

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

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

Кафедра геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва

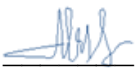
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**ДЕСЯТИПОВЕРХОВИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК З
ВБУДОВАНИМИ НЕЖИТЛОВИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ В
М. ХАРКІВ**

Розробив: студент 4 курсу, групи БтаЦІ 2022-2
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
освітня програма «Промислове та цивільне
будівництво»

Зубарев Семен Геннадійович



Керівник  к.т.н., доцент Александрович В.А.

Рецензент  ст. викл. Гаврилюк О.В.

Харків

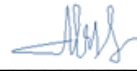
2026

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри геотехніки, підземних
споруд та гідротехнічного будівництва



Вадим АЛЕКСАНДРОВИЧ

«01 » червня 2026 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

Зубарева Семена Геннадійовича

Спеціальність: *192 – Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Десятиповерховий житловий будинок з
вбудованими нежитловими приміщеннями в м. Харків*

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

Термін подання завершеної роботи на кафедру 17.06.2026 року

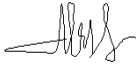
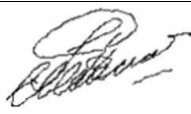
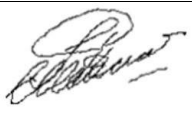
Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: *інженерно-геологічні умови, основні
вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-
планувальне рішення об'єкту.*

Зміст розрахунково-пояснювальної записки: *архітектурно-будівельна частина,
розрахунково-конструктивна частина, технологічні рішення та організація
будівництва, розділ охорони праці.*

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

- архітектурно-будівельна частина: *фасади, повздовжні та поперечні
розрізи, план на відмітці 0.000;*
- розрахунково-конструктивна частина: *робочі креслення основних
конструктивних елементів будівлі (фундаменти, колони, ригелі, елементи
покриття та перекриття);*
- розділ технології будівельного виробництва: *технологічна карта.*

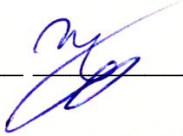
КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		Завальний О.В.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	Александрович В.А.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	Шемет Р.М.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		Братішко С.М.		
4. Охорона праці		Нікітченко О.Ю.		
Нормоконтроль		Гаврилюк О.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	01.06.2026-04.06.2026	виконано
2. Розрахунково-конструктивна частина	05.06.2026-10.06.2026	виконано
3. Технологічні рішення та організація будівництва	11.06.2026-14.06.2026	виконано
4. Охорона праці	15.06.2026-17.06.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи  к.т.н., доцент Александрович В.А

Завдання прийняв до виконання  Зубарев С.Г.

Дата видачі завдання «01» червня 2026 р.

ЗМІСТ

1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	6
1.1 Вихідні данні будівельного майданчика житлового будинку	6
1.2 Об'ємно-планувальне рішення житлового будинку	7
1.3 Характеристика конструктивних елементів житлового будинку	8
1.3.1 Фундаменти.....	8
1.3.2 Монолітний каркас будівлі.....	9
1.3.3 Огороджувальні конструкції	10
1.3.4 Перекриття і покриття.....	10
1.3.5 Заповнення прорізів, сходи та дверні блоки.....	11
1.3.6 Підлоги	11
1.3.7 Внутрішнє та зовнішнє оздоблення.....	12
1.4 Інженерне та санітарно-технічне обладнання житлового будинку	13
1.5 Теплотехнічний розрахунок	14
2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	17
2.1 Розрахунок підземної частини житлового будинку	17
2.1.1 Визначення попередніх розмірів фундаментної плити	17
2.1.2 Визначення середнього тиску на ґрунтову основу	18
2.1.3 Вибір розрахункової моделі ґрунтової основи.....	19
2.1.4 Результати розрахунку армування фундаментної плити	23
2.2 Розрахунок надземної частини житлового будинку	26
2.2.1 Збір навантажень	26
2.2.2 Розрахунок і конструювання колони	28
2.2.3 Розрахунок і конструювання ригеля	35
3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	42
3.1 Технологічна карта на влаштування монолітної фундаментної плити .	42
3.1.2 Технологія та організація влаштування фундаментної плити.....	43
3.1.3 Контроль якості робіт під час улаштування монолітної фундаментної плити	49

3.1.3 Техніка безпеки під час улаштування монолітної фундаментної плити	52
3.2 Календарний графік виконання робіт.....	56
3.3 Відомість основних машин, механізмів, інструментів та пристроїв.....	57
3.4 Визначення обсягів робіт з улаштування фундаментної плити.....	59
3.5 Техніко-економічні показники	61
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	63
4.1 Аналіз умов праці на будівництві житлового будинку	63
4.1.1 Земляні роботи.....	63
4.1.2 Бетонні та залізобетонні роботи	64
4.1.3 Монтажні роботи	65
4.1.4 Кам'яні роботи.....	66
4.1.4 Оздоблювальні та скляні роботи	67
4.1.5 Покрівельні роботи	67
4.1.6 Загальні вимоги безпеки на будівельному майданчику	68
4.2 Організація безпечних і нешкідливих умов праці на будівельному майданчику	69
4.3 Проектування штучного освітлення будівельного майданчика	72
4.4 Електробезпека на будівельному майданчику.....	73
4.5 Пожежна безпека	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75

1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні данні будівельного майданчика житлового будинку

Для розміщення проєктованого житлового будинку передбачено вільну від забудови земельну ділянку, розташовану в місті Харків. Положення будівлі відносно червоної лінії вулиці прийнято з урахуванням існуючої містобудівної ситуації та характеру навколишньої забудови.

Будівництво житлового будинку передбачається виконувати в одну чергу. На території ділянки запроєктовано проїзди та пішохідні тротуари з твердим покриттям, що забезпечують зручний і безпечний рух транспорту та пішоходів. Пішохідні доріжки, внутрішньодворові майданчики та інші елементи благоустрою виконуються з використанням спеціальних дорожніх сумішей, придатних для експлуатації в умовах житлової забудови.

Генеральним планом, окрім розміщення основної будівлі, передбачено організацію прилеглої території з улаштуванням майданчиків для відпочинку мешканців, побутових потреб та короткочасного перебування населення на відкритому повітрі.

З метою раціонального використання природних ресурсів і збереження родючого шару ґрунту до початку будівельних робіт передбачається його зрізання з подальшим складуванням і використанням під час благоустрою дворової території та озеленення ділянки.

Вертикальне планування території виконано з урахуванням існуючого рельєфу, природних умов майданчика, прилеглих ділянок, наявних будівель і доріг із твердим покриттям. Проєктне рішення забезпечує раціональне формування поверхні території, безпечний під'їзд транспорту, зручні підходи до будівлі, а також організований відвід поверхневих і талих вод.

Вертикальне планування ділянки розроблено методом проєктних горизонталей. При його виконанні враховано будівельні, експлуатаційні та технологічні вимоги. Відведення поверхневих вод передбачається поверхневим

способом за рахунок запроєктованих поздовжніх і поперечних ухилів проїздів, майданчиків, тротуарів і газонів.

Рельєф ділянки має пересічний характер. Район будівництва належить до II будівельно-кліматичного району. Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря становить -24°C , розрахункова глибина промерзання ґрунту — 1,0 м.

Озеленення території запроєктовано з урахуванням розміщення інженерних мереж, пішохідних шляхів, проїздів і функціонального зонування ділянки. Система зелених насаджень є складовою частиною загального архітектурно-планувального рішення забудови. Для озеленення передбачається використання стандартного посадкового матеріалу, адаптованого до місцевих кліматичних умов.

По периметру ділянки, вздовж огорожі, передбачено висадження фруктових і вічнозелених дерев. Біля будівлі запроєктовано рядову посадку кущів, що виконує декоративну та захисну функції. Крім того, на вільних від забудови ділянках передбачається улаштування трав'яних газонів із суміші багаторічних трав: споришу — 70 %, лисохвосту кущового — 20 % та конюшини білої — 10 %.

1.2 Об'ємно-планувальне рішення житлового будинку

Проектowana будівля має прямокутну форму в плані з розмірами в крайніх осях $59,32 \times 15,60$ м. Будинок запроєктовано як двосекційний.

Перший поверх передбачено для розміщення приміщень побутового обслуговування населення. У межах даного проекту на першому поверсі розташовуються офісні приміщення різних фірм. Висота першого поверху становить 3,9 м, що забезпечує зручні умови для організації громадських та адміністративних приміщень.

З другого по восьмий поверхи розміщені житлові квартири. Висота житлових поверхів прийнята 2,8 м. Вертикальний зв'язок між поверхами забезпечується сходовими клітками та ліфтовими вузлами. У кожній секції

передбачено ліфтові шахти для встановлення двох пасажирських ліфтів вантажопідйомністю 400 кг.

Будівля запроектована з прохідним горищем, скатною покрівлею та підвальними приміщеннями. У підвальному поверсі передбачено розміщення підземної автомобільної стоянки.

1.3 Характеристика конструктивних елементів житлового будинку

Проектowana житлова будівля має каркасну конструктивну схему. Несуча система будинку формується монолітними залізобетонними колонами, плитами перекриття, фундаментною плитою та елементами жорсткості, які спільно забезпечують просторову незмінність споруди.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується сумісною роботою монолітного каркаса, перекриття та фундаментної конструкції. Зовнішні стіни виконують переважно огорожувальну функцію, тому їх конструктивне рішення передбачає надійне з'єднання з елементами каркаса через закладні деталі та армування кладки. Проектні рішення щодо житлових будинків мають відповідати вимогам ДБН В.2.2-15:2019, який є чинним нормативним документом для проектування житлових будівель [3].

1.3.1 Фундаменти

Для проектованої будівлі прийнято плитний фундамент, що забезпечує більш рівномірний розподіл тиску на основу та підвищує загальну просторову жорсткість споруди.

По контуру монолітної фундаментної плити передбачається улаштування бетонних блоків із дотриманням перев'язки у місцях перетину поздовжніх і поперечних стін. Для підвищення тріщиностійкості та надійності кладки у горизонтальні шви закладають арматурні сітки. Проектування основ і фундаментів необхідно виконувати відповідно до ДБН В.2.1-10:2018, який

встановлює вимоги до фундаментів будівель і споруд цивільного та промислового призначення [6].

Фундаментну плиту передбачено виконувати з важкого бетону відповідного класу міцності. Бетонна суміш доставляється на будівельний майданчик спеціалізованим транспортом, а її подавання до місця укладання здійснюється за допомогою бетононасоса. Після укладання бетон ущільнюється глибинними вібраторами, що забезпечує необхідну щільність, однорідність і якість монолітної конструкції.

Важливим елементом захисту фундаментів є гідроізоляція. Перед улаштуванням фундаментної плити виконується бетонна підготовка, поверхня якої обробляється бітумною ґрунтовкою. Надалі передбачаються рулонна горизонтальна гідроізоляція та обмазувальна вертикальна ізоляція зовнішніх поверхонь фундаменту.

Зворотну засипку паук котловану виконують місцевим ґрунтом із пошаровим ущільненням. Засипання допускається після завершення основних робіт у підвальній частині та влаштування перекриття над підвалом. По периметру будівлі передбачено асфальтобетонне вимощення з ухилом від стін, що забезпечує відведення поверхневих вод від фундаментів.

1.3.2 Монолітний каркас будівлі

Несучий каркас будівлі складається з монолітних залізобетонних колон, плит перекриття та конструктивних елементів, які утворюють просторову систему. Улаштування монолітних конструкцій передбачає застосування інвентарних опалубних систем, арматурних каркасів і бетонної суміші заводського приготування.

Арматурні сітки та каркаси можуть виготовлятися безпосередньо на будівельному майданчику з дотриманням проєктних вимог щодо класу арматури, діаметрів стрижнів, кроку армування та захисного шару бетону. Бетонування колон і перекриттів виконується з обов'язковим ущільненням суміші, контролем якості укладання та дотриманням технологічних перерв.

Розрахунок і конструювання бетонних та залізобетонних елементів слід виконувати з урахуванням вимог ДБН В.2.6-98:2009 [4].

1.3.3 Огороджувальні конструкції

Зовнішні стіни будівлі передбачено виконувати з легких стінових блоків на цементно-піщаному розчині. Оскільки несучу функцію в будівлі виконує залізобетонний каркас, зовнішні стіни працюють переважно як огороджувальні елементи, що забезпечують теплоізоляцію, звукоізоляцію та захист внутрішнього простору від зовнішніх кліматичних впливів.

Для підвищення стійкості кладки передбачається її армування металевою сіткою через визначену кількість рядів. З'єднання кладки з монолітними елементами каркаса виконується за допомогою закладних деталей або гнучких зв'язків. У місцях примикання стін до колон і перекриттів необхідно передбачити конструктивні заходи, які запобігають утворенню тріщин і забезпечують сумісну роботу елементів.

Внутрішні міжкімнатні перегородки доцільно виконувати з гіпсокартонних листів по металевому оцинкованому каркасу із заповненням порожнини мінераловатним матеріалом. Міжквартирні перегородки виконуються з більш масивних стінових матеріалів, що підвищує рівень звукоізоляції між суміжними квартирами.

У приміщеннях з підвищеною вологістю перегородки передбачаються з вологостійких матеріалів або керамічної цегли з подальшим облицюванням керамічною плиткою. Монтаж внутрішніх перегородок виконується після завершення основних робіт із прокладання інженерних мереж.

1.3.4 Перекриття і покриття

Міжповерхові перекриття та покриття запроєктовані як залізобетонні конструкції, що працюють у складі просторової системи будівлі. Вони сприймають вертикальні навантаження від власної ваги, підлог, перегородок,

меблів, обладнання та людей, а також забезпечують горизонтальну жорсткість будівлі.

Покриття будівлі виконується з улаштуванням пароізоляційного шару, утеплювача, вирівнювальної стяжки та рулонного гідроізоляційного килима. Ухили покрівлі формуються за рахунок шару легкого бетону або іншого ухилоутворювального матеріалу. Завершальним етапом є влаштування верхнього водозахисного шару, який захищає конструкцію покриття від атмосферних опадів.

Теплотехнічні рішення огорожувальних конструкцій, у тому числі покриття та зовнішніх стін, слід приймати відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 [5].

1.3.5 Заповнення прорізів, сходи та дверні блоки

Віконні прорізи заповнюються металопластиковими віконними блоками зі склопакетами. Дверні блоки приймаються залежно від функціонального призначення приміщень: міжкімнатні — дерев'яні або комбіновані, вхідні до квартир — металеві з тепло- та шумоізоляційним заповненням, вхідні до під'їзду — металопластикові або металеві зі склінням.

