчислюємо кривизну осі при згині за формулою:

$$\frac{1}{r} = \frac{m}{h_0 z_1} \left(\frac{\psi_s}{E_s A_s} + \frac{\psi_b}{E_b A_b} \right) - \frac{N_{tot} \psi_s}{h_0 E_s A_s} \quad (2.19)$$

$$\frac{1}{r} = \frac{5450000}{17 \times 16,3} \left(\frac{0,45}{190000 \times 9,28} + \frac{0,9}{0,15 \times 30000 \times 409} \right) - \frac{338000 \times 0,45}{17 \times 19000 \times 9,28} = 6,73 \times 10^5$$

Обчислюємо прогин плити за формулою:

$$f = \frac{5}{48} \ell_{ox}^2 \frac{1}{r} \quad (2.19)$$

$$f = \frac{5}{48} \times 598^2 \times 6,73 \times 10^5 = 2,42 \text{ см} < 2,94 \text{ см},$$

Отже, плита має допустимий прогин.

РОЗДІЛ 4

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

4.1 Загальні положення

Основним напрямком економічного та соціального розвитку міста передбачається значне збільшення обсягів капітального будівництва, оскільки зведення житлових будинків супроводжується спорудженням громадських будівель, шкіл, підприємств громадського харчування та побутового обслуговування.

Зменшення витрат на влаштування основ і фундаментів у загальній вартості будівель і споруд може забезпечити значну економію матеріальних ресурсів. Однак домагатися зниження цих витрат необхідно без погіршення надійності; слід принципово уникати зведення недовговічних і неякісних фундаментів, які можуть стати причиною часткового або повного руйнування будівель і споруд.

Необхідна надійність основ і фундаментів, а також зменшення вартості будівельних робіт в умовах сучасного містобудування залежать від правильної оцінки фізико-механічних властивостей ґрунтів, що утворюють основи, та врахування їхньої взаємодії з фундаментами й іншими надземними будівельними конструкціями.

Проектування пальових фундаментів розробляється на основі матеріалів інженерно-геологічних досліджень.

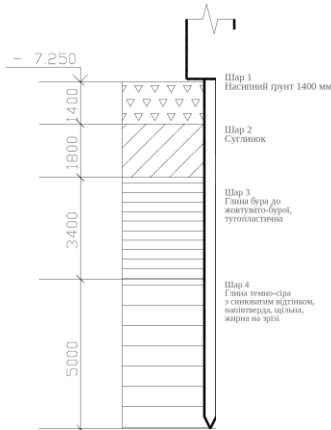
4.2 Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика

Геологічний розріз ділянки складено на основі інженерно-геологічних вишукувань.

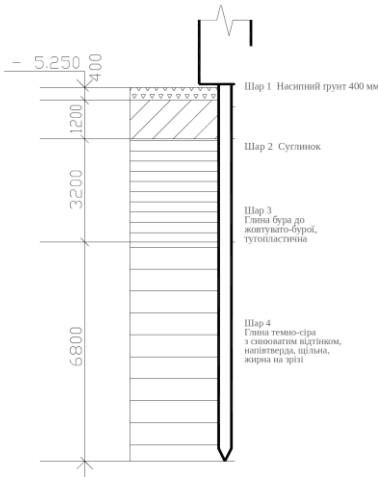
Таблиця 4.1 – Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика

Зона 1	Шар 1	Насипний ґрунт		1400 мм
	Шар 2	Суглинок	$\varphi_{11} = 24^\circ$; $i = 0,42$; $c_{11} = 17$ кПа; $\gamma = 1,91$ г/см ³ ; $E = 14$ МПа	1800 мм
	Шар 3	Глина бура до жовтувато-бурої, тугопластична	$\varphi_{11} = 18^\circ$; $c_{11} = 19$ кПа; $\gamma = 1,89$ г/см ³ ; $E = 15$ МПа	3400 мм
	Шар 4	Глина темно-сіра з синюватим відтінком, напівтверда, щільна, жирна на зрізі	$\varphi_{11} = 12^\circ$; $c_{11} = 33$ кПа; $\gamma = 1,9$ г/см ³ ; $E = 25$ МПа	5000 мм
Зона 2	Шар 1	Насипний ґрунт		400 мм
	Шар 2	Суглинок	$\varphi_{11} = 24^\circ$; $i = 0,42$; $c_{11} = 17$ кПа; $\gamma = 1,91$ г/см ³ ; $E = 14$ МПа	1200 мм
	Шар 3	Глина бура до жовтувато-бурої, тугопластична	$\varphi_{11} = 18^\circ$; $c_{11} = 19$ кПа; $\gamma = 1,89$ г/см ³ ; $E = 15$ МПа	3200 мм
	Шар 4	Глина темно-сіра з синюватим відтінком, напівтверда, щільна, жирна на зрізі	$\varphi_{11} = 12^\circ$; $c_{11} = 33$ кПа; $\gamma = 1,9$ г/см ³ ; $E = 25$ МПа	5800 мм
Зона 3	Шар 2	Суглинок	$\varphi_{11} = 24^\circ$; $i = 0,42$; $c_{11} = 17$ кПа; $\gamma = 1,91$ г/см ³ ; $E = 14$ МПа	2300 мм
	Шар 3	Глина бура до жовтувато-бурої, тугопластична	$\varphi_{11} = 18^\circ$; $c_{11} = 19$ кПа; $\gamma = 1,89$ г/см ³ ; $E = 15$ МПа	3000 мм
	Шар 4	Глина темно-сіра з синюватим відтінком, напівтверда, щільна, жирна на зрізі	$\varphi_{11} = 12^\circ$; $c_{11} = 33$ кПа; $\gamma = 1,9$ г/см ³ ; $E = 25$ МПа	4300 мм

Геологічна колонка по зоні N1
з відміткою вістря палі -18,850



Геологічна колонка по зоні N2
з відміткою вістря палі -15,850



Геологічна колонка по зоні N3
з відміткою вістря палі -13,350

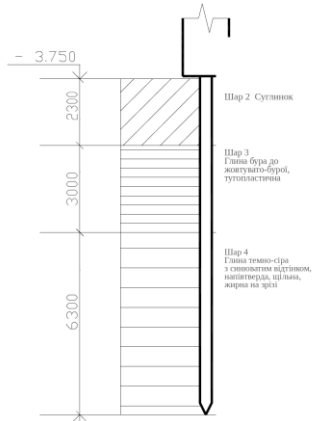


Рисунок 4.1 – Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика

4.3 Заходи щодо зменшення деформацій від дії сил морозного пучення ґрунтів

При проєктуванні фундаментів на пучинистих ґрунтах необхідно:

перевірити розрахунком стійкість фундаментів до впливу сил морозного пучення як на стадії експлуатації, так і на стадії будівництва прийняти нормативні глибини промерзання ґрунту для м. Чернігів:

- суглинки, глини – 1,3 м;
- супіски, дрібні та пилюваті піски – 1,6 м;
- грубоуламкові ґрунти – 1,9 м;
- уникати зміни напрямку природних водостоків та порушення рослинного покриву;
- передбачити надійне відведення підземних, атмосферних та виробничих вод з майданчика шляхом своєчасного вертикального планування забудовуваної території, влаштування водовідвідних каналів та лотків одразу після виконання робіт за нульовим циклом, не чекаючи повного завершення будівельних робіт;
- будівельний майданчик повинен бути огорожений до початку риття котловану від поверхневих вод постійною нагорною канавкою з ухилом не менше 5%;
- не допускати застою води в котловані. Під час виконання робіт передбачити заходи щодо зниження рівня води;
- для зменшення нерівномірного зволоження пучинистих ґрунтів навколо фундаментів земляні роботи слід виконувати з мінімальним порушенням природного шару ґрунту під час риття котлованів під фундаменти та траншей підземних інженерних комунікацій;
- до завершення котловану виконати заходи щодо його захисту від стоку атмосферних вод з навколишньої території шляхом влаштування берм і каналів;

— не допускати під час будівництва скупчення води внаслідок пошкодження тимчасового водопроводу. У разі виявлення на поверхні ґрунту стоячої води або при зволоженні ґрунту внаслідок пошкодження трубопроводу необхідно вжити термінових заходів щодо усунення причин скупчення води або зволоження ґрунту поблизу фундаментів. Для захисту ґрунтів у фундаменті від початкового водонасичення в період будівництва лінії тимчасового водопостачання будівельного майданчика слід прокладати її по поверхні, щоб легше було виявити витік води та своєчасно усунути пошкодження у водопровідній мережі.

Під час засипання комунікаційних траншей з нагірної сторони будівлі або споруди необхідно влаштовувати перемички з м'ятої глини або суглинку з ретельним ущільненням для запобігання потраплянню (по траншеях) води до будівель і споруд та зволоження ґрунтів поблизу фундаментів (відстань від будівлі не менше 10 м).

Зворотне засипання слід виконувати непучистими ґрунтами (щебеневими, гравійними, деревинними, пісками гравелістими, крупними, середньої крупності, а також пісками дрібними та пилюватими, супісками, суглинками). Ширина пазухи для засипки непучистими ґрунтами повинна становити на рівні підосви фундаменту не менше 0,3 м; а на рівні денної поверхні ґрунту — не менше 1,3 м з обов'язковим покриттям непучистого матеріалу засипки відмосткою з асфальтовим покриттям. За відсутності будівель і споруд на пучинистих ґрунтах із збірних конструкцій порожнини необхідно засипати з ретельним ущільненням ґрунту негайно після укладання цокольного перекриття; в інших випадках порожнини повинні засипатися з утрамбуванням ґрунту в міру зведення кладки або монтажу фундаментів.

Усі роботи з укладання фундаментів та засипання пазух слід виконувати в літній період.

У разі перезимування укладених фундаментів і плит слід захистити ґрунти від промерзання шляхом укриття їх мінераловатними плитами шаром 10 см або керамзитовим гравієм $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$ шаром 20–25 см.

Навколо будівлі виконати керамзитобетонну відмостку шириною 1,5 м і товщиною 0,2 м. Як матеріал для відмостки застосовувати керамзитобетон з об'ємною вагою в сухому стані від 800 до 1000 кг/м³ при розрахунковій величині коефіцієнта теплопровідності в сухому стані 0,2–0,17 та у водонасиченому 0,3–0,25 ккал/м·год·°С. Укладання відмостки слід проводити після ретельного ущільнення та вирівнювання ґрунту біля фундаментів біля зовнішніх стін. Керамзитобетонну відмостку укласти на поверхню ґрунту. Укласти керамзитобетон у вириту в ґрунті ковзанку на товщину відмостки не допускається.

Насипні глинисті ґрунти під час вирівнювання місцевості в межах забудови повинні бути пошарово ущільнені механізмами до об'ємної маси скелета ґрунту не менше 1,6 т/м³ та пористості не більше 40 % (для глинистого ґрунту без дренажних прошарків). Поверхню насипного ґрунту, так само як і поверхню на зрізі, у місцях, де відсутнє складування матеріалів та рух транспорту, слід покрити ґрунтовим шаром товщиною 10–15 см та задернити. Ухил для твердих покриттів становить від 3 %, а для задерненої поверхні — не менше 5 %.

Підготовку ґрунтового шару, посів дерноутворювальних трав та висаджування чагарникових рослин слід проводити, як правило, навесні без порушення затвердженого проєктом планування майданчиків.

В якості задернювачів рекомендується застосовувати травосуміш, що складається з насіння пирію, полевиці, костриці, мятлика, тимофіївки та інших дерноутворювальних рослин.

4.4 Заходи на період експлуатації будівель і споруд щодо захисту ґрунтів у фундаменті від надмірного водонасичення

З метою боротьби зі збільшенням природної вологості ґрунтів у основі фундаментів під час промислової експлуатації будівель і споруд рекомендується: всі виробничі, побутові та злизові води відводити у низини в бік від фундаментів або у прямки злизової каналізації та підтримувати водовідвідні споруди у

справному стані, щорічно всі роботи з прочищення поверхневих водовідводів, тобто нагорних каналів, кюветів, лотків, водоприймачів, отворів штучних споруд, а також зливової каналізації, повинні виконуватися до початку осінньої дощової погоди. Необхідно проводити періодичне спостереження за станом водовідвідних споруд, усі роботи з усунення пошкоджених укосів, порушень планування та відмосток проводити негайно, не затягуючи ці роботи до початку промерзання ґрунтів. Якщо ці пошкодження спричинили застій води на поверхні ґрунту поблизу фундаментів, слід терміново забезпечити відведення поверхневої води від фундаментів. У разі виявлення на місцевості ерозійної дії зливових вод слід терміново ліквідувати розмив ґрунтів та укріпити ділянки вздовж водостоку.

Під час капітальних ремонтів будівель не можна допускати зниження планувальних відміток у вже зведених будівлях на сильнопучистих ґрунтах, оскільки глибина закладення фундаменту може виявитися меншою за розрахункову глибину промерзання ґрунту. Відстань від зовнішньої стіни будівлі до місця зрізання ґрунту має бути не меншою за розрахункову глибину промерзання ґрунтів, а якщо дозволяють умови, то слід залишити смугу незайманого ґрунту (тобто без зрізання) біля фундаментів шириною 3 м. Винятком із цієї вимоги можуть бути лише такі випадки, коли відстань від планувальної відмітки до підшови фундаменту після зрізання ґрунту виявиться не меншою за розрахункову глибину промерзання ґрунтів. Під час цих робіт не можна порушувати умови поверхневого водовідведення атмосферних вод та інших гідромеліоративних споруд, що дозволить запобігти водонасиченню ґрунтів біля фундаментів будівель і споруд.