Перемички над віконними й дверними прорізами передбачаються збірними залізобетонними або металевими залежно від ширини прорізу, навантаження та конструктивного рішення стіни. Сходові клітки виконуються зі збірних залізобетонних маршів і площадок або з комбінованих елементів, що забезпечують безпечне вертикальне сполучення між поверхами.

Сходові марші спираються на несучі елементи сходової клітки та закладні деталі в перекриттях. Металеві елементи, які використовуються для кріплення, підлягають антикорозійному захисту. Зварні роботи виконуються з дотриманням вимог безпеки та контролю якості з'єднань.

1.3.6 Підлоги

Конструкція підлог приймається з урахуванням функціонального призначення приміщень, умов експлуатації, вимог до зносостійкості,

вологостійкості та зручності обслуговування. У підвальних приміщеннях передбачаються бетонні підлоги з цементно-піщаною стяжкою. У приміщеннях громадського або комерційного призначення можуть застосовуватися плиткові покриття, стійкі до інтенсивного руху людей.

У кухнях, санвузлах і ванних кімнатах підлоги доцільно виконувати з керамічної плитки по вирівнювальній стяжці з улаштуванням гідроізоляційного шару в зонах можливого зволоження. У житлових кімнатах передбачаються покриття з ламінату, паркету або інших матеріалів, які відповідають вимогам комфортної експлуатації житлових приміщень.

1.3.7 Внутрішнє та зовнішнє оздоблення

Зовнішнє оздоблення будівлі передбачає облицювання фасадних поверхонь декоративними та захисними матеріалами. Цокольна частина облицюється матеріалами підвищеної міцності та вологостійкості, оскільки ця зона найбільше піддається впливу атмосферної вологи, бризок і механічних пошкоджень.

Внутрішнє оздоблення приміщень виконується після завершення основних будівельно-монтажних, сантехнічних, електромонтажних робіт і встановлення віконних блоків. Поверхні стін оштукатурюють цементно-піщаним розчином, після чого виконують шпаклювання та фінішне оздоблення. У житлових кімнатах застосовують фарбування, декоративне покриття або інші оздоблювальні матеріали. У кухнях і санвузлах стіни облицюють керамічною плиткою.

Стелі в житлових приміщеннях можуть виконуватися з гіпсокартонних листів по металевому каркасу. У санвузлах і кухнях допускається застосування підвісних вологостійких систем або пластикових панелей. На сходових клітках стіни та стелі фарбуються водоемульсійними фарбами, стійкими до експлуатаційного забруднення.

Металеві елементи, трубопроводи та відкриті деталі інженерних систем підлягають очищенню, ґрунтуванню й фарбуванню захисними емалями. Колірне

рішення трубопроводів приймається відповідно до їх функціонального призначення та вимог експлуатаційної безпеки.

1.4 Інженерне та санітарно-технічне обладнання житлового будинку

Інженерне обладнання житлового будинку призначене для забезпечення належних санітарно-гігієнічних, побутових і експлуатаційних умов проживання мешканців. До складу інженерних систем будівлі входять системи опалення, вентиляції, холодного та гарячого водопостачання, побутової каналізації, електропостачання, газопостачання, слабкострумові мережі, ліфтове обладнання та система сміттєвидалення.

Проектні рішення щодо інженерного обладнання приймаються з урахуванням функціонального призначення будинку, кількості поверхів, планувальної структури квартир, вимог енергоефективності, пожежної безпеки та зручності подальшої експлуатації. Загальні вимоги до проектування житлових будинків визначаються ДБН В.2.2-15:2019 [3] .

У будинку передбачено вертикальні інженерні шахти та канали, в яких розміщуються стояки водопостачання, каналізації, вентиляції, електричні та слабкострумові мережі. Горизонтальне розведення інженерних комунікацій виконується в межах технічного поверху, підвального простору або спеціально передбачених зон, що забезпечує зручність монтажу, огляду та ремонту мереж.

Опалення будинку передбачається для підтримання нормативних параметрів мікроклімату в житлових і допоміжних приміщеннях у холодний період року. Система опалення має забезпечувати рівномірний розподіл тепла, безпечну експлуатацію та раціональне використання енергетичних ресурсів.

Вентиляція квартир передбачається природною витяжною. Видалення забрудненого повітря здійснюється через вентиляційні канали, розташовані в зонах кухонь, санітарних вузлів і ванних кімнат. Надходження свіжого повітря забезпечується через віконні конструкції, припливні пристрої або інші передбачені проектом елементи. За потреби в окремих приміщеннях може бути

передбачене встановлення побутових кондиціонерів, однак їх розміщення має узгоджуватися з архітектурним рішенням фасаду та вимогами експлуатації будинку.

Електропостачання будівлі передбачає живлення освітлювальних приладів, побутового електрообладнання, інженерних систем, ліфтів, насосного обладнання, засобів зв'язку та систем безпеки.

Газопостачання, за наявності газового обладнання в будинку, виконується відповідно до окремого проєкту з урахуванням вимог безпеки, вентиляції приміщень і доступу до запірної арматури.

У будинку передбачаються слабкострумові мережі: телефонізація, телевізійна мережа, інтернет, домофонний зв'язок, а також, за потреби, системи відеоспостереження та пожежного оповіщення. Розміщення кабельних мереж виконується в спеціальних каналах, стояках або технічних нішах із забезпеченням можливості доступу для обслуговування.

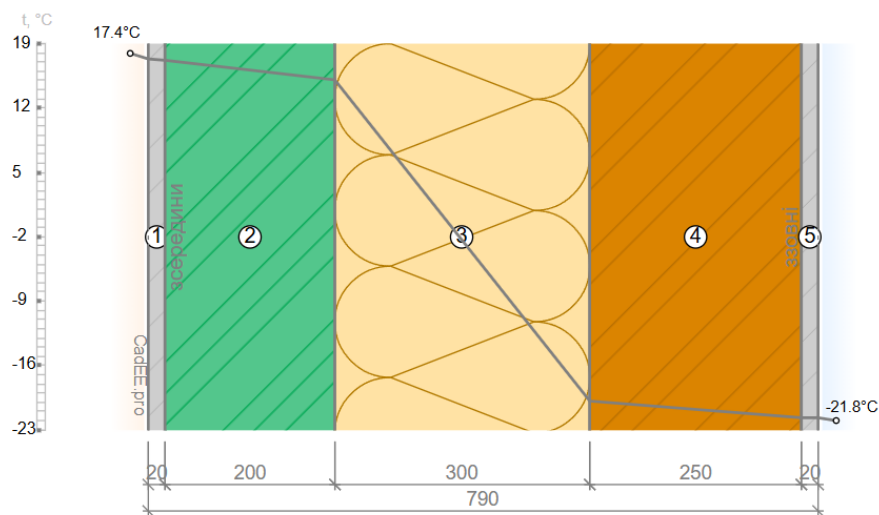
Для вертикального сполучення між поверхами передбачено ліфтове обладнання. Ліфти повинні відповідати вимогам безпечної експлуатації, мати необхідну вантажопідйомність і забезпечувати зручність користування для мешканців.

1.5 Теплотехнічний розрахунок

Для виконання теплотехнічного розрахунку зовнішньої огорожувальної конструкції приймається багатошарова стіна, яка складається з несучого шару, теплоізоляційного матеріалу та зовнішнього облицювання. Конструкція стіни забезпечує необхідний опір теплопередачі, захист приміщень від тепловтрат у холодний період року та створення комфортних умов проживання.

Розрахунок виконано за допомогою програми *cadee.pro*.

Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни



Кліматичні дані для міста:

В СЕРЕДИНІ $f_{v, \text{серед}} = 65\%$ $t_{v, \text{серед}} = 18^\circ\text{C}$ $\rho, \text{кг/м}^3$ $t, \text{мм}$ $b, \text{мм}$ $s, \text{мм}$ μ λ

1	Розчин цементно-піщаний		1800	20		0.0	0.76
2	Газозолобетон		1000	200		0.0	0.5
3	Мінеральна вата		100	300		0.4	0.048
4	Кладка цегляна (повнотіла) керамічна на		1700	250		0.1	0.76
5	Розчин цементно-піщаний		1800	20		0.0	0.93
6	Матеріал			0		-	-

1. Показник теплової інерції
 $D = 10.61$

2. Опір паропроникненню
 $Re = 5.21 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{мг}$

3. Повітропроникність **NEW**
 $G_k = 0.06 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$ MAX: $0.40 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$
723%

4. Опір теплопередачі
 $R = 7.18 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ MIN: $4.00 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$
180%

5. Різниця температури внутрішньої поверхні та повітря
 $\theta_{\text{int-si}} = 0.64^\circ\text{C}$ MAX: 4.00°C
625%

6. Перевірка температури точки роси
 $\theta_D = 17.35^\circ\text{C}$ MIN: 10.58°C
164%

7. Збільшення вологості утеплювача (шар №3)
 $\Delta W = 1.99\%$ MAX: 2.50%
126%

8. Річний баланс накопичення вологості утеплювача
 $W_{\text{зима}} = 0.75 \text{ кг} / \text{м}^2$ MAX: $0.88 \text{ кг} / \text{м}^2$
118%

Рисунок 1.1 – Результати розрахунку

Теплотехнічний розрахунок віконного заповнення

Для оцінювання теплозахисних властивостей віконного заповнення виконується розрахунок опору теплопередачі. У проєкті прийнято тришарове застібання з двома повітряними прошарками, що забезпечує зменшення тепловтрат через світлопрозорі огорожувальні конструкції.

Конструкція віконного заповнення складається з таких шарів:

1, 3, 5 — віконне скло: $\delta = 3 \text{ мм} = 0,003 \text{ м}$; $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$;
 $\lambda = 0,76 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$.

2, 4 — повітряний прошарок: $R_v = 0,17 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$.

Для забезпечення необхідних теплозахисних показників огорожувальної конструкції має виконуватися умова: $R_o \geq R_{o\text{тр}}$, де R_o — фактичний опір теплопередачі віконного заповнення, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$; $R_{o\text{тр}}$ — нормативний опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$.

Опір теплопередачі віконного заповнення визначається за формулою:

$$R_o = 1/\alpha_v + \delta_1/\lambda_1 + R_v + \delta_3/\lambda_3 + R_v + \delta_5/\lambda_5 + 1/\alpha_n,$$

де α_v — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, $\text{Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$; α_n — коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, $\text{Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$; $\delta_1, \delta_3, \delta_5$ — товщина шарів скла, м; $\lambda_1, \lambda_3, \lambda_5$ — коефіцієнти теплопровідності скла, $\text{Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$; R_v — термічний опір повітряного прошарку, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$.

Для розрахунку приймаємо: $\alpha_v = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$; $\alpha_n = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$.

Підставляємо вихідні дані у формулу:

$$R_o = 1/8,7 + 0,003/0,76 + 0,17 + 0,003/0,76 + 0,17 + 0,003/0,76 + 1/23.$$

$$R_o = 0,115 + 0,004 + 0,17 + 0,004 + 0,17 + 0,004 + 0,043 = 0,51 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}.$$

Отже:

$$R_o = 0,51 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт} > R_{o\text{тр}} = 0,50 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}.$$

Отже, конструкція віконного заповнення може бути прийнята для проєктованої житлової будівлі.

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок підземної частини житлового будинку

Будівля має рамну конструктивну схему з горизонтальними дисками жорсткості, які забезпечують просторову стійкість каркаса. Фундамент прийнято у вигляді плоскої монолітної залізобетонної плити прямокутної форми в плані. Передавання навантажень від колон на плиту здійснюється через залізобетонні підколоники квадратної форми зі стороною $a = 1,2$ м.

Фундаментна плита виконується з бетону класу C20/25. Глибина її закладання становить 2,0 м. Основою плити є однорідні флювіогляціальні суглинки з об'ємною вагою $\gamma = 19,5$ кН/м³, показником консистенції $I_L = 0,21$ та коефіцієнтом пористості $e = 0,55$.

2.1.1 Визначення попередніх розмірів фундаментної плити

Консольні ділянки фундаментної плити призначаються з урахуванням співвідношення навантажень, які передаються на середні та крайні колони. Таке рішення дозволяє забезпечити більш рівномірний розподіл зусиль у плиті та зменшити нерівномірність її деформацій.

У поперечному напрямку співвідношення навантажень становить: $k = 600 / 500 = 1,2$. У поздовжньому напрямку співвідношення навантажень дорівнює: $k = 600 / 350 = 1,5$.

З метою забезпечення рівномірної роботи фундаментної плити консольні виступи приймаються однаковими в обох напрямках. Довжина консольної частини визначається за формулою: $l_k = 0,25 \cdot l_1$. За умови, що $l_1 = 6$ м, довжина консольного виступу становить: $l_k = 1,5$ м.

Отже, для подальшого розрахунку фундаментної плити довжина консольного виступу приймається рівною 1,5 м.

2.1.2 Визначення середнього тиску на ґрунтову основу

На наступному етапі визначається середній тиск на ґрунт від нормативних навантажень з урахуванням власної ваги фундаментної плити. Для попереднього розрахунку товщина плити умовно приймається $h = 1,0$ м.

Середній тиск на основу визначається за формулою:

$$p = \Sigma P_i / (n \cdot l \cdot b) + h \cdot \gamma,$$

де ΣP_i — сумарне нормативне навантаження від колон, тс; n — коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження; l — довжина фундаментної плити, м; b — ширина фундаментної плити, м; h — умовно прийнята товщина фундаментної плити, м; γ — питома вага залізобетону, тс/м³.

Підставляємо вихідні дані: $p = 18600 / (1,15 \cdot 56 \cdot 19,6) + 1 \cdot 2,4 = 20$ тс/м².

Отже, середній тиск на ґрунтову основу з урахуванням власної ваги фундаментної плити становить: $p = 20$ тс/м².

Перевірка середнього тиску під подошвою фундаментної плити

Після визначення середнього тиску виконується перевірка несучої здатності ґрунтової основи під подошвою фундаментної плити. Для цього розрахунковий тиск на основу порівнюється із середнім тиском, який виникає від дії навантажень будівлі [7].

Розрахункові характеристики суглинків приймаються за нормативними таблицями з урахуванням вимог ДБН В.2.1-10:2018 [6]. Для прийнятого ґрунту основи приймаємо такі характеристики: кут внутрішнього тертя $\varphi = 25^\circ$; питоме зчеплення $c = 37$ кПа

Розрахунковий опір ґрунтової основи визначається за формулою:

$$R = (m_1 \cdot m_2 / k) \cdot (A \cdot b \cdot \gamma + B \cdot h \cdot \gamma + D \cdot c),$$

де R — розрахунковий опір ґрунтової основи, кПа; m_1, m_2 — коефіцієнти умов роботи; k — коефіцієнт надійності; A, B, D — розрахункові коефіцієнти, що залежать від кута внутрішнього тертя ґрунту; b — ширина подошви фундаменту, м; h — глибина закладання фундаменту, м; γ — питома вага ґрунту, кН/м³; c — питоме зчеплення ґрунту, тс/м².

Підставляємо вихідні дані:

$$R = (1,2 \cdot 1,0 / 1,1) \cdot (0,78 \cdot 19,6 \cdot 1,95 + 4,12 \cdot 2 \cdot 1,95 + 6,67 \cdot 3,7) = 680 \text{ кПа.}$$

Оскільки середній тиск під подошвою фундаментної плити становить $p = 200 \text{ кПа}$, а розрахунковий опір ґрунту $R = 680 \text{ кПа}$, виконується умова: $p \leq R$.

Таким чином, несуча здатність ґрунтової основи під фундаментною плитою забезпечена.

2.1.3 Вибір розрахункової моделі ґрунтової основи

Для розрахунку осідань фундаментної плити приймається розрахункова схема основи у вигляді лінійно-деформованого шару. Таке рішення обґрунтовується тим, що ширина фундаментної плити перевищує 10 м, а модуль деформації ґрунту основи становить понад 10 МПа. Зазначена схема дає змогу врахувати особливості деформування ґрунтового масиву під великорозмірною плитною фундаментною конструкцією.

Визначення параметрів лінійно-деформованого шару основи

Для подальшого розрахунку осідання фундаментної плити необхідно визначити параметри розрахункової схеми ґрунтової основи.

Товщина стисливого шару основи визначається за формулою:

$$H = (H_0 + t \cdot b) \cdot k_p,$$

де H — розрахункова товщина стисливого шару основи, м; H_0 — початкова глибина стисливої товщі, м; t — розрахунковий коефіцієнт; b — ширина фундаментної плити, м; k_p — коефіцієнт, що враховує вплив середнього тиску під подошвою фундаменту.

Для розрахунку приймаємо $H_0 = 9 \text{ м}$; $t = 0,15$; $b = 18 \text{ м}$; $p = 0,196 \text{ МПа}$; $k_p = 0,8 + 0,12 = 0,92$. Тоді: $H = (9 + 0,15 \cdot 18) \cdot 0,92 \approx 11 \text{ м}$.

Розрахункове значення модуля деформації суглинків приймається $E = 330 \text{ кгс/см}^2 = 32,4 \text{ МПа}$, коефіцієнт Пуассона для суглинків приймається $\mu = 0,35$.

Визначення середньої осадки основи

Для визначення середньої осадки основи попередньо обчислюється відносна товщина стисливого шару: $m' = 2H / b$.

Підставляємо вихідні дані $m' = 2 \cdot 11 / 18 = 1,23$.

Для отриманого значення $m' = 1,23$ приймаємо коефіцієнт $M = 1,32$.

Коефіцієнт впливу форми та жорсткості основи приймається $k_i = 0,32$.

Середня осадка основи визначається за формулою:

$$S = b \cdot p \cdot M \cdot k_i / (m_z \cdot E),$$

де S — середня осадка основи, м; b — ширина фундаментної плити, м; p — середній тиск під подошвою фундаменту, МПа; M — розрахунковий коефіцієнт; k_i — коефіцієнт, що враховує умови деформування основи; m_z — коефіцієнт умов роботи; E — модуль деформації ґрунту, МПа.

Підставляємо числові значення:

$$S = 18 \cdot 0,196 \cdot 1,32 \cdot 0,32 / (1,5 \cdot 32,4) = 3 \text{ см.}$$

Отримане значення осадки є меншим за гранично допустиме, тому за умовами деформативності прийнята ґрунтова основа забезпечує нормальну роботу фундаментної плити.

Визначення товщини фундаментної плити з умови продавлювання

На наступному етапі визначається необхідна товщина фундаментної плити та перевіряється розмір консольного виступу плити. Розрахунок виконується з умови міцності плити на продавлювання в місцях спирання колон через підколоники квадратної форми. Сторона підколоники приймається $a = 1,2$ м.

Для бетону класу, що відповідає бетону марки М200, розрахунковий опір бетону на осьовий розтяг приймається $R_p = 7,5 \text{ кгс/см}^2 = 0,736 \text{ МПа}$. Коефіцієнт умов роботи бетону при продавлюванні приймається $k_n = 1$.

Середній тиск на ґрунт у межах нижньої основи піраміди продавлювання визначається від розрахункових навантажень:

$$p = \Sigma P_i / (l \cdot b).$$

У вихідному розрахунку прийнято: $p = 0,199 \text{ МПа}$.

Визначення корисної висоти плити для середньої колони

Корисна висота перерізу фундаментної плити визначається з умови міцності на продавлювання по чотирьох гранях без урахування поперечного армування.

Навантаження на середню колону приймається $P = 600 \text{ тс}$.

Коефіцієнт t_1 визначається за формулою:

$$t_1 = k_n \cdot R_p + p.$$

Підставляємо значення:

$$t_1 = 1 \cdot 0,736 + 0,199 = 0,935 \text{ МПа.}$$

Корисна висота плити визначається за формулою:

$$h_0 \geq 1/2 \cdot (\sqrt{(P + a^2 \cdot k_n \cdot R_p) / t_1} - a).$$

Підставляємо вихідні дані:

$$h_0 \geq 1/2 \cdot (\sqrt{(5,884 + 1,2^2 \cdot 1 \cdot 0,736) / 0,935} - 1,2) = 0,75 \text{ м.}$$

Перевірка продавлювання при близькому розташуванні середніх колон

Оскільки середні колони в короткому напрямку плити розташовані відносно близько одна до одної, додатково виконується перевірка продавлювання за трьома гранями.

Відстань між колонами в короткому напрямку приймається $l_{cp} = 3$ м. Тоді $l_k = l_{cp} / 2 = 3 / 2 = 1,5$ м.

Розрахункова довжина ділянки становить $l_1 = l_k + a / 2 = 1,5 + 1,2 / 2 = 2,1$ м.

Для навантаження: $P = 600$ тс. корисна висота плити при продавлюванні за трьома гранями визначається за формулою:

$$h_0(3) \geq 1/2 \cdot (\sqrt{(l_k^2 + 2 \cdot (P + a \cdot k_n \cdot R_p \cdot l_1) / t_1)} - (l_k + a)).$$

Підставляємо значення:

$$h_0(3) \geq 1/2 \cdot (\sqrt{(1,5^2 + 2 \cdot (5,884 + 1,2 \cdot 1 \cdot 0,736 \cdot 2,1) / 0,935)} - (1,5 + 1,2)) = 0,82 \text{ м.}$$

З урахуванням захисного шару бетону приймаємо повну товщину фундаментної плити:

$$h \geq 0,82 + 0,05 = 0,87 \text{ м.}$$

Визначення консольного виступу фундаментної плити

Розмір консольного виступу фундаментної плити визначається з умови міцності на продавлювання для крайніх і кутових колон.

Для крайньої колони приймається навантаження $P = 500$ тс .

При $h_0 = 0,82$ м розмір консольного виступу за трьома гранями становить:

$$l_k(3) \geq [P - (2 \cdot h_o \cdot t_l \cdot (h_o + a) + 0,5 \cdot p \cdot a)] / (2 \cdot h_o \cdot t_l + p \cdot a).$$

Після підстановки вихідних даних $l_k(3) \approx 0,96$ м. Для кутової колони навантаження приймається $P = 350$ тс. Розмір консольного виступу з умови продавлювання по двох гранях визначається за формулою:

$$l_k(2) \geq (\sqrt{(h_o^2 \cdot t_l \cdot k_n \cdot R_p + P \cdot p) - h_o \cdot t_l}) / p - 0,5 \cdot a.$$

Після підстановки числових значень $l_k(2) \approx 0,90$ м. Оскільки на початковому етапі розрахунку довжину консольного виступу було прийнято $l_k = 1,5$ м, а отримані розрахункові значення становлять 0,96 м та 0,90 м, прийнятий консольний виступ є достатнім за умовою продавлювання.

Прийняття остаточних попередніх розмірів плити

За результатами виконаних перевірок товщина фундаментної плити для подальших розрахунків приймається з урахуванням уніфікації конструктивних розмірів $h = 1,0$ м. Довжина консольного виступу фундаментної плити залишається прийнятою раніше $l_k = 1,5$ м.

Прийняття розрахункової схеми фундаментної плити

Для подальшого статичного розрахунку визначається характер роботи фундаментної плити. Спочатку обчислюється відношення товщини плити до її ширини $h / b = 1 / 18 = 0,06$. Оскільки $0,06 < 0,1$, фундаментна плита відноситься до категорії гнучких плит.

З урахуванням значної ширини фундаментної плити, яка перевищує 10 м, та однорідності ґрунтової основи в плані, для розрахунку її деформацій приймається схема лінійно-деформованого шару. Така схема дозволяє більш коректно врахувати роботу ґрунтового масиву під великорозмірною плитною фундаментною конструкцією.

Для спрощення статичного розрахунку допускається використання розрахункової моделі основи у вигляді лінійно-деформованого півпростору з коригуванням модуля деформації ґрунту. Такий підхід дає змогу виконати інженерну оцінку роботи фундаментної плити та визначити її основні розрахункові параметри.

2.1.4 Результати розрахунку армування фундаментної плити

Розрахунок фундаментної плити виконано у програмному комплексі МОНОМАХ. У процесі розрахунку було сформовано розрахункову схему плити з урахуванням її геометричних розмірів, розташування колон, діючих навантажень та умов роботи ґрунтової основи.

Розрахункова схема фундаментної плити із заданими завантаженнями представлена на рис. 2.1.

За результатами розрахунку визначено необхідне армування плити, характер розподілу зусиль у конструкції та величини осідань основи. Отримані результати наведені на рис. 2.2–2.67 і використані для подальшого конструювання фундаментної плити.