4.5 Технічні вказівки щодо влаштування пальових фундаментів

Пальові фундаменти спроектовані за даними інженерно-геологічних досліджень будівельного майданчика.

За відносну відмітку 0,000 прийнято відмітку чистої підлоги 1-го поверху, що відповідає абсолютній відмітці 223,100.

Напластування ґрунтів та їхні фізико-механічні властивості див. у розділі «Геологія та геологічні розрізи».

Несучим шаром для паль прийнята темно-сіра глина з синюватим відтінком, напівтверда, щільна, жирна на зрізі з уламками ожелезеного пісковика (шар 4).

Підземні води виявлені повсюдно на глибині 9,45–10,8 м.

Ґрунти (шари 2, 3, 4) належать до сильнопучистих. До глибини 3 метрів ґрунти мають середню корозійну активність щодо вуглецевої сталі.

Ґрунти не є агресивними до будь-яких марок бетону.

Проектом передбачені залізобетонні палі перерізом 400x400 мм. Марка бетону паль — В25; F100; W6.

Перед початком робіт із забивання паль необхідно отримати дозвіл служб, у віданні яких перебувають підземні комунікації.

У процесі забивання паля повинна перебувати у вертикальному положенні, що перевіряється схилом. Відхилення паль у плані після забивання допускається в межах ± 8 см. У разі відхилення паль на величину, що перевищує допустиме значення, або у разі руйнування головки палі, слід забити дублюючу палю.

Забивання паль слід проводити до проєктних відміток; у разі, якщо паля зупинилася в шарі ґрунту, не досягнувши проєктної відмітки, необхідно поруч забити дублюючу палю та провести зрубівання до відмітки.

З метою полегшення установки забивання та зниження динамічного впливу на розташовану поруч житлову забудову, виконати буріння лідерних свердловин глибиною 2 м, діаметром 300 мм.

Проектом передбачено жорстке з'єднання паль з ростверком. Довжина випусків арматури після обрізки паль повинна становити не менше 250 мм.

Улаштування ростверку допускається лише після приймання пальового поля.

Несуча здатність паль для визначення відмови $F_d = 1,4 \times 600 = 840$ кН.

Перед початком робіт із забивання паль необхідно повністю демонтувати раніше зведені фундаменти.

Розрахункові відмови прийняті для дизель-молота С-1047 з ударною частиною вагою 2,5 т при висоті вільного падіння $H = 2,5$ м і товщині дерев'яних прокладок на голівці палі 10 см.

Забивання паль слід розпочинати з осі «А» з метою зменшення динамічного впливу на сусідню забудову. Палі забивати до проєктних відміток, при цьому слід забезпечити контроль глибини забивання всіх паль відповідно до проєкту. У разі, якщо глибина забивання будь-якої з паль не відповідає проєктній, слід негайно викликати представника проєктної організації для вирішення питання щодо подальшого виконання робіт.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

5.1 Загальні положення

Метою цього розділу є вибір найбільш раціональних та економічно доцільних методів безпечного виконання робіт.

Визначення обсягів робіт – початковий етап проєкту виконання робіт. Цей пункт передбачає аналіз технічного проєкту, робочих креслень будівлі з технологічних позицій раціонального ведення робіт. Специфікація використовується для підрахунків обсягу робіт за основними, допоміжними та транспортними процесами, які є основними частинами всього будівельно-монтажного виробництва.

5.2 Земляні роботи

Земляні роботи виконуються під час будівництва будь-якої будівлі або споруди й становлять значну частину їхньої вартості та трудомісткості. Земляні споруди створюються шляхом утворення виїмок у ґрунті або зведення з нього насипів. Виїмки, що розробляються виключно для видобутку ґрунту, називаються розрізом, а насипи, утворені під час відсипання зайвого ґрунту, — відвалом.

У цивільному та промисловому будівництві земляні роботи виконуються під час облаштування траншей і котлованів. Виконання таких обсягів робіт можливе лише із застосуванням високопродуктивних, раціонально підібраних машин.

Викопування траншей і котлованів здійснюється за робочими відмітками, винесеними в натуру за допомогою кілків-візирок.

Ширина котлованів і траншей по дну визначається з урахуванням ширини конструкції, гідроізоляції, опалубки та кріплення з додаванням 0,2 м.

Щоб уникнути захаращення майданчика відвалом ґрунту, весь ґрунт від розробки котлованів і траншей, необхідний для зворотного засипання,

переміщується на відстань до 50 м і складається у відвал, а решта ґрунту завантажується в автотранспорт і вивозиться.

Видобуток ґрунту здійснюється за допомогою одноковшового екскаватора ЕО4121, при цьому допускається недобір ґрунту 150 мм. Ґрунт, що залишився після механізованого видобутку, доопрацьовується вручну без застосування механізованих інструментів.

Зворотне засипання виконується бульдозером. Ущільнення ґрунту здійснюється пошарово за допомогою пневмотрамбувальника.

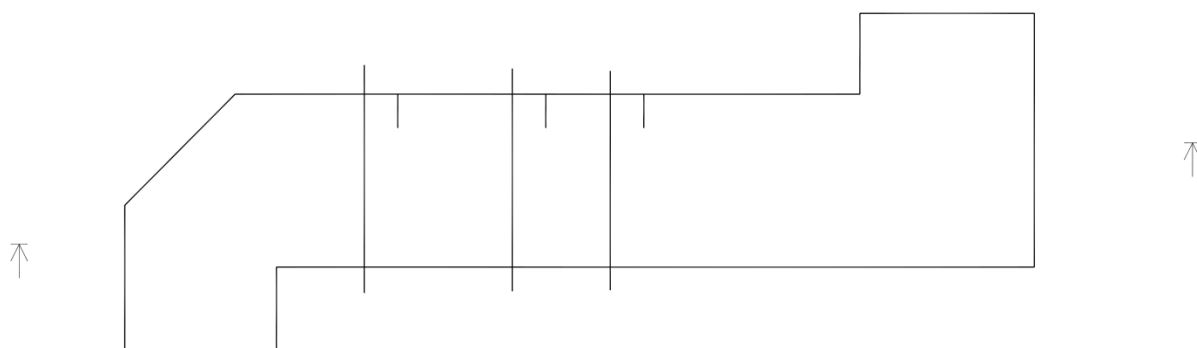


Рисунок 5.1 – План котловану

Таблиця 5.1 – Розрахунок витрат праці та заробітної плати на земляні роботи

Обґрунтування	Найменування робіт і процесів	Одиниця виміру обсягу робіт	Обсяг робіт м³	Норма часу, машинна зміна	Розцінка за одиницю виміру	Заробітна плата за весь обсяг робіт	Склад ланки
1	2	3	4	5	6	7	8
	Зрізання рослинного шару бульдозером	1000 м²	12,71	0,69	0,73	9,29	машиніст бр-1
	Видобуток ґрунту екскаватором ЕО4121А	100 м³	861,00	2,30	2,44	2100,84	машиніст бр-1
	Розробка недобору бульдозером	100 м³	74,00	0,55	0,58	43,14	машиніст бр-1
	Зворотне засипання	100 м³	234,00	0,31	0,33	76,99	машиніст бр-1
	Разом:					2230,26	

5.3 Технологія забивання паль

Палі призначені для передачі навантаження від будівлі або споруди на ґрунти. За характером роботи в ґрунті палі поділяються на палі-стійки та висячі палі.

Розташування паль у плані залежить від виду споруди, від ваги та місця прикладання навантаження. Заглиблення у ґрунт заздалегідь виготовлених паль здійснюється за допомогою молотів різної конструкції, що являють собою важкі металеві оголовки, підвішені на тросах копров, які підіймаються на необхідну висоту за допомогою лебідок цих механізмів і вільно падають на оголовку палі.

Улаштування пальових фундаментів передбачається комплексно-механізованим способом із застосуванням серійно випусканого обладнання та засобів механізації. Калькуляція трудових витрат, графік виконання робіт, схеми забивання паль, матеріально-технічні ресурси та техніко-економічні показники виконані для забивних паль-стійок перерізом 40×40 см.

До складу робіт, що розглядаються у карті, входять:

- 1) розвантаження паль та складування їх у штабелі;
- 2) розкладка та комплектація паль у місцях забивання;
- 3) розмітка паль та нанесення горизонтальних рисок;
- 4) підготовка копра до виконання навантажувальних робіт;
- 5) занурення паль (стропування та підтягування паль до копра, підйом палі на копер та заведення в наголовник, наведення палі на точку занурення, занурення палі до проєктної відмітки або відмови);
- 6) зрубування голів залізобетонних паль;
- 7) приймання робіт.

До початку занурення паль повинні бути виконані роботи:

- 1) викопування котловану та вирівнювання його дна;
- 2) облаштування водостоків та водовідведення з робочої площадки;
- 3) прокладені під'їзні шляхи, підведено електроенергію;

- 4) здійснено геодезичну розбивку осей та розмітку положення паль і пальових рядів відповідно до проєкту;
- 5) здійснено комплектування та складування паль;
- 6) здійснено перевезення та монтаж копрового обладнання.

Монтаж копрового обладнання здійснюється на майданчику розміром не менше 35 x 15 м. Після закінчення підготовчих робіт складають двосторонній акт про готовність та приймання будівельного майданчика, котловану та інших об'єктів, передбачених ППР.

Підйом паль під час розвантаження здійснюють двогілковим стропом за монтажні петлі, а за їх відсутності — петлею «зашморгом». Палі на будівельному майданчику розвантажують у штабелі з сортуванням за марками. Висота штабеля не повинна перевищувати 2,5 м. Палі укладають на дерев'яні підкладки товщиною 12 см, розташовуючи їх вістрями в один бік. Розкладку паль у робочій зоні копра, на відстані не більше 10 м, здійснюють за допомогою автокрана на підкладці в один ряд. На об'єкті повинен бути запас паль не менше ніж на 2–3 дні.

Перед зануренням кожен палець за допомогою сталеві рулетки розмічають у метрах від вістря до головки. Метрові відрізки та проєктну глибину занурення позначають яскравими олівцевими рисками, цифрами (що вказують метри) та літерами «ПГ» (проєктна глибина занурення). Від риски «ПГ» у бік вістря за допомогою шаблону наносять риски через 20 мм (на відрізок 20 см) для зручності визначення пробиття (заглиблення палі від одного удару молота). Різки на бічній поверхні пальового ряду дозволяють бачити глибину забивання палі в даний момент і визначати кількість ударів молота на кожен метр заглиблення. За допомогою шаблону на палець наносять вертикальні різки, за якими візуально контролюють вертикальність заглиблення паль.

Геодезичну розбивку ряду паль проводять після завершення розбивки основних і проміжних осей будівлі. Під час розбивки центрів паль по ряду паль використовують компаровану рулетку. Розбивку виконують у поздовжньому та поперечному напрямках, керуючись робочими кресленнями рядів паль. Місця

забивання паль фіксують металевими штирями довжиною 20–30 см. Вертикальні відмітки головок паль прив'язують до відмітки репера.

Забивання паль здійснюють за допомогою дизель-молота СП-78. Для забивання паль рекомендується застосовувати Н-подібні литі та зварні наголовники з верхніми та нижніми виїмками. Наголовники для паль застосовують із двома дерев'яними прокладками з твердих порід (дуб, бук, граб, клен).

Забивання паль здійснюється в такій послідовності:

- 1) стропування палі та підтягування до місця забивання;
- 2) встановлення палі в наголовник;
- 3) наведення палі в точку забивання;
- 4) вирівнювання вертикальності;
- 5) занурення палі до розрахункової позначки або розрахункового відхилення.

Стропування палі для підйому на копер виконують за допомогою універсального стропу, що охоплює палю петлею «зашморгом» у місцях розташування штиря. До копера палю підтягують робочим канатом за допомогою відвідного блоку по спланованій лінії або по дну котловану по прямій лінії.

Молот піднімають на висоту, що забезпечує встановлення палі. Заведення палі в наголовник здійснюють шляхом її підтягування до щогли з подальшим встановленням у вертикальне положення. Підняту на копер палю наводять на точку забивання та розгортають пальовим ключем відносно вертикальної осі у проєктне положення. Повторну вирівнювання виконують після занурення палі на 1 м і коригують за допомогою механізмів наведення.

Забивання перших 5–20 паль, розташованих у різних точках будівельного майданчика, здійснюють серіями ударів (кількість ударів протягом 2 хвилин) з підрахунком і реєстрацією кількості ударів на кожен метр заглиблення палі. Наприкінці забивання, коли відступ палі за своєю величиною наближається до розрахункового, проводять його вимірювання. Вимірювання відступів проводять з точністю до 1 мм і не менше, ніж за трьома послідовними забиваннями на

останньому метрі заглиблення палі. За відступ, що відповідає розрахунковому, слід приймати мінімальне значення середніх величин відступів для трьох послідовних забивань.

Вимірювання відхилень проводять за допомогою нерухомої реперної позначки. Палю, що не дала розрахункового відхилення, піддають контрольному добиванню після її «відпочинку» у ґрунті відповідно до ГОСТ 5686-78*. У разі, якщо відбій під час контрольного добивання перевищує розрахунковий, проєктна організація встановлює необхідність проведення контрольних випробувань паль статичним навантаженням та коригування проєкту пальового фундаменту. Виконавчими документами під час виконання пальових робіт є журнал забивання паль та зведена відомість забитих паль.

Зрубівання голів паль починають після завершення робіт із занурення паль на захваті. У місцях зрубівання голів наносять риси. Зрубівання виконують за допомогою механізованого інструменту.

Занурення паль здійснюють при промерзанні ґрунту не більше ніж на 0,5 м. При більшому промерзанні ґрунту занурення паль здійснюють у провідні свердловини. Діаметр провідних свердловин під час забивання паль повинен бути не більшим за діагональ і не меншим за сторону поперечного перерізу палі, а глибина — $\frac{2}{3}$ глибини промерзання. Проходку провідних свердловин здійснюють трубчастими бурами, що входять до складу обладнання копра.

Усі ланки, що працюють на забиванні паль, включаються до комплексної бригади кінцевого виробництва.

У технологічній карті передбачається підвищення продуктивності праці в середньому на 15 % за рахунок максимального використання фронту робіт, впровадження комплексної механізації та найбільш продуктивних машин, комплектної поставки, раціональних рішень щодо організації та технології виконання робіт.

Роботи з забивання паль повинні виконуватися відповідно до правил влаштування та безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів. Між машиністом копра та помічником має бути встановлено надійний сигнальний

зв'язок. Кожен сигнал повинен мати лише одне значення та подаватися однією особою. Під час забивання паль забороняється перебувати в зоні роботи копрового обладнання, радіус якої перевищує висоту щогли на 5 м. Палі рекомендується підтягувати по прямій лінії в межах видимості машиніста копра лише через відвідний блок, закріплений біля основи копра. Зона робіт із зрізання голів паль повинна бути тимчасово огорожена.

Таблиця 5.2 – Калькуляція трудових витрат на пальові роботи

Обґрунтування	Найменування робіт і процесів	Одиниця виміру	Обсяг робіт м³ на	Норма часу, людина-година, машина-змін	Витрати праці на весь обсяг, людино-день	Розцінка за одиницю виміру	Склад ланки
1	2	3	4	5	6	7	9
	Розвантаження паль та укладання їх у штабелі	100 паль	17,63	2,30	40,55	2,44	такелажники 3р-2 машиніст 5р-1
	Перевертання паль для розмітки рисок	100 паль	17,63	0,55	9,70	0,58	такелажники 3р-2 машиніст 5р-1
	Розміщення паль у місцях занурення	100 паль	17,63	0,31	5,47	0,33	такелажники 3р-2 машиніст 5р-1
	Розмітка паль фарбою через 1 м	100 паль	17,63	0,69	12,16	0,73	покрівельник и 3р-1 5р-1
	Занурення паль	1 паля	1763	1,2	2115,60	0,666	машиніст 6р-1
	Зрубування голів залізобетонних паль	1 паля	1763	3,45	6082,35	2,35	такелажники 3р-2 машиніст 5р-1
	Зрізання стрижнів арматури	10 перерізів	7052	0,351	2475,25	0,212	газоріз 4р-1
	Разом:				10741,08		

5.4 Технологія зведення монолітного залізобетонного ростверку

Процес зведення монолітного залізобетонного ростверку є комплексним процесом, до якого входять:

- 1) улаштування опалубки;
- 2) встановлення арматурних каркасів;
- 3) подачу та укладання бетонної суміші в опалубку;
- 4) витримка та догляд за бетоном;
- 5) зняття опалубки після досягнення бетоном фундаменту певної міцності.

Допоміжний процес – транспортування арматурних каркасів, опалубки та бетонної суміші.

Опалубка – тимчасова допоміжна конструкція, що забезпечує задані геометричні розміри та обриси бетонного елемента конструкції.

Опалубка повинна відповідати таким вимогам:

- 1) бути достатньо міцною;
- 2) не змінювати форму в робочому положенні;
- 3) витримувати технологічні навантаження та тиск бетонної суміші без зміни основних геометричних розмірів;
- 4) бути технологічною, тобто легко встановлюватися та розбиратися.

5.5 Техніка безпеки під час виконання робіт

Не допускається розміщення на опалубці обладнання та матеріалів, не передбачених проєктом, а також перебування людей, які не беруть участі у процесі виконання робіт. Монтовані елементи опалубки звільняють з гака підйомного механізму лише після їх повного закріплення. На робочому місці опалубників повинні бути створені безпечні умови праці. У місцях складування опалубки ширина проходів повинна становити не менше 1 м.

5.6 Армування монолітного залізобетонного ростверку

Ростверк армується плоскими каркасами, які доставляються на майданчик із ЗБК та ДСК. На будівельному майданчику їх зварюють у просторові каркаси.

Монтаж арматурних виробів складається з таких технологічних операцій:

- 1) розвантаження та подача виробів безпосередньо до споруд або на майданчик тимчасового складування;
- 2) встановлення у проєктне положення та закріплення стиків електрозварюванням;
- 3) перевірка виконаних робіт та їхня здача майстру.

5.7 Бетонування

Способи транспортування бетонної суміші залежно від застосовуваних засобів можуть бути порційними та безперервними. Порційне транспортування здійснюється з використанням автосамоскидів.

5.8 Обладнання для подачі та розподілу бетонної суміші

Для інтенсифікації вивантаження бетонної суміші використовуємо поворотну бадью. Завантажуємо її за допомогою самоскида. Потім кран підіймає бадью у вертикальній площині та подає її до місця вивантаження. Корпус бадьї оснащений полозами, які слугують напрямними під час підйому бадьї у вертикальне положення. Для запобігання зависанню бетонної суміші на корпус бадьї встановлюють навісний вібратор.

Під час подачі бетонної суміші краном вживаються заходи проти самовільного відкривання засувки ковша. Під час вивантаження бетонної суміші з ковша рівень дна ковша повинен знаходитися не вище 1 м від поверхні, що бетонується. Забороняється стояти під ковшем під час його встановлення та переміщення.

Таблиця 5.3 – Розрахунок трудових витрат на бетонні роботи

Обґрунтування	Найменування робіт і процесів	Одиниця виміру обсягу робіт	Обсяг робіт	Норма часу, люд.-год, маш.-зміна	Витрати праці на весь обсяг, людино-година, машинно-зміни	Вартість за одиницю виміру	Склад бригади
1	2	3	4	5	6	7	8
	Встановлення арматурних сіток та плоских каркасів	1 каркас	1800,00	1,30	2340,00	0,88	арматурник 3р-1, 2р-1
	Установка великощитової опалубки	1 м ²	5600,00	0,39	2184,00	0,29	слюсар-будівельник 4р-1, 3р-1
	Укладання бетонної суміші у фундамент	1 м ³	551,88	0,33	182,12	0,20	бетонник 4р-1, 2р-1
	Подача бетонної суміші стріловим краном у бадьях	1 т	1379,70	0,23	310,43	0,15	машиніст 6р-1
	Приймання бетонної суміші з автосамоскида в поворотну бочку	1 м ³	551,88	0,09	46,91	0,04	бетонник 4р-1, 2р-1
	Часткове перекидання бетонної суміші в конструкцію вручну	1 м ³	27,55	0,75	20,66	0,40	бетонник 4р-1, 2р-1
	Покриття бетонної поверхні тирсою шаром до 0,1 м	1 м ³	560,00	0,27	151,20	0,17	бетонник 2р-1
	Полив бетонної поверхні з брандспойта	100 м ²	560,00	0,14	78,40	0,09	бетонник 2р-1
	Розпалублення	1 м ³	5600,00	0,21	1176,00	0,14	слюсар-будівельник 2р-1, 3р-1
	Разом:				6498,73		

5.9 Укладання бетонної суміші

Технологічний процес бетонування складається з підготовчих, допоміжних та основних операцій.

Підготовчі операції – підготовка території об’єкта, під’їзних шляхів, місць розвантаження, ємностей для прийому бетонної суміші перед її надходженням.

Основні операції: укладання бетонної суміші

Допоміжні роботи — очищення від бруду та іржі, що відшаровується, арматури, закладних деталей та анкерних болтів.

До початку бетонування повинні бути виконані по фронту та прийняті за актом опалубка й арматура фундаментів у кількості, достатній для безперебійного бетонування протягом 1–2 змін, а також випробувані всі пристосування для подачі та ущільнення бетону.

Прийом та подача бетонної суміші до місця укладання здійснюється у поворотних бадьях місткістю 1 м³ при вантажопідйомності крана 5 т. Бадьї для завантаження встановлюються на переносний настил для запобігання втратам розчину.

При тривалих перервах у укладанні бетонної суміші цементну плівку в робочих швах фундаменту видаляють за допомогою водовоздушної форсунки струменем води під тиском 3–5 атмосфер.

Бетонні та монолітні залізобетонні конструкції виготовляються відповідно до робочих креслень, з дотриманням вимог

Безпосередньо перед бетонуванням опалубка має бути очищена від сміття та бруду, а арматура — від іржі.

Спуск бетонної суміші з висоти, щоб уникнути розшарування, повинен здійснюватися з дотриманням таких правил:

- 1) висота вільного скидання бетонної суміші не повинна перевищувати 2 м;
- 2) спуск бетонної суміші з висоти понад 2 м повинен здійснюватися по віброжелобах, похилих лотках і жолобах, які забезпечують повільне сповзання бетонної суміші без розшарування.

Бетонні роботи підземної частини будівлі в основному полягають у влаштуванні підстиляючого шару під підлоги. Перед влаштуванням

підстиляючого шару виконують ущільнення основи щебенем, який доставляється на майданчик автотранспортом.

Після завершення робіт з підготовки основи на ділянці проводять роботи з влаштування підстиляючого шару. Бетонування підстиляючого шару здійснюється смугами по 2 м. Ущільнення проводиться за допомогою глибинних вібраторів.

5.10 Контроль якості та приймання робіт

У процесі бетонування майстер або виконавець робіт (виконроб) повинні здійснювати нагляд за виконанням робіт, а результати нагляду записувати в журнал бетонних робіт за встановленою формою.

5.11 Ущільнення бетонної суміші

Ущільнення бетонної суміші під час її укладання в конструкції здійснюється для отримання щільного, міцного та довговічного бетону. Ущільнення бетонної суміші, як правило, здійснюється вібрацією, для чого у свіжоущільнену бетонну суміш занурюється вібратор, який передає суміші свої коливання. Під дією коливань бетонна суміш починає текти, добре заповнюючи опалубку; при цьому з суміші витісняється повітря. У результаті отримують щільний бетон. Ущільнення бетонної суміші може здійснюватися за допомогою глибинних і поверхневих вібраторів. Для ущільнення бетонної суміші в ростверках, як правило, застосовується глибинний вібратор із гнучким валом та вбудованим електродвигуном.

5.12 Особливості виконання бетонних робіт при мінусових температурах

Ці правила поширюються на період виконання бетонних робіт при очікуваній середньодобовій температурі зовнішнього повітря нижче 5°C та мінімальній добовій температурі нижче 0°C .

Приготування бетонної суміші слід здійснювати в опалюваних бетонозмішувальних установках, використовуючи підігріту воду, відталені або підігріті заповнювачі, що забезпечують отримання бетонної суміші з температурою не нижчою за необхідну за розрахунком. Допускається застосування неопалених сухих заповнювачів, що не містять криги на зернах та змерзлих грудок. При цьому тривалість перемішування бетонної суміші має бути збільшена не менше ніж на 25 % порівняно з літніми умовами.

Способи та засоби транспортування повинні забезпечувати запобігання зниженню температури бетонної суміші нижче необхідної за розрахунком.

Стан основи, на яку укладається бетонна суміш, а також температура основи та спосіб укладання повинні виключати можливість замерзання суміші в зоні контакту з основою. При витримці бетону в конструкції методом термоса, під час попереднього розігрівання бетонної суміші, а також під час застосування бетону з протиморозними добавками допускається накладання суміші на невідігріту непучисту основу або старий бетон, якщо за розрахунком у зоні контакту протягом розрахункового періоду витримки бетону не відбудеться його замерзання. При температурах повітря нижче -10°C бетонування густоармованих конструкцій з арматурою діаметром понад 24 мм, арматурою з жорстких прокатних профілів або з великими металевими закладними елементами слід виконувати з попереднім нагріванням металу до позитивної температури або місцевим вібруванням суміші в приарматурній та опалубній зонах, за винятком випадків укладання попередньо розігрітих бетонних сумішей (при температурі суміші вище 45°C). Тривалість вібрації бетонної суміші повинна бути збільшена не менше ніж на 25 % порівняно з літніми умовами.

Перед укладанням бетонної (розчинної) суміші поверхні порожнин стиків збірних залізобетонних елементів повинні бути очищені від снігу та криги.

Контроль міцності бетону слід здійснювати, як правило, шляхом випробування зразків, виготовлених у місці укладання бетонної суміші. Зразки, що зберігаються на морозі, перед випробуванням слід витримувати 2–4 години при температурі 15–20⁰С.

5.13 Монтаж фундаментних блоків для стін

Транспортування та монтаж збірних залізобетонних конструкцій здійснюється відповідно до вимог норм.

Монтаж збірних залізобетонних конструкцій здійснюється по ділянках і по ярусах.