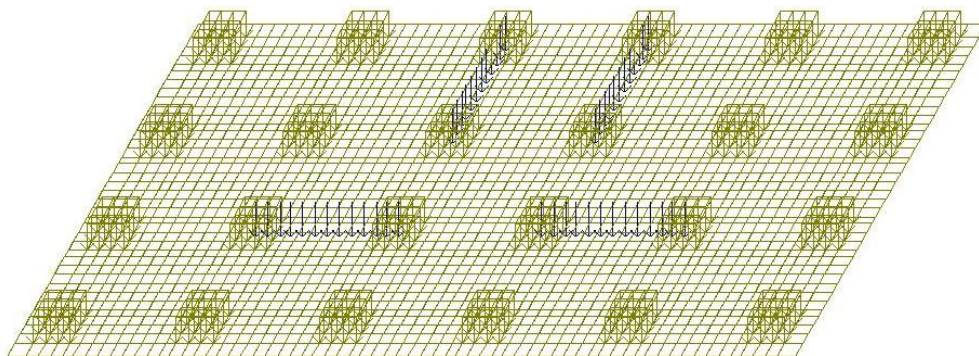


Рисунок 2.1 – Схема фундаментної плити

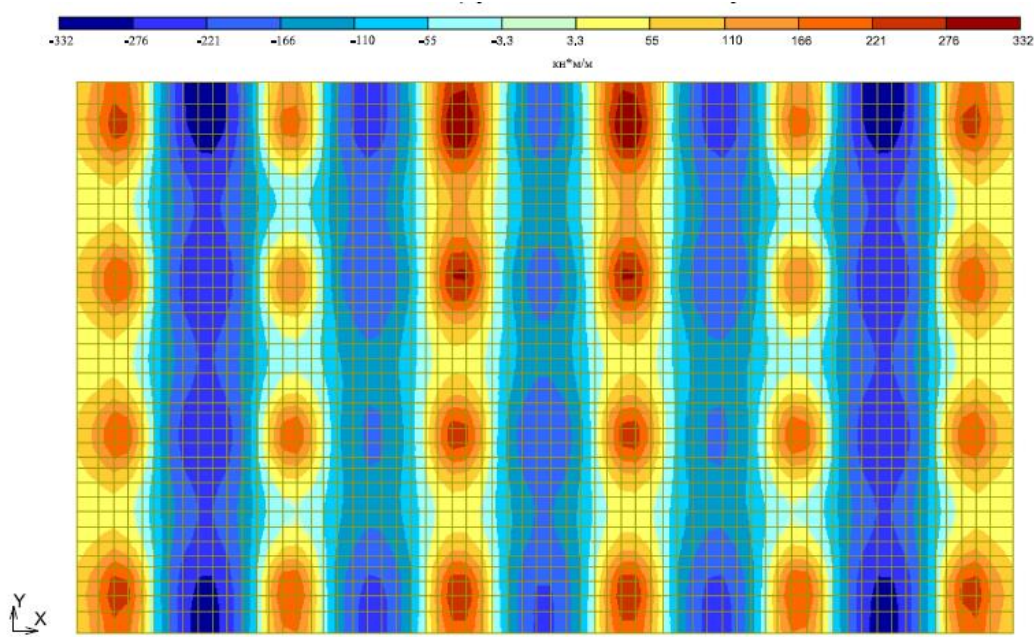


Рисунок 2.2 – Ізополя згинальних моментів M_x

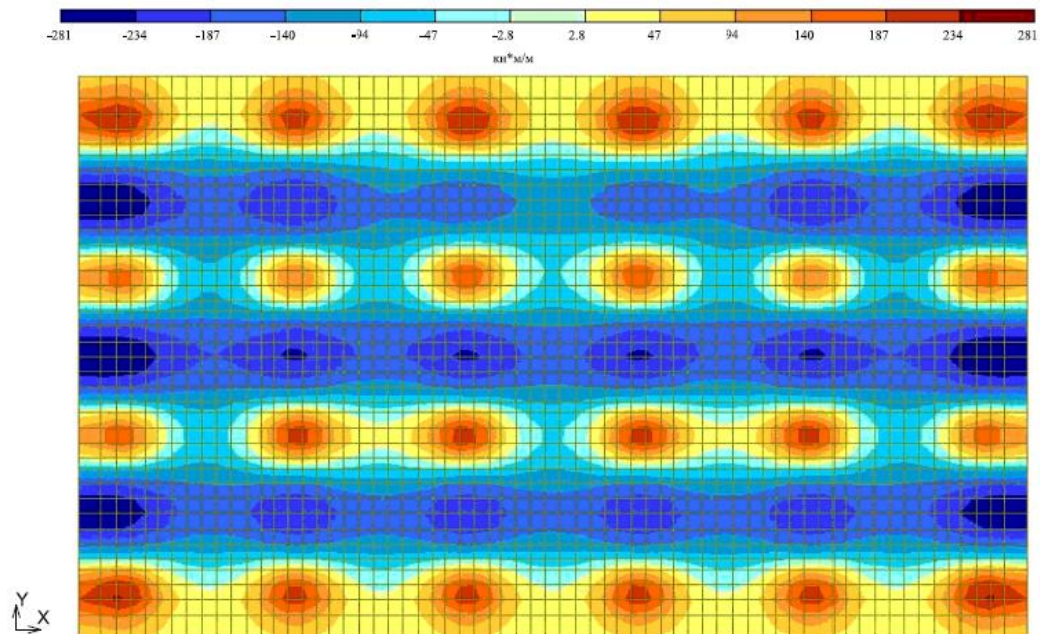


Рисунок 2.3 – Ізополя згинальних моментів M_y

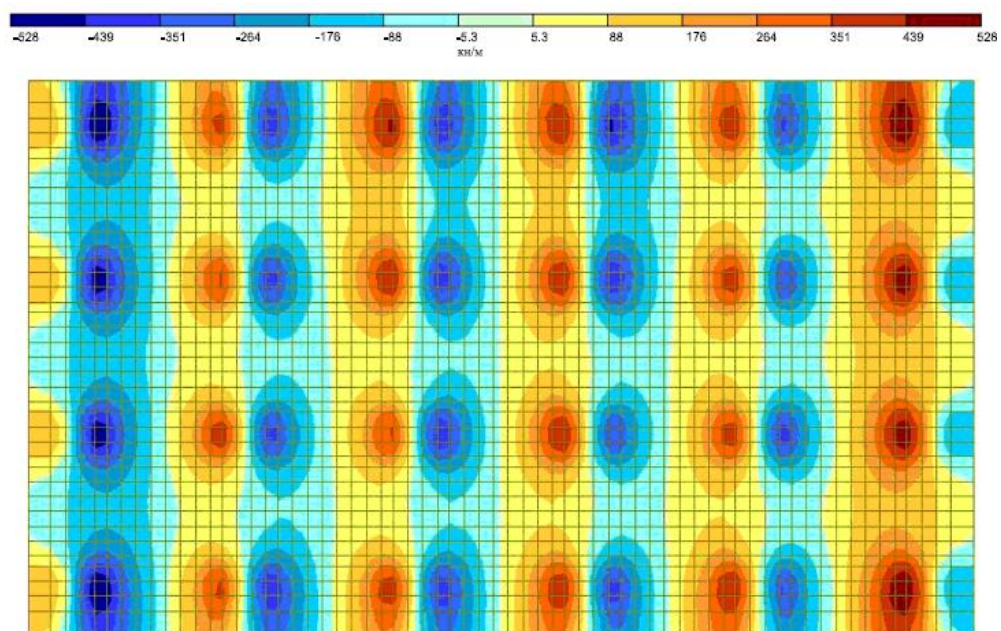


Рисунок 2.4 – Ізополя поперечних сил Q_x .

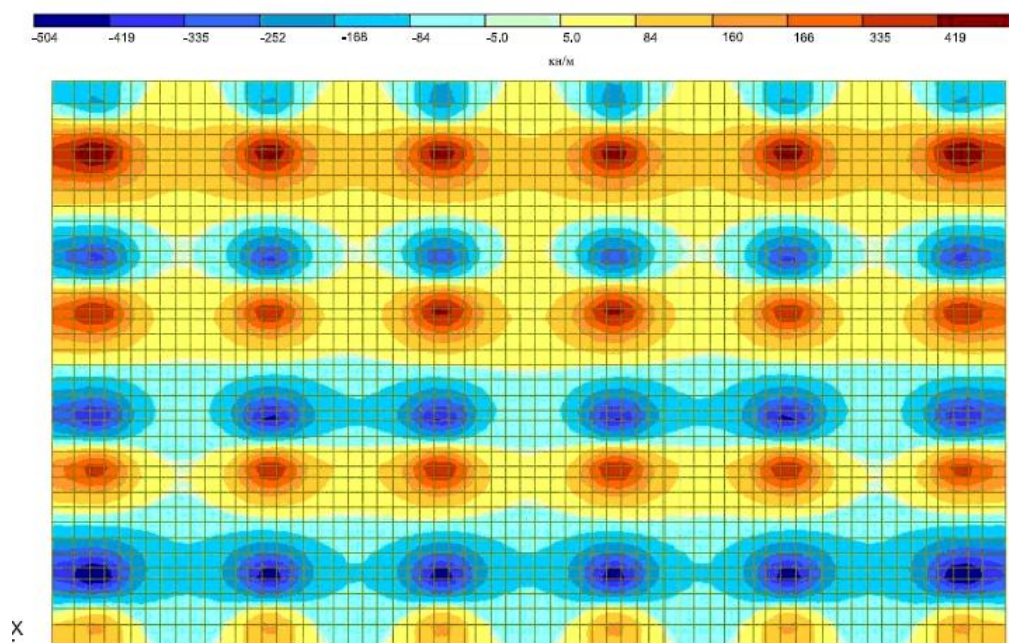


Рисунок 2.5 – Ізополя поперечних сил Q_y

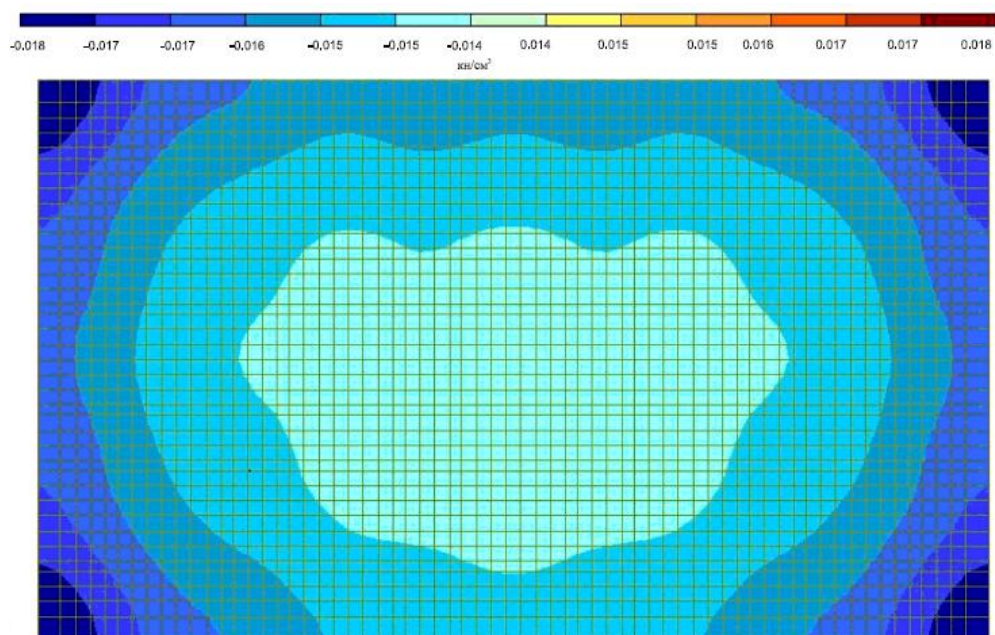


Рисунок 2.6 — Ізополя нормальних напружень R_z

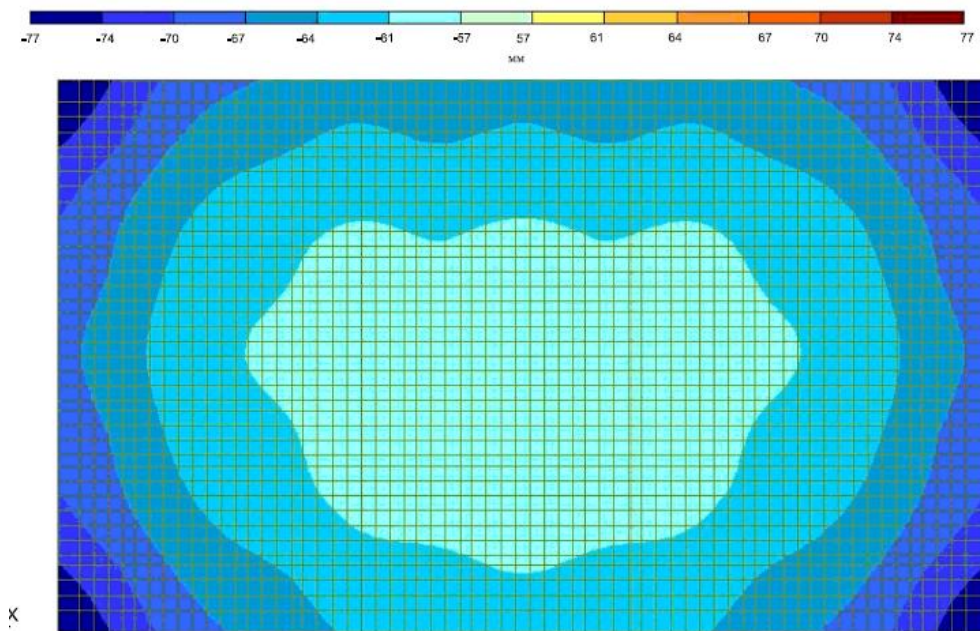


Рисунок 2.7 — Ізополя вертикальних переміщень по осі Z

За результатами розрахунку для фундаментної плити прийнято основне робоче армування зі стрижнів діаметром $\varnothing 16$ мм класу А400С з кроком 200 мм. Армування передбачається у вигляді верхньої та нижньої сіток, що забезпечує сприйняття згинальних моментів у різних зонах плити. Прийняте армування відповідає характеру розподілу зусиль у фундаментній плиті та забезпечує її роботу за міцністю і жорсткістю. Максимальні вертикальні переміщення, отримані за результатами розрахунку, не перевищують допустимих нормативних значень.

2.2 Розрахунок надземної частини житлового будинку

2.2.1 Збір навантажень

Розрахунок надземної частини житлового будинку виконується з метою визначення навантажень, які діють на основні несучі конструкції будівлі.

Для виконання розрахунку прийнято такі вихідні дані: висота одного поверху — $H_{\text{пов}} = 3,6$ м; тип покриття — суміщене, бездахове; розрахунковий строк експлуатації будівлі — 100 років; район будівництва — м. Харків.

Згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» для м. Харкова експлуатаційне значення снігового навантаження приймається [12] $s_0 = 1,6 \text{ кН/м}^2$.

Збір навантажень виконується окремо для постійних і тимчасових навантажень. До постійних навантажень належать: власна вага несучих і огорожувальних конструкцій, шари покрівлі, плити перекриття, ригелі та колони. До тимчасових навантажень належать: експлуатаційні навантаження на перекриття та снігове навантаження на покриття.

Таблиця 2.1 — Збір навантажень на покриття та елементи каркаса

Найменування навантаження	Формула визначення	Характеристичне значення, кН	γ_f	Розрахункове значення, кН
Рулонна покрівля	$0,1 \cdot 38,4$	3,84	1,3	5,0
Цементно-піщаний розчин, $\delta = 2 \text{ см}$, $\rho = 20 \text{ кН/м}^3$	$0,02 \cdot 20 \cdot 38,4$	15,36	1,3	20,0
Утеплювач і пароізоляція, $\delta = 10 \text{ см}$, $\rho = 6 \text{ кН/м}^3$	$0,10 \cdot 6 \cdot 38,4$	23,04	1,3	30,0
Плити покриття	$2,4 \cdot 38,4$	92,16	1,1	101,4
Вага конструкцій трьох перекриттів	$3,784 \cdot 3 \cdot 38,4$	—	—	436,0
Вага нижньої частини ригелів на всіх поверхах	$(0,55 \cdot 0,35 - 0,15 \cdot 0,20) \cdot 25 \cdot 6,4 \cdot 4$	104,0	1,1	114,4
Власна вага колон	$0,40 \cdot 0,40 \cdot 3,6 \cdot 25 \cdot 4$	57,6	1,1	63,4
Разом постійне навантаження				770,2
Тимчасове навантаження на перекриття	$9,6 \cdot 38,4 \cdot 3$	1106,0	—	1106,0
Снігове навантаження на покриття	$1,6 \cdot 38,4$	61,4	—	61,4
Разом тимчасове навантаження				1167,4
Повне навантаження				1938,0

Окремо виконується визначення навантаження на 1 м^2 міжповерхового перекриття. До складу постійних навантажень входять конструктивні шари підлоги, звукоізоляційний шар та власна вага залізобетонної плити перекриття.

Таблиця 2.2 — Збір навантажень на 1 м² перекриття

Найменування навантаження	Формула визначення	Характеристичне значення, кН/м ²	γ_f	Розрахункове значення, кН/м ²
Паркетна підлога, $\delta = 2$ см, $\rho = 6$ кН/м ³	$0,02 \cdot 6$	0,12	1,2	0,144
Цементно-піщаний розчин, $\delta = 3$ см, $\rho = 20$ кН/м ³	$0,03 \cdot 20$	0,60	1,3	0,780
Звукоізоляція з пінобетону, $\delta = 6$ см, $\rho = 7$ кН/м ³	$0,06 \cdot 7$	0,42	1,3	0,546
Залізобетонна плита перекриття	прийнято 3,0	3,00	1,1	3,300
Разом постійне навантаження				$g = 4,77$
Тимчасове навантаження за завданням	прийнято			$v = 4,20$
Сумарне навантаження на перекриття	$q = g + v$			$q = 8,97 \approx 9,0$

Отже, для розрахунку надземної частини житлового будинку прийнято сумарне навантаження на міжповерхове перекриття 9,0 кН/м².

2.2.2 Розрахунок і конструювання колони

Розрахунок виконувався в програмному комплексі МОНОМАХ. Результати розрахунку колони, вихідні параметри моделі та прийняті конструктивні рішення щодо її армування наведено у вигляді скріншотів із розрахункової програми на рис. 2.7–2.17.