До початку монтажу повинні бути виконані такі підготовчі роботи:

- 1) встановлення крана нульового циклу;
- 2) розбивка та прив'язка осей фундаментів;
- 3) доставка до зони монтажу конструкцій та монтажного оснащення;
- 4) облаштування під'їзних шляхів, майданчиків для складування конструкцій.

Запас конструкцій повинен становити не менше ніж три зміни. Складування має здійснюватися відповідно до технологічної послідовності монтажу в межах досяжності стріли крана.

Монтаж конструкцій підвалу здійснюється краном МКГ-25.

Установку фундаментних блоків стін підвалу слід здійснювати, починаючи з установки маякових блоків у кутах будівлі та на перетині осей. Маякові блоки встановлюють, поєднуючи їхні осьові риски з рисками розбивочних осей, за двома взаємно перпендикулярними напрямками. До встановлення рядових блоків слід приступати після вивірення положення маякових блоків у плані та по висоті.

Установка блоків фундаментів на покритті водою або снігом основи не допускається.

Встановлення стін підвалів слід виконувати з дотриманням перев'язки. Рядові блоки слід встановлювати, орієнтуючи низ по обрізу блоків першого ряду, а верх – по розбивочній осі. Блоки зовнішніх стін, що встановлюються нижче рівня ґрунту, необхідно вирівнювати по внутрішній стороні стіни, а вище – по зовнішній. Вертикальні та горизонтальні шви між блоками повинні бути заповнені розчином і розшиті з обох боків.

5.14 Шарувата кладка

Кладку зовнішньої стіни товщиною 250 мм виконувати з обов'язковим заповненням розчином горизонтальних і вертикальних швів, при цьому лицьову сторону виконувати з розшивкою швів.

Зовнішній шар кладки закріплювати сітками через кожні 6 рядів кладки.

На відстані 80 мм від низу плит перекриття виконати горизонтальні армовані шви з цементно-піщаного розчину М200 товщиною 70 мм.

Вертикальний шов між торцями плит і кладкою повинен бути ретельно заповнений розчином.

Розширювальний шов виконувати з кладочного розчину, ретельно заповнюючи його.

5.15 Плити перекриття

Плити перекриття монтувати на шарі свіжоукладеного цементно-піщаного розчину М200 товщиною 10 мм.

Шви між плитами ретельно очистити від сміття та замазати цементно-піщаним розчином М200.

Металеві анкери після встановлення захистити від корозії шаром цементно-піщаного розчину М200 товщиною 200 мм.

Отвори для прокладення комунікацій розміром до 150 мм пробити на місці в межах порожнин (шляхом свердління, не руйнуючи ребер плит).

Отвори в торцях плит, що спираються на зовнішні стіни, необхідно заделати бетоном класу В15 на глибину 250 мм.

5.16 Монтажні роботи

Виконання будівельно-монтажних робіт здійснюється потоковим методом по ділянках (захватках) та по ярусах, що дає можливість поєднувати у часі будівельно-монтажні процеси та інші роботи.

Розбиваємо будівлю на три захватки, що відповідають межах одиначної секції. Роботи за циклом вище нульової позначки виконуються баштовим краном КБ 403.

На ділянці (захватці), де ведуться монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт та перебування сторонніх осіб.

Під час зведення будівель і споруд забороняється виконувати роботи, пов'язані з перебуванням людей в одній секції (ділянці) на поверхах (ярусах), над якими здійснюється переміщення, встановлення та тимчасове закріплення елементів збірних конструкцій або обладнання.

Під час зведення односекційних будівель або споруд одночасне виконання монтажних та інших будівельних робіт на різних поверхах (ярусах) допускається за наявності між ними надійних (обґрунтованих відповідним розрахунком на дію ударних навантажень) міжповерхових перекриттів за письмовим розпорядженням головного інженера, після здійснення заходів, що забезпечують безпечне виконання робіт, та за умови перебування безпосередньо на місці робіт спеціально призначених осіб, відповідальних за безпечне виконання монтажу та переміщення вантажів кранами, а також за здійснення контролю за виконанням кранівником, стропальником та сигнальником виробничих інструкцій з охорони праці.

Способи стропування елементів конструкцій та обладнання повинні забезпечувати їх подачу до місця встановлення у положенні, близькому до проєктного.

Забороняється підйом збірних залізобетонних конструкцій, які не мають монтажних петель або позначок, що забезпечують їх правильне стропування та монтаж.

Очищення елементів конструкцій, що підлягають монтажу, слід проводити до їх підйому.

Елементи конструкцій або обладнання, що монтуються, під час переміщення повинні утримуватися від розгойдування та обертання за допомогою гнучких відтяжок.

Не допускається перебування людей на елементах конструкцій та обладнання під час їх підйому та переміщення.

Під час перерв у роботі не допускається залишати підняті елементи конструкцій та обладнання на вазі.

Встановлені в проєктне положення елементи конструкцій повинні бути закріплені так, щоб забезпечувалася їхня стійкість і геометрична незмінність.

Розстропування елементів конструкцій та обладнання, встановлених у проєктне положення, слід проводити після постійного або тимчасового надійного їх закріплення. Переміщувати встановлені елементи конструкцій або обладнання після їх розстропування, за винятком випадків, обґрунтованих у ППР, не допускається.

Не допускається виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с і більше, під час ожеледиці, грози або туману, що унеможлиблює видимість у межах фронту робіт. Роботи з переміщення та встановлення вертикальних панелей і подібних до них конструкцій з великою парусністю слід припиняти при швидкості вітру 10 м/с і більше.

Не допускається перебування людей під елементами конструкцій та обладнання, що монтуються, до їх встановлення в проєктне положення та закріплення.

У разі необхідності перебування працівників під обладнанням (конструкціями), що монтуються, слід вживати спеціальних заходів, що забезпечують безпеку працівників.

Навісні монтажні майданчики, сходи та інші пристосування, необхідні для роботи монтажників на висоті, слід встановлювати та закріплювати на конструкціях, що монтуються, до їх підйому.

Монтаж сходових маршів і майданчиків будівель та споруд, а також вантажно-пасажирських будівельних підйомників (ліфтів) повинен здійснюватися одночасно з монтажем конструкцій будівлі. На змонтованих сходових маршах слід негайно встановлювати огорожі.

5.17 Кам'яні роботи

Кам'яні роботи виконуються відповідно до архітектурних креслень з дотриманням вимог.

Кам'яні роботи виконуються після того, як будуть виконані такі види робіт:

- 1) улаштування фундаментів;
- 2) будівництво підвалу;
- 3) зворотне засипання;
- 4) улаштування підстиляючого шару під підлоги.

Подача матеріалу для виконання каменних робіт здійснюється тим самим краном, який використовується під час виконання робіт нульового циклу.

Кладку стін і перегородок на захватці необхідно здійснювати паралельно з монтажем плит перекриття.

Цегла для влаштування перегородок повинна бути подана до влаштування перекриття.

Кладку стін житлового будинку виконують до монтажного рівня конструкції перекриття.

Не допускається ослаблення кам'яних конструкцій отворами, борознами, нішами, монтажними отворами, не передбаченими проектом.

Товщина горизонтальних швів кладки з цегли та каменів правильної форми повинна становити 12 мм, вертикальних швів — 10 мм.

У разі вимушених розривів кладку необхідно виконувати у вигляді похилої або вертикальної штриби.

При виконанні розриву кладки вертикальною штрабою в шви кладки штраби слід закласти сітку (арматуру) з поздовжніх стрижнів діаметром не більше 6 мм, з поперечних стрижнів – не більше 3 мм з відстанню до 1,5 м по висоті кладки, а також на рівні кожного перекриття. Кількість поздовжніх стрижнів арматури приймається з розрахунку одного стрижня на кожні 12 см товщини стіни, але не менше двох при товщині стіни 12 мм.

Різниця висот кладки, що зводиться, на суміжних ділянках та під час кладки стиків зовнішніх і внутрішніх стін не повинна перевищувати висоту поверху, а різниця висот між суміжними ділянками кладки фундаментів — не перевищувати 1,2 м.

Після закінчення кладки кожного поверху необхідно проводити інструментальну перевірку горизонтальності та відміток верху кладки незалежно від проміжних перевірок горизонтальності її рядів.

Тичкові ряди в кладці необхідно укладати з цілих цеглин і каменів усіх видів. Незалежно від прийнятої системи прив'язки швів укладання тичкових рядів є обов'язковим у нижньому (першому) та верхньому (останньому) рядах споруджуваних конструкцій, на рівні обрізів стін і стовпів, у виступаючих рядах кладки.

Під час виконання кам'яних робіт вживаються заходи з техніки безпеки.

Під час переміщення та подачі на робоче місце вантажопідйомними кранами цегли, керамічних каменів та дрібних блоків слід застосовувати піддони, тейнери або вантажозахватні пристрої, що виключають падіння вантажу під час підйому.

Рівень кладки після переміщення засобів підмащування повинен бути не менше ніж на 0,7 м вище рівня робочого настилу або перекриття.

У разі необхідності виконання кладки нижче цього рівня кладку слід виконувати, застосовуючи запобіжні пояси або спеціальні сітчасті захисні огорожі.

Не допускається кладка стін будівель наступного поверху без встановлення несучих конструкцій міжповерхового перекриття, а також майданчиків і маршів сходових клітин.

Під час кладки стін висотою понад 7 м необхідно застосовувати захисні козирки по периметру будівлі, що відповідають таким вимогам:

1) ширина захисних козирків повинна становити не менше 1,5 м, і вони повинні бути встановлені з ухилом до даху так, щоб кут, утворений між нижньою частиною стіни будівлі та поверхнею козирка, становив 110° , а зазор між стіною будівлі та настилом козирка не перевищував 50 мм;

2) захисні козирки повинні витримувати рівномірно розподілене снігове навантаження, встановлене для даного кліматичного району, та зосереджене навантаження не менше 1600 Н (160 кгс), прикладене в середині прольоту;

3) перший ряд захисних козирків повинен мати суцільний настил на висоті не більше 6 м від землі і зберігатися до повного завершення кладки стін, а другий ряд, виготовлений із суцільних або сітчастих матеріалів з коміркою не більше 50×50 мм, - встановлюватися на висоті 6–7 м над першим рядом, а потім у міру кладки переставлятися через кожні 6–7 м.

Без влаштування захисних козирків допускається вести кладку стін висотою до 7 м, а також висотою понад 7 м за умови застосування сітчастих огорож, що встановлюються на рівні кладки.

5.18 Покрівля

Улаштування покрівлі з наплавлених рулонних матеріалів слід здійснювати відповідно до заздалегідь розроблених заходів щодо протипожежного захисту та контролю за дотриманням пожежної безпеки під час виконання будівельно-монтажних робіт:

1) роботи з влаштування покрівлі повинні виконуватися спеціалізованими бригадами під технічним контролем та керівництвом інженерно-технічних працівників;

2) роботи з влаштування покрівлі допускається виконувати при температурі зовнішнього повітря до 20 °С та за відсутності снігопаду, ожеледі та снігу;

3) до початку ізоляційних робіт мають бути виконані та прийняті: усі будівельно-монтажні роботи на ділянках, що ізолюються, включаючи замурування швів між збірними плитами, встановлення та закріплення патрубків і стаканів для пропускання інженерного обладнання, антисептированих дерев'яних брусків для закріплення ізоляційних шарів та захисних фартухів; основа під покрівлю на всіх поверхнях, включаючи карнизні ділянки покрівель та місця примикання до конструктивних елементів, що виступають над покрівлею;

4) не допускається контакт покрівельних матеріалів із розчинниками, нафтою, маслом, тваринними жирами;

5) якщо матеріали піддавалися тривалому впливу температури нижче 15 °С, то перед застосуванням їх необхідно витримати протягом 4-х годин при температурі від 15 °С до 25 °С.

5.19 Вимоги до основи під покрівлю

Основою під покрівлю слугує цементно-піщана стяжка з розчину М100; у стяжці влаштовуються температурно-усадочні шви шириною 6–10 мм, що розділяють стяжку на ділянки розміром не більше 6 × 6 м (шви повинні розташовуватися над швами перекриття). Розчин стяжки повинен бути жорстким (осідання конуса не більше 30 мм).

По швах у стяжці укласти смуги шириною 150–200 мм з «філізол-в» з крупнозернистою посипкою вниз і приклеїти їх точково з одного боку шва.

У місцях примикання покрівлі до стін та інших конструктивних елементів виконати перехідні бортики під кутом 45° з висотою не менше 100 мм із цементно-піщаного розчину. Стіни в цих місцях повинні бути оштукатурені розчином М50.

Після укладання стяжки її слід заґрунтувати сумішшю з бітуму V марки та гасу, приготованою у співвідношенні 1:3 (за вагою). Ґрунтовку наносять або за допомогою розпилювача, або пензлями. Витрата ґрунтовки становить 0,3–0,5 кг/м².

Перед нанесенням ізоляційних шарів основа має бути сухою та безпиловою.

5.20 Вимоги до ізоляційних шарів

Покрівельний килим виконувати з двох шарів наплавлених матеріалів: верхній шар із рулонного матеріалу з крупнозернистою посипкою та основою з поліестерових волокон.

У місцях перепадів висот покрівель, примикань до парпетів, стін тощо укласти 3 додаткові шари.

Ендову посилити на ширину 500–700 мм (від лінії перегину) одним шаром «філізол-в», який приклеюється до основи під рулонне покриття по поздовжніх краях.