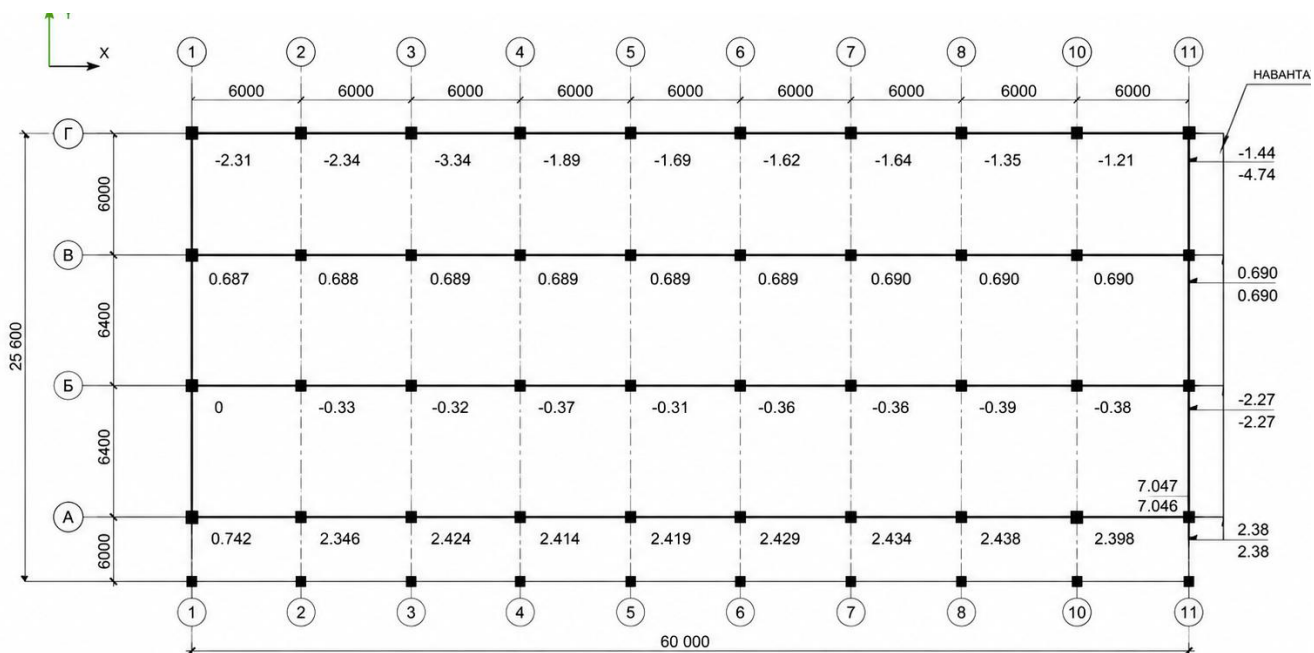


Рисунок 2.7 – Епюра згинальних моментів

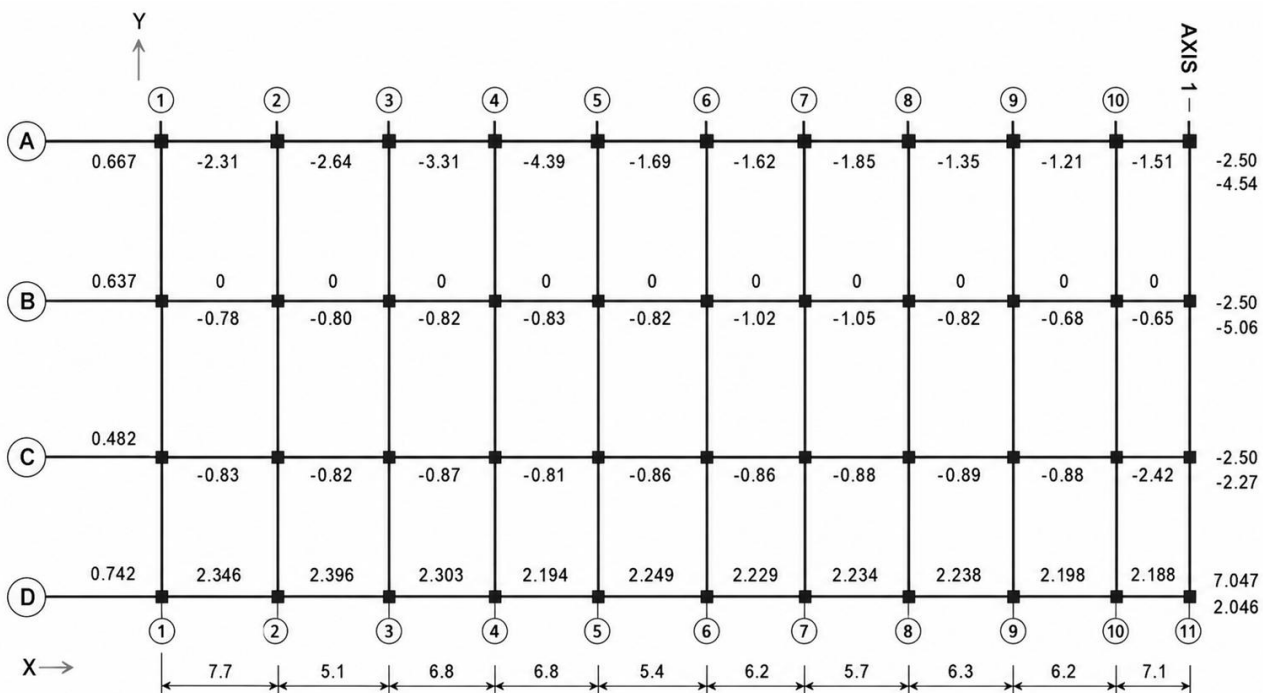


Рисунок 2.8 – Епюра згинальних моментів

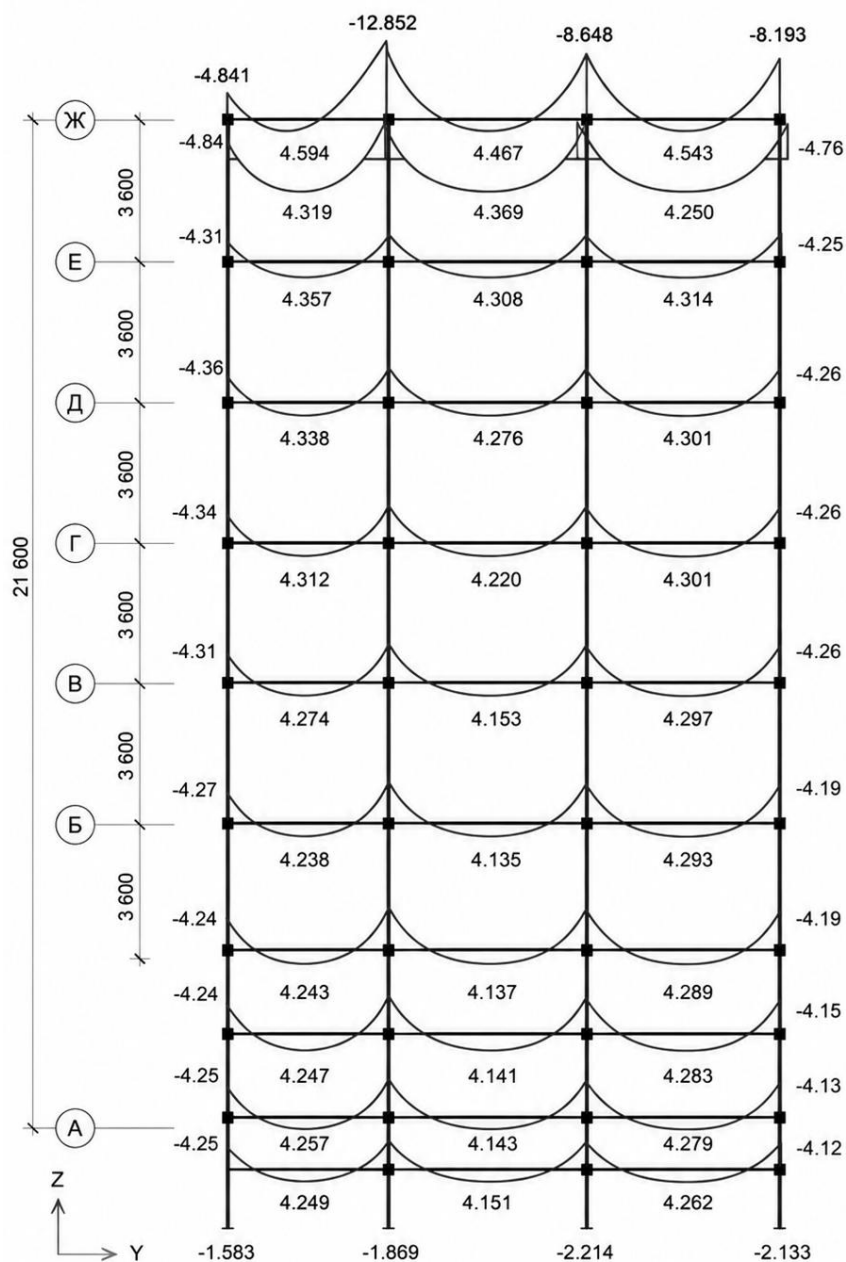


Рисунок 2.9 – Епюра згинальних моментів M_u

	клас бетону	Клас арматури Поздовжній поперечний		Об'ємна вага т/м ³	Коефіцієнт пружності т/м ²
Колона	C25/30	A400с	A240с	2.5	3E+006
Балка	C25/30	A400с	A240с	2.5	3E+006
Стіна	C18/20	A240с	A240с	2.5	3E+006
Плита	C30/35	A400с	A400с	2.5	3E+006
Фунд. плита	C12/15	A400с	A400с	2.5	3E+006

Рисунок 2.10 – Розрахунок матеріалів

Навантаження/коефіцієнти	Константа	Довгий	Короткострокові	Вітер	Сейсмічної
Надійність	1.1	1.2	1.2	1.4	1
1-я базова комбінація	1	1	1	1	0
2-я основна комбінація	1	0.95	0.9	0.9	0
3-тя спеціальна комбінація	0.9	0.8	0.5	0	1
Надійність за відповідальністю	1				

Рисунок 2.11 – Коефіцієнти навантаження

	Напрямок	Коефіцієнт
Вітер 1	90°	1
Вітер 2	0°	1

Вітрова область
Тип місцевості

II
B

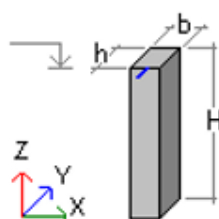
Рисунок 2.12 – Вітер

Константа, T	Довговічний, t	Кр. Таймс., T
8011.775	44.46	0

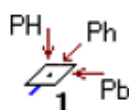
Рисунок 2.13 – Загальні вертикальні навантаження

Поверх	Вітер 1, період коливань = 3,09 с, стандартне прискорення = 0,064 м/с²				Вітер 2, період коливань = 2,63 с, стандартне прискорення = 0,035 м/с²			
	Стат. комп., T	Імпульс. комп., T	Кількість, т	Літраж, см	Стат. комп., T	Імпульс. комп., T	Кількість, т	Літраж, см
12	1.056	1.54	2.595	1.25	0.568	0.846	1.414	0.58
11	2.835	3.965	6.8	1.17	1.525	2.178	3.703	0.55
10	3.467	4.47	7.937	1.04	1.865	2.456	4.321	0.48
9	3.33	3.911	7.24	0.91	1.791	2.148	3.94	0.42
8	3.193	3.365	6.557	0.77	1.717	1.848	3.566	0.36
7	3.026	2.833	5.858	0.64	1.628	1.556	3.184	0.30
6	2.806	2.31	5.116	0.51	1.51	1.269	2.778	0.23
5	2.587	1.802	4.389	0.38	1.392	0.99	2.381	0.18
4	2.364	1.318	3.682	0.27	1.272	0.724	1.996	0.12
3	2.035	0.862	2.897	0.16	1.095	0.474	1.568	0.07
2	1.827	0.46	2.287	0.08	0.983	0.253	1.236	0.04
1	1.462	0.085	1.547	0.02	0.786	0.047	0.833	0.01

Рисунок 2.14 – Вітрове навантаження на будівлю



b - розмір сторони поперечного перерізу колони
h - розмір сторони поперечного перерізу колони
H - висота стовпа



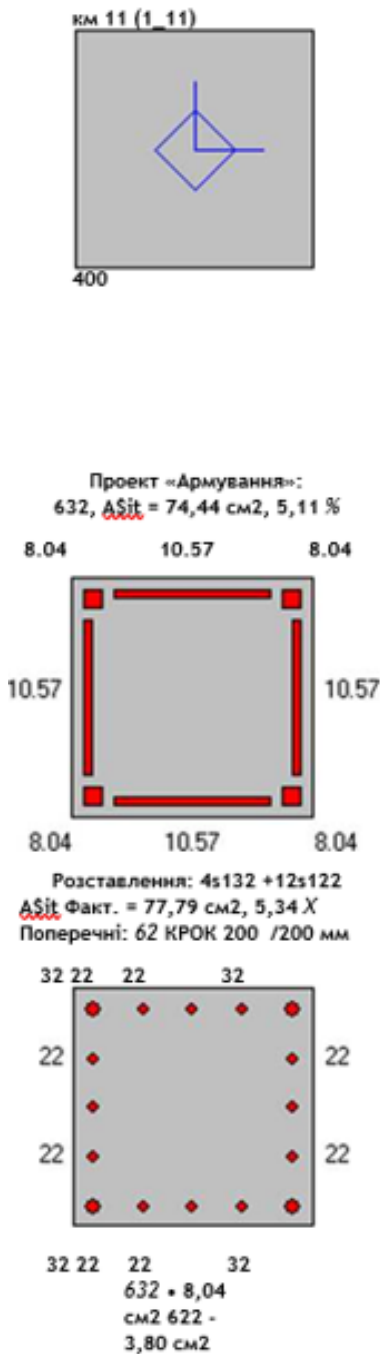
$P_{H,T}$ - вертикальна сила
 $P_{b,T}$ - горизонтальна сила, паралельна стороні b
 $P_{h,T}$ - горизонтальна сила, паралельна стороні h
Навантаження прикладаються на верхньому рівні колони

Рисунок 2.15 – Колона

№	Вид	Константа	Долгий	Кр. часн.	Сейсмичный 1	Сейсмична 2	Вітер 1	Вітер 2
Поверх No1 Колонки No1 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=0,94\%$								
1_1	PH	175.848	0.531	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.201
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	-0.182
Поверх No1 Колонки No2 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=2,81\%$								
1_2	PH	355.669	1.183	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.201
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	-0.109
Поверх No1 Колонки No3 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=0,57\mu\%$								
1_3	PH	229.632	0	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.201
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	-0.036
Поверх No1 Колонки No4 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=0,52\mu\%$								
1_4	PH	229.632	0	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.201
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	0.036
Поверх No1 Колонки No5 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=2,81\%$								
1_5	PH	355.669	1.183	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.201
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	0.109
Поверх No1 Колонки No6 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=0,94\mu\%$								
1_6	PH	175.848	0.531	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.201
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	0.182
Поверх No1 Колонки No7 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=2,06\%$								
1_7	PH	282.757	1.655	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.135
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	0.182
Поверх No1 Колонки No8 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=3,40\mu\%$								
1_8	PH	443.38	3.189	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.135
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	0.109
Поверх No1 Колонки No9 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=2,16\%$								
1_9	PH	272.184	1.315	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.135
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	0.036
Поверх No1 Колонки No10 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=2,28\%$								
1_10	PH	272.184	1.315	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.135
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	-0.036
Поверх No1 Колонки No11 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=3,39\%$								
1_11	PH	443.38	3.189	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.135
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	-0.109
Поверх No1 Колонки No12 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=2,06\%$								
1_12	PH	282.757	1.655	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.135
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	-0.182
Поверх No1 Колонки No13 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=1,66\%$								
1_13	PH	303.536	1.724	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.07
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	-0.182
Поверх No1 Колонки No14 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=0,68\mu\%$								
1_14	PH	352.586	3.308	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.07
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	-0.109
Поверх No1 Колонки No15 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=0,50\mu\%$								
1_15	PH	360.362	3.442	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.07
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	-0.036
Поверх No1 Колонки No16 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=0,50\mu\%$								
1_16	PH	360.362	3.442	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.07
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	0.036
Поверх No1 Колонки No17 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=0,73\mu\%$								

Ні	Вид	Константа	Довгий	Кр. часів.	Сейсмічний 1	Сейсмічна 2	Вітер 1	Вітер 2
1_17	PH	352.586	3.308	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.07
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	0.109
Поверх No1 Колонка No 18 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=1,67\%$								
1_18	PH	303.536	1.724	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.07
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	0.182
Поверх No1 Колонка No19 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=1,02\%$								
1_19	PH	176.196	0.536	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.005
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	0.182
Поверх No1 Колонка No 20 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=2,96\%$								
1_20	PH	357.681	1.211	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.005
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	0.109
Поверх No1 Колонка No 21 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=3,17\%$								
1_21	PH	321.616	1.171	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.005
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	0.036
Поверх No1 Колонка No 22 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=3,17\%$								
1_22	PH	321.616	1.171	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.005
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	-0.036
Поверх No1 Колонка No 23 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=2,96\%$								
1_23	PH	357.681	1.211	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.005
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	-0.109
Поверх No1 Колонка No 24 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=1,02\%$								
1_24	PH	176.197	0.536	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.005
	Pu	0	0	0	0	0	-0.163	-0.182
Поверх No2 Колонка No1 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=0,97\mu\%$								
2_1	PH	160.418	0.531	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.319
	Pu	0	0	0	0	0	-0.362	-0.225
Поверх No2 Колонка No 2 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=2,38\%$								
2_2	PH	324.692	1.183	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.319
	Pu	0	0	0	0	0	-0.362	-0.135
Поверх No2 Колонка No3 $\delta=0,4\text{м}$, $h=0,4\text{м}$, $n=3\text{м}$, $\mu=0,50\mu\%$								
2_3	PH	209.297	0	0	0	0	0	0
	Pb	0	0	0	0	0	0	-0.319
	Pu	0	0	0	0	0	-0.362	-0.045

Рисунок 2.16 – Результат розрахунку



Бетон В30 ($R_f = 173 \text{ кгс/см}^2$, $R_y = 12,2 \text{ кгс/см}^2$) Арматура
A-W ($P_s = P_{s_s} = 3750 \text{ кгс/см}^2$) Поперечна арматура A-1
($P_{s1} L > = 1800 \text{ кгс/см}^2$)

Асортимент: 12,14,16,18,20,22,25,28,32; $a = a' =$
коефіцієнт 36,0 мм. УмовіРоботи:
 $U_{Y6,7,9} = 1.00$, $U_{Y2,5,10,12} = 0.85$
 $U_{Y2(a)} = 0.9$, $Y_2(b) = 1.1$ $U_{S1} =$
1,00, $U_{S} (gr_{cr}) = 1,2$

Геометричні Характеристики:

$A = 1600 \text{ см}^2$
 $I_x = I_y = 213333 \text{ см}^4$, $I_{A/x} = I_{A/y} = 10666,7$
 см^3 $X_S = C_{SHA} = 200 \text{ мм}$, $I_X = I_Y = 115,47$
мм

Розрахункова довжина:

$N_{пов.} = 3000 \text{ мм}$, Скасування. Знизу
 $-2.600 \text{ гр} = ГПУ = 0,50$, $1_{oh} =$
 $1_{ou} = 1500 \text{ мм}$ Щільність = 13,0
(3,8), $E_A = 13,33 \text{ мм}$

Таблиця навантажень (результати розрахунку ФЕМ), t_C , ТФ*М:

Вид	N	M_x	M_y	P_x	P_y	T
Константа	357.8	-0.36	2.27	1.08	-0.16	0.00
Довгий	2.23	-0.00	0.02	0.01	-0.00	0.00
Вітер 1	-3.69	-2.35	-0.37	-0.25	-1.05	0.00
Вітер 2	-0.36	-0.06	-0.86	-0.50	-0.02	0.00

Коефіцієнт до навант:

Вид	Надійшли.	Розшире	1-й Оп.	2-ге оп.	3-й Оп.
Константа	1.10	1.00	1.00	1.00	0.90
Довгий	1.20	1.00	1.00	0.95	0.80
Діаметр	1.40	0.00	0.00	1.00	0.90

Автоматичне формування комбінацій для зору «голова до
голови» (Vipad A і Vipad B)

Розрахунок відкриття тріщин. Віділяють Кутіві Стрижні Обертання п 3.56

Rozrahunok kombinaziyHarpe вузький, ТФ, t_f^*m :

М-струни	N	M_x	M_y	P_x	P_y	T
1	398.7	2.90	3.02	1.54	1.29	0.00
2	388.4	-3.68	1.98	0.83	-1.64	0.00
3	396.5	-0.32	3.61	1.83	-0.16	0.00
4	395.6	-0.48	1.44	0.58	-0.20	0.00
5	400.7	2.56	3.00	1.52	1.14	0.00
6	394.0	-0.30	3.70	1.88	-0.16	0.00

Розшифровка ряду списків RSN

М-струни	критерії відбору	Склад
1	5 M_x	P0-B1
2	5vs, 8t	P0+B1
3	5к.с.	P0+DL-V2
4	5 P_x	P0+DL+V2
5	1мс	P0+DL-V1
6	1x	P0-B2

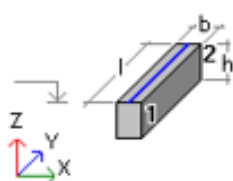
$A_{S1} = 8,04 \text{ см}^2$, 4632
 $A_{S1} = 10,57 \text{ см}^2$, 6622
 $A_{S2} = 10,57 \text{ см}^2$, 6622
 $A_{Sk} > = 0,04 \text{ см}^2/\text{м}$

Рисунок 2.17 – Армування колони

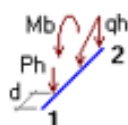
2.2.3 Розрахунок і конструювання ригеля

Розрахунок виконувався в програмному комплексі МОНОМАХ. Результати розрахунку ригеля, вихідні параметри та прийняті конструктивні рішення щодо її армування наведено у вигляді скриншотів із розрахункової програми на рис. 2.18–2.25.

Матеріали: C25/30, A400с, A240с



b - ширина прольоту балки
 l - довжина прольоту балки
 h - висота прольоту балки



$qh, T/m$ - вертикальна трапецієподібна розподілена сила
 Ph, T - вертикальна зосереджена сила
 $Ph, T \cdot m$ - вертикальна зосереджена сила
 d, m - прив'язка до початку прольоту балки

Рисунок 2.18 – Вихідні данні балка

Матеріали	
Бетон	
Об'ємна вага	2,5 тс/м**3
клас бетону	B30
Тип бетону	Важкий
Ознака умов загартовування	Природний
Знак умов експлуатації	Сприятливі
Коефіцієнт умов праці Киргизької Республіки1	1
Коефіцієнт умов праці Киргизької Республіки2	1 Див.
Ширина отвору короточасних тріщин	0,03 см
Ширина розкриття довготривалих тріщин	0,04 м
Захисний шар з нижнього краю секції	0,02 м
Захисний шар з верхнього краю секції	0,02 м
Захисний шар з боку бічної сторони секції	0,02
агресивність навколишнього середовища	Неагресивні
Розрахунок 2-го граничного стану	Високоагресивний
Арматура	
Клас поздовжнього армування	A3
Клас поперечної арматури	A1
Добуток коефіцієнта	1
Коефіцієнт сейсмічного впливу МКР1	1
Коефіцієнт сейсмічного впливу МКР2	1

Рисунок 2.19 – Розрахунок напружень

Ні	Приє'язан ий	Константа	Довгий	Кр. часів.	Сейсмічний 1	Сейсмічна 2	Вітер 1	Вітер 2
Поверх No 1 Балка No 1 Проліт No 1 $b = 0,7$ м, $h = 0,22$ м, $l = 5,2$ м, $\mu = 1,15\%$								
1_1.1	d	QH						
	0	2.735	0	0	0	0	0	0
	5.2	2.735	0	0	0	0	0	0
	d	M6						
	0	0	0	0	0	0	0.788	0.61
	5.2	0	0	0	0	0	0.394	0.305
Поверх No 1 Балка No 1 Проліт No 2 $b = 0,7$ м, $h = 0,22$ м, $l = 5,2$ м, $\mu = 1,14\%$								
1_1.2	d	QH						
	0	2.735	0	0	0	0	0	0
	5.2	2.735	0	0	0	0	0	0
	d	M6						
	0	0	0	0	0	0	0.394	0.305
	5.2	0	0	0	0	0	0.394	0.305
Поверх No 1 Балка No 1 Проліт No 3 $b = 0,7$ м, $h = 0,22$ м, $l = 5,2$ м, $\mu = 1,26\%$								
1_1.3	d	QH						
	0	2.735	0	0	0	0	0	0
	5.2	2.735	0	0	0	0	0	0
	d	M6						
	0	0	0	0	0	0	0.394	0.305
	5.2	0	0	0	0	0	0.788	0.61
	d	QH						
Поверх No 10 Балка No 2 Проліт No 1 $b = 0,7$ м, $h = 0,22$ м, $l = 5,2$ м, $\mu = 1,28\%$								
10_2.1	d	QH						
	0	3.31	0	0	0	0	0	0
	5.2	3.31	0	0	0	0	0	0
	d	M6						
	0	0	0	0	0	0	0.97	0.068
	5.2	0	0	0	0	0	0.485	0.034
Поверх No 10 Балка No 2 Проліт No 2 $b = 0,7$ м, $h = 0,22$ м, $l = 5,2$ м, $\mu = 2,10\%$								
10_2.2	d	QH						
	0	3.31	0	0	0	0	0	0
	5.2	3.31	0	0	0	0	0	0
	d	M6						
	0	0	0	0	0	0	0.485	0.034
	5.2	0	0	0	0	0	0.485	0.034
Поверх No 10 Балка No 2 Проліт No 3 $b = 0,7$ м, $h = 0,22$ м, $l = 5,2$ м, $\mu = 2,01\%$								
10_2.3	d	QH						
	0	3.31	0	0	0	0	0	0
	5.2	3.31	0	0	0	0	0	0
	d	M6						
	0	0	0	0	0	0	0.485	0.034
	5.2	0	0	0	0	0	0.97	0.068

Рисунок 2.20 – Вихідні данні балка для розрахунку

Навантаження							
Проліт	Навантаження	Завантаження	Вид	П1	A1	П2	A2
1	1	Константа	R	3.31	-0.2	3.31	5
1	2	Вітер1	M	0.97	-0.2	0	-0.2
1	3	Вітер1	M	-0.97	-0.2	0	-0.2
1	4	Вітер2	M	0.0677	-0.2	0	-0.2
1	5	Вітер2	M	-0.0677	-0.2	0	-0.2
1	6	Вітер1	M	0.485	5	0	-0.2
1	7	Вітер1	M	-0.485	5	0	-0.2
1	8	Вітер2	M	0.0339	5	0	-0.2
1	9	Вітер2	M	-0.0339	5	0	-0.2
2	1	Константа	R	3.31	-0.2	3.31	5
2	2	Вітер1	M	0.485	-0.2	0	-0.2
2	3	Вітер1	M	-0.485	-0.2	0	-0.2
2	4	Вітер2	M	0.0339	-0.2	0	-0.2
2	5	Вітер2	M	-0.0339	-0.2	0	-0.2
2	6	Вітер1	M	0.485	5	0	-0.2
2	7	Вітер1	M	-0.485	5	0	-0.2
2	8	Вітер2	M	0.0339	5	0	-0.2
2	9	Вітер2	M	-0.0339	5	0	-0.2
3	1	Константа	R	3.31	-0.2	3.31	5
3	2	Вітер1	M	0.485	-0.2	0	-0.2
3	3	Вітер1	M	-0.485	-0.2	0	-0.2
3	4	Вітер2	M	0.0339	-0.2	0	-0.2
3	5	Вітер2	M	-0.0339	-0.2	0	-0.2
3	6	Вітер1	M	0.97	5	0	-0.2
3	7	Вітер1	M	-0.97	5	0	-0.2
3	8	Вітер2	M	0.0677	5	0	-0.2
3	9	Вітер2	M	-0.0677	5	0	-0.2

Коефіцієнти для комбінацій сил							
	Константа	Довгий	Кр. тимчасовий	Вітер1	Вітер2	Сейсмічний1	Сейсмічний2
Надійність	1.1	1.2	1.2	1.4	1.4	1	1
Тривалість	1	1	0.35	0	0	0	0
1-я базова комбінація	1	1	1	1	1	0	0
2-а основна комбінація	1	0.95	0.9	0.9	0.9	0	0
особлива комбінація	0.9	0.8	0.5	0	0	1	1