Під час наклеювання ізоляційних шарів поздовжній та поперечний нахлест суміжних полотнищ повинен становити не менше 80–100 мм.

Для герметизації місць примикань покрівельного килима застосовувати герметизуючі мастики.

Для компенсаторів деформаційних швів та оздоблення звисів карнизів слід застосовувати оцинковану покрівельну сталь товщиною 0,6 мм.

5.21 Операційний контроль якості будівельних робіт

Операційний контроль якості робіт під час будівництва житлового будинку здійснюється відповідно до діючих норм.

Відхилення від проектного положення плит не повинно перевищувати норм, встановлених у стандартах.

Зсув у плані плит відносно їхнього проектного положення на опорних поверхнях – 10 мм.

Різниця відміток лицьових поверхонь двох суміжних плит перекриття у стику – 5 мм.

5.22 Визначення параметрів крана

Висота підйому гака, м

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (5.1)$$

де $h_{(1)}$ – висота споруджуваної будівлі: $h_1 = 32,8$ м;

h_2 — запас по висоті — 1 м;

$h_{(3)}$ — товщина плити — 0,22 м;

$h_{(4)}$ — висота стропів — 3 м;

$$H = 32,8 + 0,22 + 1 + 3 = 37$$

Необхідна вантажопідйомність:

$$Q \geq q_1 + q_2 + q_3, \quad (5.2)$$

де q_1 -максимальна маса елемента, що монтується, – 2,25 т – плита;

$q_{(2)}$ — маса вантажозахоплювальних пристроїв — 0,15 т;

q_3 — маса відтяжок канатів — 0,1 т;

$$Q = 2,25 + 0,15 + 0,1 = 2,5 \text{ т.}$$

Виліт стріли баштового крана $L_{б.к.}$:

$$L_{б.к.} = a_2 + b + c + d_2, \quad (5.3)$$

де a – ширина підкранової колії – 6 м;

b – відстань від будівлі до першої рейки – 3 м;

c – ширина будівлі – 13,8 м;

$$L_{б.к.} = \frac{6}{2} + 3 + 13,8 + \frac{1,2}{2} = 20,4 \text{ м.}$$

d – ширина балконної плити – 1,2 м:

За довідковою літературою підбираємо відповідний кран. У нашому випадку за розрахованими параметрами доцільно застосовувати кран КБ 403.

Характеристики обраного крана:

- 1) максимальна вантажопідйомність – 8 т;
- 2) вантажопідйомність на максимальному вильоті стріли – 4,5 т;
- 3) максимальний виліт стріли $L_{б.к.}$ – 30 м;
- 4) мінімальний виліт стріли $L_{б.к.}$ – 5,5 м;
- 5) виліт стріли при максимальній вантажопідйомності $L_{б.к.}$ – 16,5 м;
- 6) максимальна висота підйому вантажу – 41 м;
- 7) база та колія 6×6;
- 8) номінальна потужність 82 кВт.

З метою інтенсифікації виконання робіт на всіх захватках, приймаємо кількість необхідних кранів, що дорівнює 2 шт.

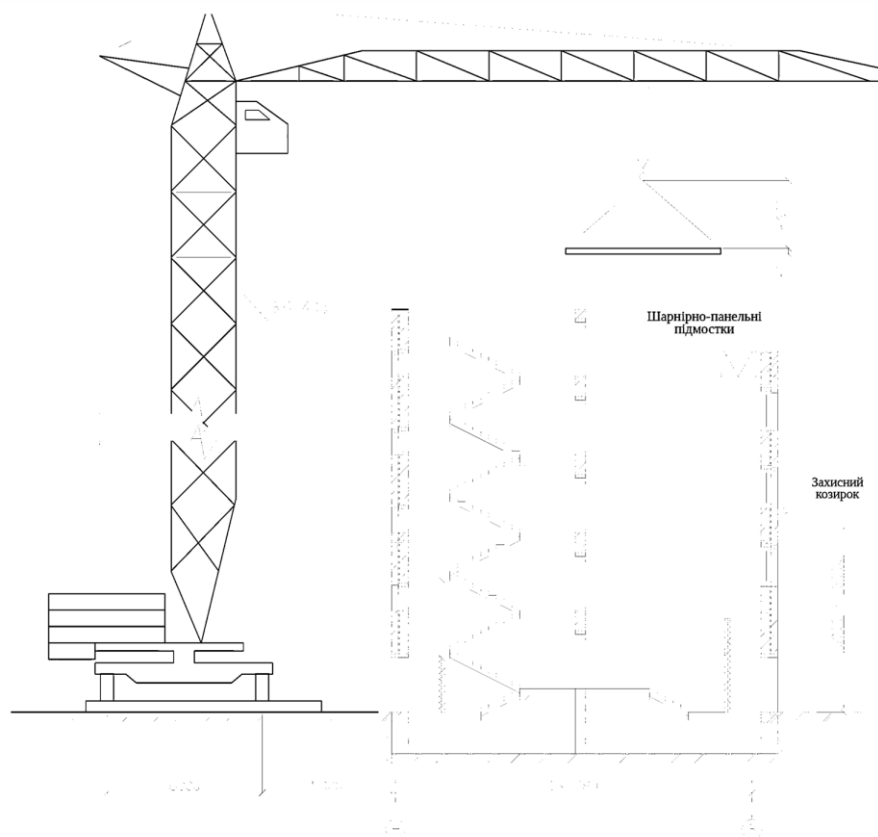


Рисунок 5.2 – Щодо вибору баштового крана

РОЗДІЛ 6

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

6.1 Загальні положення

Працівники організацій виконують обов'язки з охорони праці, що визначаються з урахуванням спеціальності, кваліфікації та (або) займаної посади в обсязі посадових інструкцій, розроблених з урахуванням рекомендацій або інструкцій з охорони праці

Представники роботодавців та працівників організацій відповідно до законодавства вживають заходів щодо поліпшення умов та охорони праці, які повинні визначатися під час укладення колективних договорів та угод з охорони праці відповідно до законодавства та рекомендацій.

Під час будівництва рибопереробного заводу учасники несуть встановлену законодавством відповідальність за порушення вимог нормативних документів

6.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельного майданчика, ділянок робіт та робочих місць

Облаштування виробничих територій, їх технічна експлуатація повинні відповідати вимогам будівельних норм і правил, національних стандартів, санітарних, протипожежних, екологічних та інших чинних нормативних документів.

Виробничі території та ділянки робіт у населених пунктах повинні бути огорожені, щоб уникнути доступу сторонніх осіб.

Висота огорожі виробничих територій повинна бути не менше, а ділянок робіт — не менше 1,2 огорожі, що примикають до місць масового проходу людей, повинні мати висоту не менше 2 м і бути обладнані суцільним захисним козирком.

При виконанні робіт у закритих приміщеннях, на висоті, під землею повинні бути передбачені заходи, що дозволяють здійснювати евакуацію людей у разі

виникнення пожежі або аварії. Біля в'їзду на територію будівельного майданчика встановлено схему внутрішньобудівельних доріг і проїздів із зазначенням місць розвороту транспортних засобів, об'єктів пожежного водопостачання тощо

Допуск на територію будівництва сторонніх осіб, а також працівників у нетверезому стані або тих, хто не зайнятий роботами на даній території, забороняється. На входах, в'їздах встановлені контрольно-пропускні пункти. Внутрішні автомобільні дороги будівельної території відповідають будівельним нормам і правилам та обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху.

На виробничих територіях, ділянках робіт і робочих місцях працівники повинні бути забезпечені питною водою, якість якої має відповідати санітарним вимогам. Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби освітлені відповідно до вимог державних стандартів. Виконання робіт у неосвітлених місцях не допускається.

Зона монтажу позначена знаками безпеки та попереджувальними написами.

Вимикачі, рубильники та інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі, влаштовані в захищеному виконанні. Усі електропускові пристрої розміщені так, щоб виключалася можливість пуску машин, механізмів та обладнання сторонніми особами. Розподільні щити та рубильники мають замикаючі пристрої.

Струмопровідні частини електроустановок, а також розводка тимчасових електромереж напругою до 1000 В ізольовані, огорожені або розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них. Будівельний майданчик забезпечений аптечками з медикаментами та засобами для надання першої медичної допомоги [24].

Робочі місця та проходи до них, розташовані на перекриттях, покриттях на висоті понад та на відстані менше 3 м від межі перепаду висот, повинні бути огорожені захисними огорожами, а за їх відсутності — захищені уловлювальними сітками. При відстані понад 3 м від межі перепаду висот

допускається встановлення сигнальних огорож, що відповідають вимогам національних стандартів.

При виконанні робіт на висоті, внизу, під місцем робіт, необхідно виділити небезпечні зони. При поєднанні робіт по одній вертикалі нижчерозташовані місця повинні бути обладнані відповідними захисними пристроями (настилами, сітками, козирками), встановленими на відстані не більше 6 м по вертикалі від нижчерозташованого робочого місця.

6.3 Вимоги безпеки при складуванні матеріалів і конструкцій

Складування матеріалів, прокладка транспортних шляхів, установка опор повітряних ліній електропередачі та зв'язку повинні здійснюватися за межами призми обвалення ґрунту незакріплених виїмок (котлованів, траншей), а їх розміщення в межах призми обвалення ґрунту біля виїмок із кріпленням допускається за умови попередньої перевірки стійкості закріпленого укосу за паспортом кріплення або розрахунком з урахуванням динамічного навантаження.

Матеріали (конструкції) слід розміщувати відповідно до вимог цих норм і правил та міжгалузевих правил з охорони праці на вирівняних майданчиках, вживаючи заходів проти самовільного зміщення, просідання, осипання та розкочування матеріалів, що складаються.

Складські майданчики повинні бути захищені від поверхневих вод. Забороняється здійснювати складування матеріалів, виробів на насипних неуцільнених ґрунтах.

Матеріали, вироби, конструкції та обладнання при складуванні на будівельному майданчику та робочих місцях повинні укладатися наступним чином [24]:

- стінові панелі — у касети або піраміди (панелі перегородок — у касети вертикально);
- ригелі та колони — у штабель висотою до 2 м на підкладках і з прокладками;

- дрібносортний метал — у стелаж висотою не більше 1,5 м;
- великогабаритне та важке обладнання та його частини — в один ярус на підкладках;
- чорні прокатні метали (листова сталь, швелери, двотаврові балки, сортова сталь) - у штабель висотою до 1,5 м на підкладках і з прокладками.

Складування інших матеріалів, конструкцій та виробів слід здійснювати відповідно до вимог стандартів та технічних умов на них.

Між штабелями (стелажми) на складах повинні бути передбачені проходи шириною не менше 1 м і проїзди, ширина яких залежить від габаритів транспортних засобів і вантажно-розвантажувальних механізмів, що обслуговують склад.

Притуляти (опирати) матеріали та вироби до огорож, дерев та елементів тимчасових і капітальних споруд не допускається [24].

6.4 Безпека транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт

При виконанні транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт залежно від виду транспортних засобів, поряд з вимогами цих правил та норм, дотримуються правила охорони праці на автомобільних перевезеннях, міжгалузеві правила охорони праці та державні стандарти.

Рух автомобілів на виробничій території, вантажно-розвантажувальних майданчиках та під'їзних шляхах до них повинен регулюватися загальноприйнятими дорожніми знаками та вказівниками.

При розміщенні автомобілів на вантажно-розвантажувальних майданчиках відстань між автомобілями, що стоять один за одним (у глибину), має бути не менше, а між автомобілями, що стоять поруч (по фронту), — не менше 1,5 м.

Під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт необхідно дотримуватися вимог законодавства щодо граничних норм перенесення вантажів та допуску працівників до виконання цих робіт.

Відповідальний за виконання вантажно-розвантажувальних робіт зобов'язаний перевірити справність вантажопідйомних механізмів, такелажу, пристосувань, підмостків та іншого вантажно-розвантажувального інвентарю, а також роз'яснити працівникам їхні обов'язки, послідовність виконання операцій, значення поданих сигналів та властивості матеріалу, поданого до навантаження (розвантаження).

Завантаження небезпечного вантажу на автомобіль та його вивантаження з автомобіля повинні здійснюватися тільки при вимкненому двигуні, за винятком випадків наливу та зливу, що здійснюються за допомогою насоса з приводом, встановленого на автомобілі та приводиться в дію двигуном автомобіля. Водій у цьому випадку повинен перебувати біля місця керування насосом.

Навантажувально-розвантажувальні роботи виконуються механізованим способом за допомогою підйомно-транспортного обладнання та засобів малої механізації. Підіймання та переміщення вантажів вручну виконуються з дотриманням норм, встановлених чинним законодавством.

Вантажно-розвантажувальні роботи виконуються відповідно до технологічних карт, проектів виконання робіт, а також правил, нормами, інструкціями та іншими нормативно-технологічними документами, що містять вимоги безпеки при виконанні робіт даного виду.

Рух транспортних засобів у місцях виконання вантажно-розвантажувальних робіт організовано за схемою, затвердженою адміністрацією підприємства, з установкою відповідних дорожніх знаків.

Місця виконання вантажно-розвантажувальних робіт розміщені на спеціально відведених території з рівним покриттям, допускається проведення вантажно-розвантажувальних робіт на спланованих майданчиках з твердим ґрунтом, здатним сприймати навантаження від вантажів та підйомно-транспортних машин.