Коефіцієнт надійності відповідальності 1

Рисунок 2.21–Данні для розрахунку

Проліт № 1								
Розділ No	1	2	3	4	5	6	7	8
Робочий об'єм, мм	-0.08 -0.10	-0.25 -0.29	-0.54 -0.61	-0.91 -1.00	-1.31 -1.41	-1.71 -1.82	-2.07 -2.20	-2.37 -2.50
поздовжнє армування								
Дно, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	2.16	3.51	4.56
Верх, см**2	10.27	6.96	4.15	1.77	0.00	0.00	0.00	0.00
Бік, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Поперечне армування, см**2//м	1.59	1.28	1.01	0.77	0.56	0.38	0.24	0.13

Проліт № 1								
Розділ No	9	10	11	12	13	14	15	16
Прив'язка, М	1.92	2.16	2.34	2.40	2.64	2.88	3.12	3.36
Конверти								
крутний момент, Тс*М	3.84	4.12	4.19	4.18	4.00	3.58	2.93	2.06
	3.40	3.66	3.71	3.70	3.54	3.17	2.59	1.79
Бічна сила, Тс	1.76	0.79	0.08	-0.19	-1.11	-1.99	-2.87	-3.75
	1.52	0.64	-0.08	-0.34	-1.31	-2.29	-3.26	-4.24
Робочий об'єм, мм	-2.59	-2.71	-2.73	-2.73	-2.65	-2.47	-2.20	-1.86
	-2.73	-2.85	-2.88	-2.87	-2.79	-2.61	-2.33	-1.98
поздовжнє армування								
Дно, см**2	5.31	5.73	5.82	5.81	5.55	4.95	4.03	2.81
Верх, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Бік, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Поперечне армування, см**2//м	0.05	0.01	0.00	0.00	0.03	0.09	0.19	0.31

Проліт № 1						
Розділ No	17	18	19	20	21	22
Прив'язка, М	3.60	3.84	4.08	4.32	4.56	4.80
Конверти						
крутний момент, Тс*М	0.96	-0.37	-1.85	-3.49	-5.34	-7.40
	0.79	-0.58	-2.19	-4.02	-6.09	-8.40
Бічна сила, Тс	-4.63	-5.50	-6.38	-7.26	-8.14	-9.01
	-5.21	-6.19	-7.17	-8.14	-9.12	-10.09
Робочий об'єм, мм	-1.47	-1.06	-0.67	-0.32	-0.08	0.01
	-1.58	-1.16	-0.75	-0.39	-0.13	-0.01
поздовжнє армування						
Дно, см**2	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Верх, см**2	0.00	0.78	2.98	5.58	8.65	12.26
Бік, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Поперечне армування, см**2//м	0.47	0.67	0.89	1.15	1.44	1.77

Рисунок 2.22 – Результати розрахунку проліт 1

Проліт № 2								
Розділ №	1	2	3	4	5	6	7	8
Прив'язка, М	0.00	0.24	0.48	0.72	0.96	1.20	1.44	1.68
Конверти								
крутний момент, $T_c \cdot M$	-7.04	-5.04	-3.25	-1.67	-0.22	1.04	2.08	2.89
	-8.00	-5.76	-3.75	-1.98	-0.44	0.86	1.81	2.55
Бічна сила, T_c	9.83	8.85	7.88	6.90	5.93	4.95	3.98	3.00
	8.78	7.90	7.02	6.15	5.27	4.39	3.51	2.63
Робочий об'єм, мм	0.01	-0.06	-0.28	-0.59	-0.95	-1.32	-1.67	-1.96
	-0.01	-0.10	-0.34	-0.67	-1.05	-1.43	-1.79	-2.09
поздовжнє армування								
Дно, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41	2.83	3.96
Верх, см**2	11.62	8.15	5.19	2.69	0.70	0.00	0.00	0.00
Бік, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Поперечне армування, см**2//м	1.68	1.36	1.08	0.83	0.61	0.43	0.27	0.16

Проліт № 2								
Розділ №	9	10	11	12	13	14	15	16
Прив'язка, М	1.92	2.16	2.40	2.64	2.88	3.12	3.36	3.60
Конверти								
крутний момент, $T_c \cdot M$	3.47	3.83	3.94	3.83	3.47	2.89	2.08	1.04
	3.07	3.39	3.49	3.39	3.07	2.55	1.81	0.86
Бічна сила, T_c	2.03	1.05	0.07	-0.88	-1.76	-2.63	-3.51	-4.39
	1.76	0.88	-0.07	-1.05	-2.03	-3.00	-3.98	-4.95
Робочий об'єм, мм	-2.19	-2.33	-2.38	-2.33	-2.19	-1.96	-1.67	-1.32
	-2.33	-2.48	-2.53	-2.48	-2.33	-2.09	-1.79	-1.43
поздовжнє армування								
Дно, см**2	4.79	5.30	5.47	5.30	4.79	3.96	2.83	1.41
Верх, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Бік, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Поперечне армування, см**2//м	0.07	0.02	0.00	0.02	0.07	0.16	0.27	0.43

Проліт № 2					
Розділ №	17	18	19	20	21
Прив'язка, М	3.84	4.08	4.32	4.56	4.80
Конверти					
крутний момент, $T_c \cdot M$	-0.22	-1.67	-3.25	-5.04	-7.04
	-0.44	-1.98	-3.75	-5.76	-8.00
Бічна сила, T_c	-5.27	-6.15	-7.02	-7.90	-8.78
	-5.93	-6.90	-7.88	-8.85	-9.83
Робочий об'єм, мм	-0.95	-0.59	-0.28	-0.06	0.01
	-1.05	-0.67	-0.34	-0.10	-0.01
поздовжнє армування					
Дно, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Верх, см**2	0.70	2.69	5.19	8.15	11.62
Бік, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Поперечне армування, см**2//м	0.61	0.83	1.08	1.36	1.68

Рисунок 2.23 – Результати розрахунку проліт 2

Проліт № 3								
Розділ No	1	2	3	4	5	6	7	8
Прив'язка, М	0.00	0.24	0.48	0.72	0.96	1.20	1.44	1.68
Конверти								
крутний момент, Тс*М	-7.40	-5.34	-3.49	-1.85	-0.37	0.96	2.06	2.93
	-8.40	-6.09	-4.02	-2.19	-0.58	0.79	1.79	2.59
Бічна сила, Тс	10.09	9.12	8.14	7.17	6.19	5.21	4.24	3.26
	9.01	8.14	7.26	6.38	5.50	4.63	3.75	2.87
Робочий об'єм, мм	0.01	-0.08	-0.32	-0.67	-1.06	-1.47	-1.86	-2.20
	-0.01	-0.13	-0.39	-0.75	-1.16	-1.58	-1.98	-2.33
поздовжнє армування								
Дно, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	2.81	4.03
Верх, см**2	12.26	8.65	5.58	2.98	0.78	0.00	0.00	0.00
Бік, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Поперечне армування, см**2/м	1.77	1.44	1.15	0.89	0.67	0.47	0.31	0.19

Проліт № 3								
Розділ No	9	10	11	12	13	14	15	16
Прив'язка, М	1.92	2.16	2.40	2.46	2.64	2.88	3.12	3.36
Конверти								
крутний момент, Тс*М	3.58	4.00	4.18	4.19	4.12	3.84	3.31	2.57
	3.17	3.54	3.70	3.71	3.66	3.40	2.93	2.24
Бічна сила, Тс	2.29	1.31	0.34	0.08	-0.64	-1.52	-2.40	-3.28
	1.99	1.11	0.19	-0.08	-0.79	-1.76	-2.74	-3.72
Робочий об'єм, мм	-2.47	-2.65	-2.73	-2.73	-2.71	-2.59	-2.37	-2.07
	-2.61	-2.79	-2.87	-2.88	-2.85	-2.73	-2.50	-2.20
поздовжнє армування								
Дно, см**2	4.95	5.55	5.81	5.82	5.73	5.31	4.56	3.51
Верх, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Бік, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Поперечне армування, см**2/м	0.09	0.03	0.00	0.00	0.01	0.05	0.13	0.24

Проліт № 3						
Розділ No	17	18	19	20	21	22
Прив'язка, М	3.60	3.84	4.08	4.32	4.56	4.80
Конверти						
крутний момент, Тс*М	1.60	0.39	-1.05	-2.59	-4.32	-6.27
	1.35	0.17	-1.31	-3.02	-4.97	-7.15
Бічна сила, Тс	-4.15	-5.03	-5.91	-6.79	-7.67	-8.54
	-4.69	-5.67	-6.64	-7.62	-8.59	-9.57
Робочий об'єм, мм	-1.71	-1.31	-0.91	-0.54	-0.25	-0.08
	-1.83	-1.41	-1.00	-0.61	-0.29	-0.10
поздовжнє армування						
Дно, см**2	2.16	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
Верх, см**2	0.00	0.00	1.77	4.15	6.96	10.27
Бік, см**2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Поперечне армування, см**2/м	0.38	0.56	0.77	1.01	1.28	1.59

Рисунок 2.24 – Результати розрахунку проліт 3

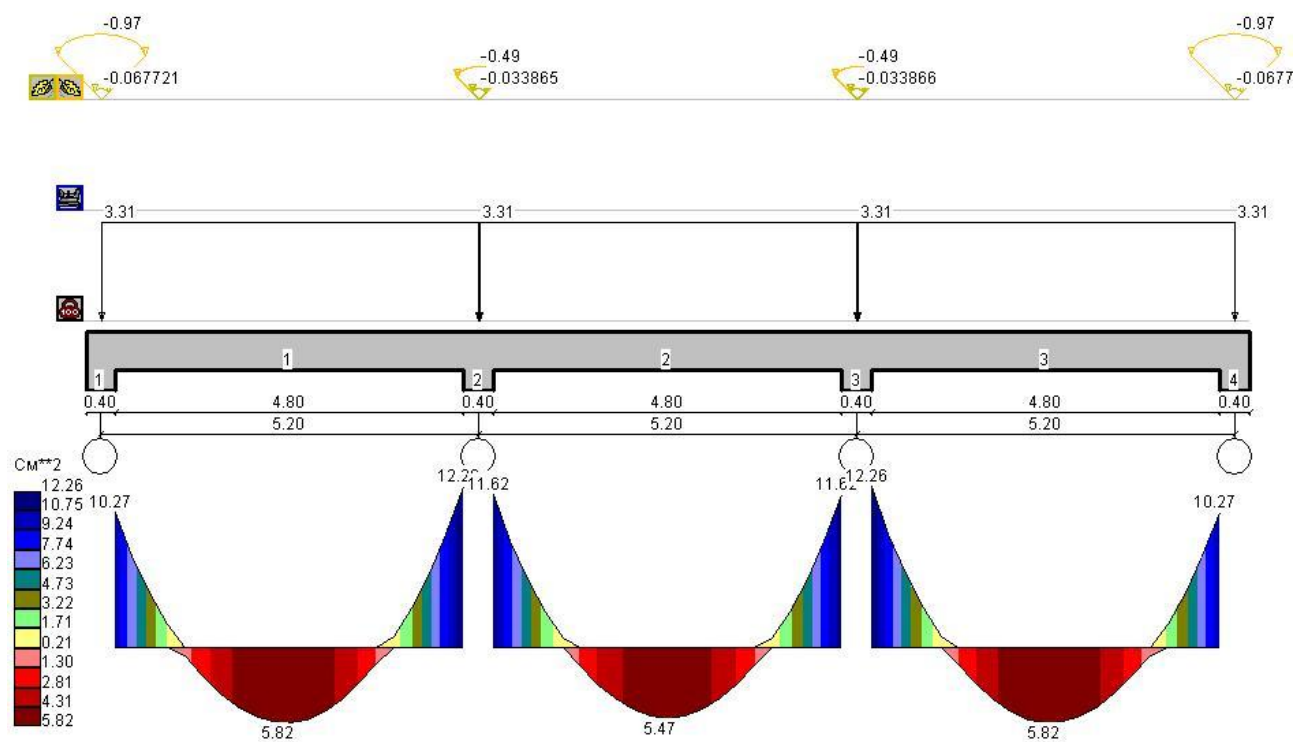


Рисунок 2.25 – Результати розрахунок армування

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Технологічна карта на влаштування монолітної фундаментної плити

Технологічна карта розроблена для організації та виконання робіт з улаштування монолітної залізобетонної фундаментної плити під час будівництва житлового будинку. У межах даної технологічної карти розглядається процес улаштування монолітної фундаментної плити розмірами в плані **60 × 16 м** та товщиною **600 мм**. Конструкція плити виконується з монолітного залізобетону і призначена для сприйняття навантажень від надземної частини будівлі та їх подальшого передавання на ґрунтову основу.

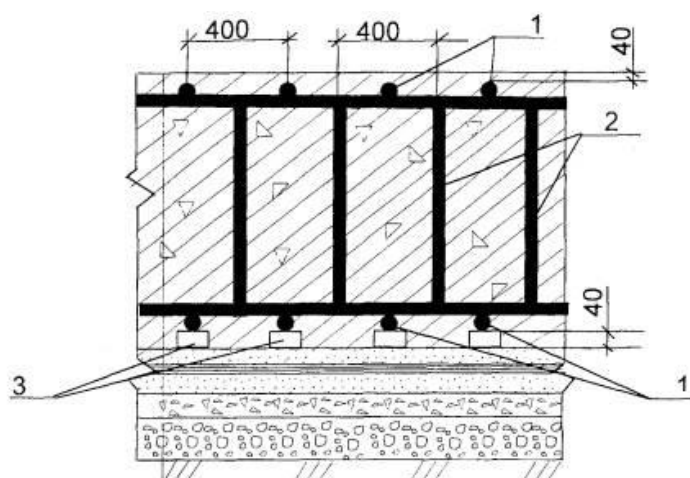
Технологічна карта передбачає виконання комплексу основних будівельних процесів, до яких належать:

- підготовка основи під фундаментну плиту;
- улаштування бетонної підготовки або вирівнювального шару;
- монтаж опалубки по контуру фундаментної плити;
- улаштування гідроізоляційного шару, якщо він передбачений проєктом;
- встановлення арматурних сіток і каркасів;
- фіксація захисного шару бетону;
- приймання арматурних та опалубних робіт перед бетонуванням;
- подавання, укладання та ущільнення бетонної суміші;
- догляд за бетоном у період набору міцності;
- розпалублення та контроль якості виконаних робіт.

Роботи з улаштування монолітної фундаментної плити передбачено виконувати за додатних температур зовнішнього повітря. За таких умов забезпечується нормальний процес твердіння бетону, досягається необхідна якість бетонної суміші та зменшується потреба у спеціальних заходах зимового бетонування.

Подача бетонної суміші до місця укладання здійснюється із застосуванням бетононасоса. Бетонна суміш укладається шарами з обов'язковим ущільненням

глибинними вібраторами, що забезпечує необхідну щільність, однорідність і міцність монолітної конструкції.