Усі робочі місця, де проводяться вантажно-розвантажувальні роботи, утримуються в чистоті, проходи та проїзди освітлені, вільні та безпечні для руху

пішоходів і транспорту. Не допускається розміщувати вантажі в проходах і проїздах.

При обслуговуванні вантажопідйомних механізмів та вантажозахватних пристосувань дотримуються такі вимоги:

- всі механізми та пристосування повинні бути зареєстровані у спеціальних журналах, які зберігаються у осіб, відповідальних за їх справний стан;

- вантажопідйомні механізми та вантажозахватні пристосування забезпечені табличками та бирками із зазначенням інвентарного номера, допустимої вантажопідйомності та дати чергового огляду;

- механізми та пристосування зберігаються на стелажах, настилах;

- вантажопідйомні механізми та вантажопідйомні пристосування (такелажне обладнання) відповідають «Правилам влаштування та безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів», «Правилам безпечної роботи з інструментом та пристосуваннями».

До стропальних робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд та відповідне навчання, інструктаж, перевірку знань вимог безпеки.

Кожен працівник, якщо він сам не може вжити заходів щодо усунення порушень Правил та інструкцій з техніки безпеки, зобов'язаний негайно повідомити адміністрацію про всі помічені ним порушення правил та інструкцій, а також про небезпечні для людей несправності машин, механізмів, пристосувань та інструментів, що застосовуються під час роботи.

Відповідальний за виконання вантажно-розвантажувальних робіт зобов'язаний перевірити справність вантажопідйомних механізмів, такелажу, пристосувань, підмостків та іншого вантажно-розвантажувального інвентарю, а також роз'яснити працівникам їхні обов'язки, послідовність виконання операцій, значення поданих сигналів та властивості матеріалу, поданого до навантаження (розвантаження).

Механізований спосіб вантажно-розвантажувальних робіт є обов'язковим для вантажів вагою понад 50 кг, а також при підйомі вантажів на висоту понад 2 м.

Способи стропування вантажів виключають можливість падіння або ковзання застропованого вантажу. Установка (укладання) вантажів на транспортні засоби виконується таким чином, щоб забезпечувати стійке положення вантажу під час транспортування та розвантаження.

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт не допускаються стропування вантажу, що знаходиться в нестійкому положенні, а також виправлення положення елементів стропувальних пристроїв на піднятому вантажі, відтягування вантажу при косому розташуванні вантажних канатів [24].

6.5 Безпека праці при виконанні земляних робіт

Під час виконання земляних робіт на території населених пунктів або на виробничих територіях котловани, ями, траншеї та канами в місцях, де відбувається рух людей і транспорту, повинні бути огорожені.

Заходи з техніки безпеки при виконанні земляних робіт, що діють на будівельному майданчику, розроблені та затверджені замовником і генеральним підрядником. Відповідальність за їх дотримання несуть керівники будівельно-монтажних організацій та діючого підприємства.

Технологічні процеси, що виконуються на території будівельного майданчика, належать до робіт підвищеної небезпеки, тому вони повинні виконуватися за нарядами-допусками.

Під час розробки котлованів і траншей виникає небезпека падіння туди працівників і сторонніх осіб. Тому відповідно до вимог [24] котловани та траншеї на території будівельного майданчика та за його межами мають огорожу.

Для проходу робітників у траншеї встановлені драбини шириною 0,6 м.

Забороняється встановлення будівельних і транспортних машин та різного обладнання в межах призми обвалення ґрунту виїмки. Стінки траншей, що

розробляються землерийними машинами, кріпляться безпосередньо за розробкою ґрунту. Під час розробки котловану екскаватор під час роботи встановлюється на спланованій площадці; щоб уникнути самовільного переміщення, його закріплено інвентарними упорами. Під час перерви в роботі екскаватор переміщується від краю котловану на відстань 2 м, а ківш опускається на ґрунт.

Під час роботи екскаватора забороняється перебувати людям у радіусі дії екскаватора, а також виконувати будь-які інші роботи з боку забою.

Одностороння зворотна засипка фундаментів і стін здійснюється лише після досягнення бетоном необхідної міцності. Ущільнення ґрунту трамбуванням поблизу підпірних стін фундаментів та інших конструкцій здійснюється на відстані та в порядку, зазначених у ПВР.

Виконання земляних робіт в охоронній зоні кабелів високої напруги, діючого газопроводу, інших комунікацій здійснюється за нарядом-допуском після отримання дозволу від організації, що експлуатує ці комунікації.

6.6 Безпека праці під час електрозварювальних робіт

Правила з охорони праці під час виконання електрозварювальних та газозварювальних робіт встановлюють державні нормативні вимоги з охорони праці під час виконання електрозварювальних та газозварювальних робіт [27].

Правила поширюються на працівників, які виконують електрозварювальні та газозварювальні роботи, використовують у закритих приміщеннях або на відкритому повітрі стаціонарні, переносні та пересувні електрозварювальні та газозварювальні установки, призначені для виконання технологічних процесів зварювання, наплавлення, різання плавленням (роздільного та поверхневого) та зварювання.

Роботодавець забезпечує утримання електрозварювального, газозварювального обладнання та інструменту в справному стані та їх експлуатацію відповідно до вимог Правил та технічної документації організації-виробника.

Перед початком виконання електрозварювальних та газозварювальних робіт слід переконатися, що поверхня зварюваних заготовок, деталей та зварювального дроту суха та очищена від мастила, окалини, іржі та інших забруднень.

Проведення електрозварювальних та газозварювальних робіт з приставних драбин та сходів допускається за умови використання зварювальником п'ятиточкової страхувальної прив'язі та страхувального фала, закріпленого до страхувального троса або анкерного болта, вище рівня голови зварника, а також за наявності страхувального працівника, який підтримує драбину, сходи знизу.

При виконанні електрозварювальних та газозварювальних робіт на відкритому повітрі над зварювальними установками та зварювальними постами споруджуються навіси з негорючих матеріалів для захисту від прямих сонячних променів та опадів. За відсутності навісів електрозварювальні та газозварювальні роботи під час опадів припиняються.

6.7 Вимоги безпеки при монтажних роботах

Каменяр повинен перебувати на робочому настилі нижче стіни, що зводиться, на від; викладати стіну, стоячи на самій стіні, забороняється. На підмостках між стіною та складеним матеріалом повинен залишатися прохід шириною не менше 50 см.

Забороняється вести кладку стін на висоту більше двох поверхів без влаштування міжповерхових перекриттів або тимчасових настилів по балках.

При кладці стін з внутрішніх риштувань необхідно із зовнішнього боку влаштовувати по всьому периметру будівлі міцні захисні козирки з нахилом до стіни не менше ніж у і шириною не менше. Перші козирки повинні бути укріплені не вище рівня підвіконь другого поверху, вище козирки повинні встановлюватися з перестановкою через поверх.

Перші козирки залишаються на місці на весь час кладки. Кладка карнизів повинна проводитися з дотриманням таких правил:

- При винесенні карниза більш ніж на 30 см за площину стіни кладка його повинна вестися з зовнішніх випускних риштувань.
- У всіх випадках кладки карнизів забороняється стояти безпосередньо на самій стіні.
- При кладці карнизів на випускних конструкціях (залізобетонні плити тощо) вони повинні бути міцно закріплені.
- Перебувати під місцем кладки карнизів забороняється

Подача бетону в опалубку за допомогою віброхобота вимагає попередньої перевірки справності всіх з'єднань його ланок. Підвищеної уваги вимагають струмопровідні шланги електровібраторів, які слід берегти від пошкоджень. Як тільки такий інструмент потрібно перемістити в інше місце, вся електроніка повинна бути знеструмлена. Робітники, які керують віброінструментом, забезпечуються спецодягом: гумовими рукавичками та чоботами.

Окремо інженер з охорони праці передбачає місця на будівельному майданчику, що вимагають зведення огорож і навісів. Особливо небезпечні ділянки на висотних об'єктах позначаються відповідними табличками.

Робочу поверхню опалубки необхідно тримати вільною від матеріалів, які не беруть участі в будівництві згідно з проектом. Тут же не можна збиратися одночасно великій кількості людей для проведення зборів або нарад. Місця для куріння облаштовуються окремо і обов'язково забезпечуються засобами пожежогасіння

Монтажні роботи, проектне встановлення та кріплення залізобетонних виробів і конструкцій заводського виготовлення слід виконувати відповідно до організаційно-технологічних рішень з техніки безпеки, передбачених у проекті виконання робіт.

Монтажник зобов'язаний виконувати тільки ту роботу, щодо якої його проінструктували та допустили майстер або виконроб.

Під час переміщення вантажу монтажник зобов'язаний до підйому вантажу звернути особливу увагу на те, щоб ніщо не перешкоджало його підйому, подати сигнал, підняти вантаж на 20 – 30 см і переконатися, що канати стропа натягнуті

рівномірно, а вантаж застропований надійно. Після цього підняти вантаж на висоту, що забезпечує переміщення вантажу не менше, ніж на 0,5 м над предметами, що знаходяться на його шляху, і не менше 1,0 м - по горизонталі, подати сигнал на переміщення вантажу. Елемент, що подається, за командою монтажника повинен бути опущений над місцем установки не більше, ніж на 30 см, після чого монтажник повинен підійти, навести і встановити його на місце.

Монтаж сходових маршів і майданчиків будинків (споруд) повинен здійснюватися одночасно з монтажем конструкцій будівлі. На змонтованих сходових маршах слід негайно встановлювати огорожу. Під час зведення будівлі заборонено виконувати роботи, пов'язані з перебуванням людей в одній захватці (ділянці) на поверхах (ярусах), над якими здійснюються переміщення, встановлення та тимчасове закріплення елементів збірних конструкцій та обладнання [25].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі за темою «Проект дев'ятиповерхового житлового будинку (комплексна тема)» комплексно розв'язано завдання проєктування багатоквартирної житлової будівлі, призначеної для постійного проживання населення. Проєктне рішення охоплює архітектурно-планувальну, конструктивну, інженерну, теплотехнічну, фундаментну, технологічну та безпекову складові. Такий підхід дав змогу розглянути будинок не лише як сукупність окремих конструкцій, а як цілісний об'єкт житлової забудови, у межах якого повинні бути взаємоузгодженими умови проживання, доступність квартир, робота інженерних систем, надійність несучих елементів, технологічність зведення та вимоги безпеки. Прийняті рішення відповідають функціональному призначенню будівлі й створюють передумови для її тривалої та безпечної експлуатації.

Поставленої мети досягнуто шляхом послідовного виконання завдань, визначених у вступі. Визначено функціональне призначення житлового будинку та склад його квартир, допоміжних, комунікаційних і технічних приміщень; сформовано об'ємно-планувальну структуру; прийнято конструктивні та фундаментні рішення; виконано теплотехнічні та розрахунково-конструктивні перевірки; опрацьовано технологію основних будівельно-монтажних процесів і вимоги з охорони праці. Завдяки цьому робота відображає взаємозв'язок між архітектурним задумом, ґрунтовими умовами, роботою конструкцій, організацією будівництва та безпекою. Застосована послідовність проєктування дозволила обґрунтувати доцільність прийнятих рішень не ізольовано, а в межах єдиної системи, орієнтованої на надійність, довговічність та експлуатаційну придатність об'єкта.

Об'єктом проєктування прийнято трисекційний дев'ятиповерховий житловий будинок із чотирма під'їздами. Будівля містить 135 квартир, серед яких передбачено 20 однокімнатних, 44 двокімнатних, 63 трикімнатних і 8 чотирикімнатних. Площа квартир становить від 49,16 м² до 110,43 м², що дозволяє

задовольнити потреби сімей різної чисельності та сформувати різноманітну структуру житлового фонду. Поєднання квартир різного складу сприяє функціональній гнучкості будинку, оскільки забезпечує можливість проживання як однієї особи або невеликої сім'ї, так і родин із кількома членами. Прийнята квартирографія узгоджується із загальним призначенням багатоквартирної житлової будівлі та дає змогу раціонально використати площі поверхів.

Планувальну організацію квартир сформовано з урахуванням розмежування житлових і підсобних зон. У складі квартир передбачено житлові кімнати, кухні, передпокої, ванні кімнати та санітарні вузли. Таке вирішення забезпечує можливість повсякденного проживання, ведення побуту, відпочинку та зберігання речей. Планування орієнтоване на зручні внутрішні зв'язки, достатнє природне освітлення житлових кімнат, належні санітарно-гігієнічні умови й можливість раціонального розміщення меблів та обладнання. Підсобні приміщення розміщено з урахуванням функціонального зв'язку з інженерними мережами, що сприяє більш упорядкованій експлуатації квартир. У цілому прийнята просторово-планувальна структура забезпечує поєднання побутового комфорту, практичності та економічності використання площ.

Важливою складовою функціонального рішення є організація вертикальних комунікацій. У кожному під'їзді передбачено сходово-ліфтовий вузол із внутрішньою двомаршовою сходовою кліткою та пасажирським ліфтом. Сходи прийнято зі збірних залізобетонних елементів, що спираються на сходові майданчики, а їх нахил забезпечує зручність щоденного користування. Сходові клітки мають природне й штучне освітлення, що позитивно впливає на безпеку руху та комфорт мешканців. Двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу з будівлі, а доступ на покрівлю передбачено металевими сходами через вогнестійкі двері. Запроектовані вертикальні комунікації виконують одночасно експлуатаційну та евакуаційну функції, тому їх вирішення є одним із ключових елементів безпеки житлового будинку.

Для забезпечення санітарно-побутових умов у квартирах передбачено кухні, ванні кімнати та санітарні вузли з природною витяжною вентиляцією. Кухні

обладнуються газовими плитами й мийками, а у приміщеннях із підвищеною вологістю прийнято вологостійкі та придатні до регулярного очищення матеріали. Підлоги у ванних кімнатах і санітарних вузлах виконуються із керамічної плитки по цементно-піщаній стяжці; у житлових приміщеннях застосовано лінолеум на теплоізоляційній основі. Така диференціація покриттів враховує реальні умови експлуатації кожної групи приміщень, забезпечує гігієнічність, зносостійкість і зручність догляду. Внутрішнє оздоблення стін, кухонних зон та санітарних приміщень також підібрано з урахуванням можливого зволоження, забруднення та потреби у періодичному відновленні поверхонь.

Окремо опрацьовано систему видалення побутових відходів. Кожен під'їзд обладнано сміттепроводом, який завершується сміттекамерою з окремим входом із зовнішнього боку будинку. У сміттекамері передбачено бункер-накопичувач, можливість промивання обладнання та приміщення, трап зі скидом води до господарсько-фекальної каналізації, вентиляцію та опалення. Таке рішення спрямоване на підтримання належного санітарного стану спільних приміщень і організоване накопичення відходів до їх вивезення. Відокремлений вхід до сміттекамери дозволяє не перетинати маршрут обслуговування з основними потоками мешканців. Сміттепровід у цій роботі розглянуто як складову інженерного й санітарного забезпечення будинку, а не лише як допоміжний елемент планування.

Особливістю об'єкта є наявність перепадів вертикальних відміток у межах окремих секцій, пов'язаних з інженерно-геологічними особливостями ділянки. Це зумовило необхідність комплексно ув'язати планувальні відмітки, конструкцію фундаментів, поверхневе водовідведення та прокладання інженерних мереж. У межах генерального плану враховано рельєф території, положення підземних вод, благоустрій і озеленення. Організоване відведення поверхневих вод передбачено до лотків автодоріг з подальшим спрямуванням у понижені місця рельєфу. Такий підхід є важливим для зменшення ризику перезволоження ґрунтів у зоні фундаментів. На вільних від забудови площах передбачено газони, квітники,

чагарники та рядові посадки листяних дерев, що покращують мікроклімат і формують упорядковане середовище прибудинкової території.

Основним фундаментним рішенням прийнято пальову систему з монолітними залізобетонними стрічковими ростверками, на які спираються збірні бетонні фундаментні блоки. Застосування пальової основи обґрунтовано необхідністю передавання навантажень від дев'ятиповерхового будинку на ґрунти з достатніми характеристиками міцності та деформативності, а також потребою обмежити вплив можливого морозного пучення й надмірного водонасичення верхніх шарів. Монолітний ростверк об'єднує палі у спільну систему, сприяє рівномірнішому розподілу навантажень і створює надійну основу для фундаментних блоків та надземних стін. Прийнята система є конструктивно доцільною для багатоповерхової цегляної будівлі, оскільки поєднує просторову роботу пальової основи з технологічністю виконання конструкцій нульового циклу.

Зовнішні стіни запроєктовано багат шаровими, із силікатної цегли та мінераловатного утеплювача. Така конструкція поєднує несучу здатність кладки, теплозахисні властивості утеплювального шару, звукоізоляцію та довговічність фасадної оболонки. Зовнішній шар кладки виконується з розшивкою швів без додаткового штукатурення, що формує завершений вигляд фасадів і зменшує обсяг мокрих оздоблювальних процесів. Внутрішні перегородки прийнято з силікатної цегли, а в санітарних приміщеннях — з керамічної цегли, стійкішою до вологісного режиму. Таке розмежування матеріалів за умовами експлуатації підвищує довговічність конструкцій, забезпечує належне розмежування приміщень і створює передумови для збереження їх експлуатаційних властивостей упродовж тривалого часу.

Міжповерхові та горищні перекриття прийнято зі збірних багатопорожнистих залізобетонних плит із попередньо напруженою арматурою. Використання заводських елементів дає змогу скоротити тривалість монтажного циклу, зменшити частку трудомістких опалубних робіт на висоті та забезпечити стабільність геометричних і міцнісних параметрів конструкцій. Порожнини в

плитах зменшують їх власну масу порівняно із суцільними елементами, що позитивно впливає на навантаження на стіни й фундаменти. Водночас плити виконують функцію жорстких горизонтальних дисків, які об'єднують несучі стіни в просторову систему. Прийнята схема перекриттів відповідає характеру житлового будівництва та дозволяє поєднати індустріальність зведення з вимогами до несучої здатності, жорсткості й експлуатаційної придатності.

Рішення щодо вікон, дверей та внутрішнього оздоблення сформовано відповідно до призначення приміщень. Усі житлові кімнати мають природне освітлення, що створює належні умови для постійного перебування людей. У квартирах передбачено штукатурення цегляних стін із подальшим оздобленням шпалерами, тоді як кухні обладнуються миючими шпалерами та локальним облицюванням зон біля санітарно-технічних приладів. У санітарних приміщеннях застосовано вологостійкі матеріали. Дверні блоки передбачено з надійним закріпленням у кладці та оснащенням необхідною фурнітурою. Ці елементи безпосередньо впливають на комфорт проживання, зручність очищення поверхонь, довговічність оздоблення та безпечне користування будинком у повсякденних умовах.

Інженерне забезпечення житлового будинку розроблено як взаємопов'язану систему. Опалення і гаряче водопостачання передбачено від магістральних теплових мереж із нижнім розведенням трубопроводів у підвальній частині. Для кожної секції влаштовується окремий тепловий вузол, що дозволяє регулювати подачу теплоносія та вести його облік. Холодне водопостачання здійснюється від внутрішньоквартального колектора через два вводи, а випуски від секцій підключаються до мереж господарсько-фекальної та дощової каналізації. Енергопостачання передбачено від дворової трансформаторної підстанції двома кабелями — основним і резервним. Розміщення електрощитових на перших поверхах полегшує технічне обслуговування, а поєднання інженерних систем забезпечує нормальні санітарні й побутові умови експлуатації будинку.

Теплотехнічні рішення обґрунтовано розрахунками зовнішньої стіни, горищного перекриття та підлогової конструкції. Для зовнішньої стіни прийнято

багатошарову систему із силікатної цегли та мінераловатного утеплювача. Розрахунок підтвердив, що приведений опір теплопередачі прийнятої конструкції перевищує необхідне значення, тобто стіна забезпечує належний рівень теплозахисту в умовах району будівництва. Для горищного перекриття визначено утеплювальний шар керамзитового гравію завтовшки 0,20 м. Розглянуто також теплопоглинання поверхні підлоги; конструкцію скориговано шляхом застосування керамзитобетону в підлоговому шарі. Отже, енергоефективність забезпечується не лише фасадними огороженнями, а й рішеннями покриття та підлог, що впливають на відчуття теплового комфорту в квартирах.

Генеральний план розроблено з урахуванням відміток рельєфу 215,00–220,00, положення підземних вод і необхідності інженерного освоєння ділянки. За даними вишукувань підземні води зафіксовано на глибині 9,5–9,8 м, а територію віднесено до I типу за ґрунтовими умовами щодо осіданості та до II категорії складності інженерно-геологічних умов. У межах ділянки передбачено благоустрій, озеленення й прокладання підземних мереж водопостачання, каналізації, електрокабелів і теплових мереж у каналі. Таке рішення забезпечує зручність доступу до комунікацій у процесі експлуатації. Прийняте вирішення генерального плану пов'язує будівлю з рельєфом місцевості, забезпечує водовідведення та формує належні санітарно-гігієнічні умови на прибудинковій території.

У розрахунково-конструктивному розділі виконано збір постійних і тимчасових навантажень на основні елементи будинку. Ураховано власну вагу покриття, перекриттів, підлогових шарів, перегородок, а також снігові, вітрові та корисні навантаження. Перехід від нормативних значень до розрахункових здійснено із застосуванням коефіцієнтів надійності за навантаженням. Такий підхід дає можливість оцінити роботу конструкцій у найбільш несприятливих розрахункових ситуаціях і сформулювати обґрунтовані вихідні дані для перевірки розвертків та плит перекриття. Коректне визначення навантажень є базовою умовою достовірності подальших розрахунків, оскільки саме від нього залежить

точність підбору армування, оцінки міцності елементів і прийняття конструктивних рішень.

Для зовнішніх стін виконано розрахунок монолітних залізобетонних стрічкових ростверків пальових фундаментів. Ураховано експлуатаційні навантаження та особливості їх передавання через фундаментні блоки на ростверк і палі. Прийнято ростверк завширшки 1,5 м та заввишки 0,6 м, що забезпечує необхідну жорсткість у складі пальового фундаменту. Визначено згинальні моменти в прольоті та на опорі, поперечну силу на межі палі й необхідну площу поздовжньої арматури. Підібране армування забезпечує здатність елемента сприймати зусилля, що виникають від навантаження надземної частини будинку. Розрахунок підтвердив доцільність конструктивного вирішення ростверку та його здатність працювати в системі фундаментів під зовнішніми стінами.

Окремо перевірено роботу ростверку за похилими перерізами та на продавлювання. Для поперечного армування прийнято стрижні, параметри яких визначено з урахуванням конструктивних вимог і можливості зварювання з поздовжньою арматурою. Перевірка на продавлювання дала можливість оцінити здатність залізобетонного елемента чинити опір локальній дії зосереджених зусиль у зоні взаємодії ростверку з пальовою основою. Отже, розрахункова частина включає не лише підбір поздовжнього армування за згинальними моментами, а й перевірки найбільш відповідальних локальних напружень. Це підвищує обґрунтованість фундаментного рішення та зменшує ризик виникнення небажаних деформацій або пошкоджень під час зведення й експлуатації будинку.

Значну увагу приділено розрахунку багатопорожнистої попередньо напруженої плити перекриття з розрахунковим прольотом 5,98 м. Під час розрахунку враховано постійні навантаження від власної ваги плити та підлогових шарів, тривалі навантаження від перегородок і корисні навантаження. Плину перевірено за граничними станами першої групи щодо міцності нормальних і похилих перерізів. Розрахунок виконано з урахуванням геометрії багатопорожнистого перерізу, характеристик важкого бетону класу B25, попередньо напруженої арматури класу A-V та роботи полиць і ребер елемента.

За результатами розрахунку прийнято необхідне поздовжнє армування, а на опорних ділянках передбачено конструктивну поперечну арматуру.

Перевірка плити за граничними станами другої групи охопила оцінку втрат попереднього напруження, тріщиностійкості та деформативності. Визначено втрати напружень від релаксації арматури, усадки та повзучості бетону, а також зусилля попереднього стискання з урахуванням повних втрат. Встановлено, що момент від нормативних навантажень не перевищує моменту утворення тріщин, тому в розтягнутій зоні плити тріщини не утворюються. Також підтверджено відсутність початкових тріщин у верхній зоні в стадії стискання. Розрахований прогин не перевищує допустимого значення, що свідчить про достатню жорсткість плити та її придатність до роботи у складі міжповерхового перекриття дев'ятиповерхового житлового будинку.

У розділі основ і фундаментів проаналізовано інженерно-геологічні умови будівельного майданчика та визначено заходи, необхідні для стабільної роботи основи. Особливу увагу приділено можливому морозному пученню ґрунтів, оскільки сезонне промерзання та зволоження можуть спричиняти нерівномірні переміщення фундаментів. Передбачено конструктивні та експлуатаційні заходи, спрямовані на зменшення такого впливу: захист ґрунту від зволоження, організоване водовідведення, улаштування вимощення, контроль стану інженерних мереж і недопущення замочування основи. Пальова фундаментна система в поєднанні з монолітними ростверками дає змогу передавати навантаження на глибші шари основи та обмежувати вплив нестійких верхніх ґрунтів.

Технічні вказівки щодо влаштування пальових фундаментів передбачають виконання робіт у технологічній послідовності та за умови постійного геодезичного контролю. До початку забивання паль необхідно підготувати майданчик, виконати розбивку осей, перевірити проєктне положення палевого поля та забезпечити вільний рух механізмів. Під час занурення паль важливим є контроль вертикальності, відміток оголовків, відмови палі та відповідності фактичного положення проєктним координатам. Після завершення палевих робіт

виконують зрізування оголовків до проєктної відмітки, підготовку до армування ростверків і подальше бетонування. Дотримання цих вимог забезпечує сумісну роботу паль і ростверків, а отже, є необхідною умовою надійності фундаментної частини.

Технологічний розділ містить розроблену послідовність зведення будинку від нульового циклу до влаштування покрівлі. Земляні роботи включають розроблення котлованів і траншей, планування дна виїмок, відведення поверхневих вод, улаштування підготовки та зворотне засипання після досягнення бетоном необхідної міцності. Під час виконання цих процесів принциповими є недопущення розмокання та промерзання основи, захист укосів і стінок виїмок, своєчасне видалення води й контроль відміток. Така організація створює умови для якісного влаштування пальових фундаментів і мінімізує негативний вплив природних чинників на ґрунти основи. Технологічна послідовність забезпечує логічний перехід від підготовки майданчика до формування конструкцій нульового циклу.

Забивання паль розглянуто як один із ключових процесів нульового циклу. Для його виконання передбачено підготовку робочої зони, подачу паль до місця занурення, стропування, установлення в напрямних та послідовне занурення до проєктної відмітки або досягнення контрольної відмови. Важливими умовами є використання справного палейного обладнання, перевірка стану вантажозахоплювальних пристроїв, постійний контроль положення палі та ведення виконавчої документації. Після забивання здійснюється перевірка відхилень, зрізування оголовків і підготовка паль до об'єднання ростверком. Прийнята технологія відповідає конструкції фундаментної системи та дозволяє забезпечити послідовне формування надійної основи для надземних конструкцій будинку.

Улаштування монолітних залізобетонних ростверків передбачає комплекс підготовчих, арматурних, опалубних і бетонних робіт. До бетонування виконують очищення опалубки від сміття, перевірку арматурних каркасів, положення закладних деталей та відповідність геометричних розмірів проєкту. Армування

здійснюють із дотриманням захисного шару бетону, а в'язання або зварювання арматурних елементів повинно забезпечувати незмінність каркаса під час укладання бетонної суміші. Бетон подається та розподіляється способами, що не спричиняють розшарування; за потреби застосовують віброжолоби й лотки. Такий порядок робіт сприяє отриманню монолітного елемента з необхідними показниками міцності та довговічності, здатного об'єднати палі в просторово узгоджену систему.

Якість бетону ростверків залежить не лише від складу суміші, а й від правильності її укладання та ущільнення. У роботі передбачено застосування глибинних вібраторів, які забезпечують видалення повітря з суміші, заповнення опалубки та щільне облягання арматури. Контроль виконання бетонних робіт здійснюється майстром або виконробом із фіксуванням результатів у журналі бетонних робіт. Для умов від'ємних температур визначено спеціальні вимоги: застосування підігрітої води та заповнювачів, запобігання охолодженню суміші під час транспортування, очищення основ і стиків від снігу та криги, а також контроль набору міцності бетону. Урахування зимових умов є важливим для забезпечення проєктних властивостей монолітних конструкцій незалежно від сезону виконання робіт.

Після завершення фундаментних робіт технологічна схема передбачає монтаж збірних фундаментних блоків для стін підвалу. До початку монтажу необхідно завершити геодезичну розбивку осей, підготувати під'їзні шляхи, організувати складування елементів у межах досяжності крана та перевірити готовність монтажного оснащення. Установлення блоків починають із маякових елементів у кутах і на перетині осей, після чого монтують рядові блоки з обов'язковим контролем їх положення в плані й по висоті. Вертикальні та горизонтальні шви заповнюють розчином і розшивають з обох боків. Така послідовність забезпечує геометричну точність підземної частини будинку та формує надійну основу для подальшого зведення зовнішніх і внутрішніх стін.

Кам'яні роботи передбачено виконувати після завершення фундаментів, улаштування підвалу, зворотного засипання та підготовки підлоги. Зовнішня

багат шарова кладка виконується з обов'язковим заповненням горизонтальних і вертикальних швів, а лицьова поверхня — з розшивкою. Для забезпечення спільної роботи шарів зовнішній шар кладки закріплюється сітками через встановлену кількість рядів. У зоні примикання до плит перекриття передбачаються армовані горизонтальні шви, а стики між плитами й кладкою ретельно заповнюються розчином. Контроль товщини швів, перев'язки, вертикальності стін та відміток кожного поверху є необхідною умовою точності геометрії будівлі й належної роботи її несучих та огорожувальних конструкцій.

Монтаж багатопорожнистих плит перекриття виконується на шарі свіжоукладеного цементно-піщаного розчину, що забезпечує рівномірне спирання елементів і компенсує незначні нерівності опорних поверхонь. Після встановлення плит стики очищають від сміття та замонолічують розчином, а металеві анкери захищають від корозії. Отвори для інженерних комунікацій допускається виконувати лише в межах порожнин плит без руйнування несучих ребер, що зберігає їх розрахункову роботу. У торцевих ділянках плит, які спираються на зовнішні стіни, передбачено замонолічування порожнин бетоном. Зазначені вимоги забезпечують надійність опорних вузлів, підвищують просторову жорсткість перекриттів і створюють умови для безпечного подальшого зведення поверхів.

Будівельно-монтажні процеси передбачено організовувати потоковим методом по захватках і ярусах. Будинок поділено на три захватки, що відповідають межах окремих секцій, завдяки чому забезпечується ритмічність робіт і можливість поєднання процесів у часі без порушення технологічної послідовності. Для циклу вище нульової позначки прийнято баштовий кран КБ-403. Обраний кран має вантажопідйомність і висоту підйому, достатні для подавання найважчих збірних елементів, зокрема плит перекриття, до місця встановлення. Розрахунком визначено потребу у двох кранах для інтенсифікації робіт на всіх захватках. Така організація монтажу сприяє скороченню тривалості будівництва, підвищує керованість процесів та забезпечує раціональне використання вантажопідіймальної техніки.

Покрівельні роботи розглянуто як завершальний етап формування захисної оболонки будинку. Основою під покрівельний килим слугує цементно-піщана стяжка з температурно-усадочними швами, які розділяють поверхню на окремі ділянки та зменшують ризик утворення тріщин. Покрівельний килим передбачено з двох шарів наплавлюваних рулонних матеріалів, а в місцях примикань, перепадів висот і ендов — із додатковим підсиленням. До якості основи висуваються вимоги щодо сухості, чистоти, відсутності пилу та належної підготовки поверхні. Герметизація примикань і захист деформаційних швів забезпечують водонепроникність покриття, що має особливе значення для збереження теплозахисних властивостей горищного перекриття та довговічності будівлі в цілому.

Операційний контроль якості передбачено на всіх відповідальних етапах: під час земляних робіт, забивання паль, армування і бетонування ростверків, монтажу блоків, кладки стін, установлення плит перекриття та улаштування покрівлі. Контроль охоплює перевірку матеріалів, геометричних параметрів, відміток, положення конструкцій, якості швів, дотримання режимів бетонування та відповідності виконаних робіт проєктним рішенням. Зокрема, для плит перекриття встановлено допустимі відхилення їхнього положення в плані та різницю відміток суміжних поверхонь. Системний контроль якості дає змогу виявляти відхилення на ранніх етапах, запобігати накопиченню помилок і забезпечувати відповідність готового об'єкта передбаченим експлуатаційним характеристикам.

Розділ безпеки життєдіяльності та охорони праці присвячено попередженню ризиків, характерних для будівництва багатоповерхового житлового будинку. Передбачено вимоги до облаштування і утримання будівельного майданчика, освітлення проходів і проїздів, огороження небезпечних зон, зберігання матеріалів, організації транспортних маршрутів та допуску працівників до робіт. Працівники повинні пройти відповідне навчання, інструктаж і медичний огляд, а відповідальні особи зобов'язані контролювати справність машин, механізмів, такелажу, електрообладнання та засобів індивідуального захисту. Такі

організаційні вимоги необхідні для зниження імовірності травматизму та забезпечення безпечної взаємодії працівників із будівельною технікою, вантажами й конструкціями на всіх етапах зведення будинку.

Для складських, транспортних і вантажно-розвантажувальних процесів визначено вимоги щодо стійкого розміщення вантажів, утримання вільних проходів, достатнього освітлення робочих місць і механізації операцій із важкими елементами. Вантажопідіймальні механізми та вантажозахоплювальні пристрої повинні проходити огляди, мати маркування вантажопідйомності та використовуватися лише навченими працівниками. Під час переміщення збірних конструкцій забороняється перебування людей під вантажем, а розстропування допускається лише після надійного закріплення елемента в проєктному положенні. Для монтажних робіт на висоті передбачено використання відтяжок, огорожень, інвентарних майданчиків та інших пристосувань. Зазначені заходи є особливо важливими під час монтажу плит, сходових маршів, фундаментних блоків та інших великорозмірних залізобетонних елементів.

Окремо визначено безпечні умови виконання земляних, електрозварювальних, кам'яних і покрівельних робіт. Котловани та траншеї, розташовані в зоні руху людей або транспорту, підлягають огороженню; будівельним машинам не дозволяється працювати в межах призми обвалення ґрунту. Земляні роботи поблизу підземних комунікацій виконуються за нарядом-допуском. Під час електрозварювання необхідні справне обладнання, очищення поверхонь, захист від атмосферних опадів і застосування відповідних засобів індивідуального захисту. Кам'яні роботи на висоті передбачають використання риштувань, захисних козирків і безпечних проходів, а покрівельні процеси мають виконуватися спеціалізованими бригадами за відсутності несприятливих погодних умов. Це формує цілісну систему заходів, спрямованих на безпечне виконання робіт усіх основних циклів.

Практичне значення бакалаврської кваліфікаційної роботи полягає у створенні комплексного проєктного рішення дев'ятиповерхового житлового будинку, придатного для подальшого деталізування на наступних стадіях

проектування. Запропоновані рішення забезпечують формування житлового фонду різного квартирного складу, надійну роботу пальових фундаментів і ростверків, використання індустріальних збірних перекриттів, належний рівень теплозахисту, організацію основних інженерних систем та технологічну послідовність зведення. Окреме значення мають передбачені заходи з водовідведення, захисту ґрунтової основи від зволоження, пожежної безпеки, організації евакуації та охорони праці. Сукупність цих рішень може бути використана як технічна основа для подальшого розроблення робочої документації та організації будівництва.

У межах бакалаврської кваліфікаційної роботи досягнуто поставленої мети та виконано поставлені завдання з проектування дев'ятиповерхового житлового будинку. Обґрунтовано склад і планування квартир, сформовано об'ємно-планувальну структуру трисекційного будинку з чотирма під'їздами, прийнято пальову фундаментну систему та багатошарові цегляні стіни з утепленням, розраховано монолітні ростверки і багатопорожнисту плиту перекриття, опрацьовано заходи із захисту ґрунтів, розроблено технологію основних будівельних процесів та вимоги з охорони праці. Прийняті архітектурні, конструктивні, теплотехнічні, технологічні та безпекові рішення взаємно доповнюють одне одного, відповідають темі роботи й забезпечують функціональність, надійність, довговічність та експлуатаційну придатність запроєктованого житлового будинку.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006 (зі змінами №1, чинними з 01.06.2020). – 68 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 (чинний з 01.11.2011)
4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
6. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталезалізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 83 с.
7. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 96 с
8. Бодрова, Л. Г., Поліщук, О. В., & Данилевич, Ю. Ю. (2024). Конструктивні рішення великопорлітних консолей. *Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*, 25-26.
9. Бодрова Л.Г., Ковальчук Я.О., Крамар Г.М. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів /Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». /Категорія В/ Випуск №66, Луцьк, 2019. С.165-171.
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Гудь, М. І., Крамар, Г. М., & Гудь, І. (2018). Фактори впливу на міцність та ефективність бетону. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій “до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам’яті Івана Пулюя (100 річчя з дня*

смерті), 44-45.

12. Kovalchuk, Y., Kramar, H., Bodrova, L., Shynhera, N., & Shynhera, M. (2026). Deformation of a welded truss under loading of the upper chord. *Procedia Structural Integrity*, 81, 170-176.

13. Shved, Y., Kovalchuk, Y., Bodrova, L., Kramar, H., & Shynhera, N. (2024). Modeling the influence of complex factors on the plastic damage of a welded truss. *Procedia Structural Integrity*, 59, 664-671.

14. Закон України "Про пожежну безпеку". – Київ: Верховна Рада України, 1993.

15. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

16. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 96 с.

18. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіон, 2021.

19. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будинки і споруди. Будівлі підприємств. Параметри.

20. ДСТУ Б В.2.7-233:2010 Будівельні матеріали. Склопакети клеєні. Технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 38 с.

21. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021 (чинний з 01.09.2022). – 23 с.

22. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні характеристики вікон, дверей та віконниць. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальна методика. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 37 с.

23. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель з урахуванням якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT). – К.: Мінрегіон України, 2011. – 72 с.

24. ДБН В.2.6-31:2016. Покриття підлог. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016.
25. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд / Мінрегіонбуд України. — Київ: ДП «ДНДІБК», 2018. — Чинний з 01.01.2019.
26. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови.
27. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні забивні. Конструкція і розміри. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.
28. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. — 64 с.
29. V. Bobyk, H.Kramar Features of increasing the energy efficiency of buildings and transparent fencing structures / Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 115. — No 3. — P. 44–53.
30. Крамар, Г. М., Василик, Р. Я., & Клименко, К. В. (2024). Просторові великопролітні покриття. *Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 23-23.
31. Shved, Y., Kovalchuk, Y., Bodrova, L., Kramar, H., & Shynhera, N. (2022). Material consumption optimization of a welded rafter truss made of angle profiles. *Procedia Structural Integrity*, 36, 10-16.48.
32. Очерклевич, А. І., Сенік, В. М., & Бодрова, Л. Г. (2023). Конструктивні рішення каркасів промислових будівель. *Матеріали XI науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології“*, 235-235.
33. ДСТУ Б В.2.8-10-98:1999. Стропи вантажні. Класифікація, параметри та розміри. Технічні вимоги. — Київ: Держбуд України, 1999.
34. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. — Київ: Мінрегіон України, 2009. — 38 с.
35. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. — 50 с.