- 1 - арматура;
- 2 - плоскі рами;
- 3 - пластикові фіксатори

Рисунок 3.1 – Конструктивна схема монолітної залізобетонної плити

3.1.2 Технологія та організація влаштування фундаментної плити

Улаштування монолітної залізобетонної фундаментної плити виконується відповідно до робочих креслень, технологічної карти, проєкту виконання робіт та вимог чинних нормативних документів щодо бетонних і залізобетонних конструкцій [12, 13].

До початку виконання основних робіт необхідно завершити комплекс підготовчих заходів. На будівельному майданчику мають бути влаштовані тимчасові під'їзні дороги, проїзди для будівельної техніки, місця складування матеріалів, тимчасові побутові та виробничі приміщення. Також необхідно забезпечити подавання електроенергії та води, організувати освітлення робочої зони, виконати протипожежні заходи та передбачити умови для безпечної роботи працівників.

Перед початком улаштування фундаментної плити виконуються геодезичні роботи з винесення та закріплення осей будівлі на місцевості. Розбивочні осі, репери та орієнтири мають бути прийняті за актом. До початку бетонування також оформлюються акти на приховані роботи, зокрема на

підготовлену основу, щебеневий шар, бетонну підготовку, гідроізоляцію та змонтовану арматуру.

Основу під фундаментну плиту необхідно ретельно підготувати: спланувати, ущільнити, очистити від сміття, залишків ґрунту, води та інших забруднень. Якість підготовленої основи має забезпечувати рівномірне спирання фундаментної плити та виключати можливість локальних просідань під час експлуатації будівлі.

Улаштування опалубки

Для формування геометричних розмірів монолітної фундаментної плити передбачається встановлення інвентарної щитової опалубки. Опалубка монтується по периметру плити відповідно до проєктних розмірів. Її встановлення розпочинають із кутових ділянок, після чого монтують проміжні щити, додаткові елементи та кріпильні вузли.

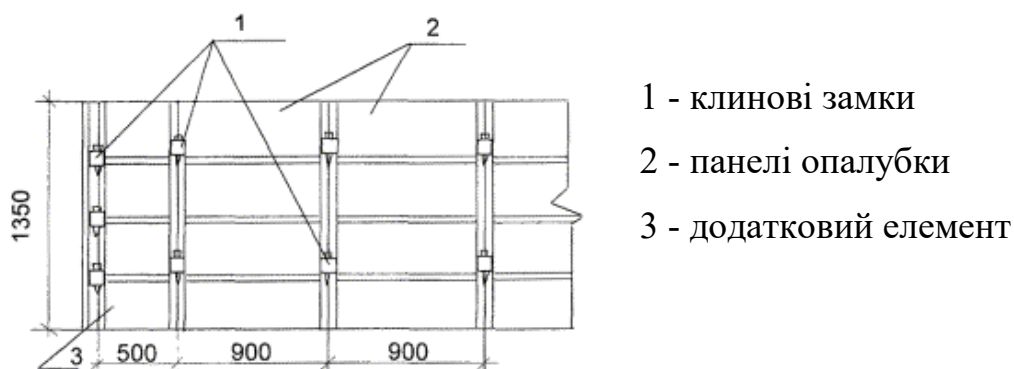


Рисунок 3.2 – Схема з'єднання панелей опалубки

Опалубна система повинна забезпечувати необхідну міцність, жорсткість і стійкість під час укладання та ущільнення бетонної суміші. Щити опалубки з'єднують між собою спеціальними замками, а їх положення фіксують розпівками, підкосами та іншими елементами кріплення. Зовнішні підпірні елементи встановлюються з таким кроком, щоб виключити зміщення щитів під дією тиску бетонної суміші.

Перед початком армування перевіряють правильність встановлення опалубки, її вертикальність, горизонтальність, відповідність проєктним розмірам і надійність кріплення. Внутрішні поверхні щитів очищують від бруду та

залишків попереднього бетонування, після чого обробляють спеціальним мастилом для полегшення подальшого розпалублення [12, 13].

Армування фундаментної плити

Армування фундаментної плити виконується відповідно до робочих креслень. Для цього застосовують окремі арматурні стрижні, сітки та просторові або плоскі каркаси. Перед монтажем арматури перевіряють її клас, діаметр, довжину, відповідність специфікації та якість поверхні. Заміна арматурної сталі за класом, діаметром або сортаментом допускається лише за погодженням із проектною організацією.

Монтаж арматури необхідно виконувати у послідовності, яка забезпечує її проектне положення в тілі фундаментної плити. Спочатку встановлюють нижню арматурну сітку з дотриманням необхідного кроку стрижнів. Для забезпечення захисного шару бетону застосовують спеціальні пластикові фіксатори. Використання як підкладок обрізків арматури, деревини, каменю або щебеня не допускається.

Після встановлення нижньої арматури монтують підтримувальні каркаси або фіксатори, які забезпечують необхідне положення верхньої сітки. Потім укладають верхні арматурні стрижні та з'єднують їх із каркасами. У місцях перетину стрижні скріплюють в'язальним дротом, а стикові з'єднання виконують відповідно до проектних вимог — зварюванням або внапуск.

Арматура має бути надійно закріплена, щоб під час бетонування не відбулося її зміщення. Для пересування робітників по армуванню передбачаються тимчасові настили або трапи. Після завершення армування виконується перевірка відповідності діаметрів, кроку, довжин анкерування, захисного шару та положення арматурних сіток. Приймання змонтованої арматури оформлюється актом на приховані роботи.

Улаштування робочих швів

Бетонування фундаментної плити може виконуватися окремими захватками або блоками залежно від обсягу бетонної суміші, продуктивності бетононасоса, можливості безперервного постачання бетону та прийнятої

організації робіт. У разі необхідності розділення плити на блоки бетонування влаштовують робочі шви.

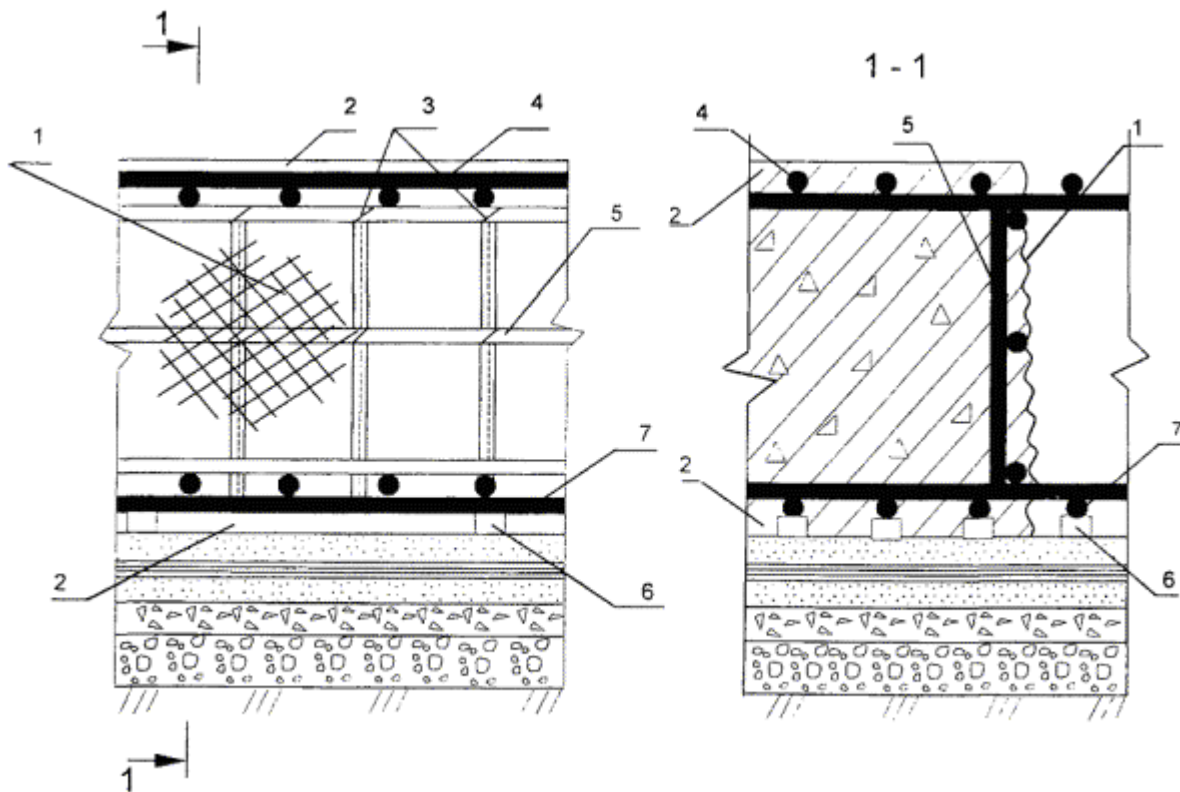


Рисунок 3.3 – Конструктивна схема робочого шва: 1 - металева сітка; 2 - захисний шар бетону; 3 - місця кріплення сітки в'язальним дротом; 4 - верхня арматура; 5 - плоский несучий каркас; 6 - пластикові хомути; 7 - нижня арматура

Робочі шви формують у проєктних місцях за допомогою плоских каркасів і металевої сітки з дрібними чарунками. Сітка кріпиться до арматурного каркаса в'язальним дротом. Розташування робочих швів повинно забезпечувати надійну спільну роботу суміжних ділянок плити після твердіння бетону.

Перед поновленням бетонування поверхню раніше укладеного бетону необхідно очистити від цементної плівки, пилу, сміття та слабкого шару, після чого зволожити або обробити відповідно до технологічних вимог [12].

Бетонування фундаментної плити

Перед укладанням бетонної суміші необхідно перевірити готовність опалубки, арматури, закладних деталей, гідроізоляції та робочих швів. Усі

елементи, які після бетонування будуть недоступними для огляду, мають бути прийняті з оформленням відповідних актів.

Бетонна суміш доставляється на будівельний майданчик автобетонозмішувачами. Подача суміші до місця укладання здійснюється бетононасосом. Застосування бетононасоса дає змогу забезпечити безперервність бетонування, скоротити тривалість робіт і рівномірно розподілити бетонну суміш по всій площі плити.

Перед початком роботи бетононасос установлюють на підготовленому горизонтальному майданчику. Під аутригери укладають інвентарні підкладки, перевіряють стійкість машини, розкладають стрілу та виконують підготовку трубопроводу до подавання бетонної суміші. Для запуску системи використовують цементний розчин або пускову суміш, яка забезпечує нормальне проходження бетону по трубопроводу.

Бетонну суміш укладають горизонтальними шарами однакової товщини по всій ширині захватки. Укладання ведуть без розривів, у напрямку, прийнятому технологічною схемою. Висота вільного скидання бетонної суміші в армовану конструкцію не повинна перевищувати 1 м, щоб уникнути її розшарування.

Наступний шар бетону необхідно укласти до початку тужавлення попереднього шару. Тривалість допустимої перерви між укладанням суміжних шарів визначається будівельною лабораторією з урахуванням температури повітря, складу бетонної суміші та умов виконання робіт.

Верхній рівень бетонної суміші під час укладання повинен бути нижчим за верхню кромку опалубки приблизно на 50 мм. Після заповнення опалубки бетонну поверхню вирівнюють, ущільнюють і загладжують відповідно до проектних вимог.

Ущільнення бетонної суміші

Ущільнення бетонної суміші виконується глибинними вібраторами. Метою вібрування є видалення повітря з бетонної суміші, забезпечення її щільного прилягання до арматури та опалубки, а також підвищення міцності та водонепроникності бетону.

Під час ущільнення глибинний вібратор занурюють у бетонну суміш вертикально або з незначним нахилом. Глибина занурення повинна забезпечувати входження наконечника в раніше укладений шар на 5–10 см. Це сприяє кращому зчепленню шарів і забезпечує монолітність конструкції.

Крок перестановки глибинного вібратора не повинен перевищувати 1,5 радіуса його дії. Забороняється спирати вібратор на арматуру, опалубку або закладні деталі, оскільки це може призвести до зміщення арматурного каркаса або порушення геометрії конструкції.

Тривалість вібрування визначається за зовнішніми ознаками достатнього ущільнення: припиненням виділення бульбашок повітря, появою цементного молочка на поверхні та припиненням помітного осідання бетонної суміші. Надмірне вібрування не допускається, оскільки воно може спричинити розшарування суміші [13].

Догляд за бетоном

Після завершення бетонування необхідно забезпечити належний догляд за бетоном у період набору міцності. У початковий період твердіння бетон слід захищати від атмосферних опадів, пересихання, дії прямих сонячних променів, вітру та різких температурних коливань.

Оптимальними умовами твердіння бетону є температура близько $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ і підвищена вологість. Для підтримання необхідного вологісного режиму відкриті поверхні бетону накривають вологопоглинальними матеріалами, поліетиленовою плівкою або періодично зволожують водою.

У суху та теплу погоду бетон на портландцементі необхідно зволожувати не менше семи діб. При температурі повітря $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вище протягом перших трьох діб поливання виконують не рідше ніж через кожні 3 години вдень і не менше одного разу вночі. Надалі бетон зволожують не менше трьох разів на добу. При температурі нижче $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ поливання бетону не виконують.

У разі випадання дощу свіжоукладену бетонну суміш необхідно захистити від потрапляння води. Ділянки бетону, які були розмиті атмосферними опадами, слід видалити та відновити відповідно до технологічних вимог.

У процесі бетонування ведеться журнал бетонних робіт, у якому фіксуються дата й час укладання бетонної суміші, склад бетону, температура повітря, обсяг укладеного бетону, місце бетонування, тривалість перерв, результати контролю та відповідальні виконавці.

Розпалублення фундаментної плити

Розпалублення фундаментної плити виконують після досягнення бетоном міцності, достатньої для збереження форми конструкції та запобігання пошкодженню її поверхонь і кромek. Починати демонтаж опалубки до набору бетоном необхідної міцності не допускається.

Демонтаж опалубки розпочинають із кутових ділянок. Спочатку знімають кріпильні елементи, гайки, стяжки та підкоси, після чого обережно відокремлюють щити від бетонної поверхні. Під час розпалублення необхідно запобігати перекиданню щитів і пошкодженню кромek фундаментної плити.

Зняті елементи опалубки очищують від залишків бетону, оглядають, сортують і готують до повторного використання або транспортування на склад. Після розпалублення виконують огляд бетонної поверхні, перевіряють геометричні розміри плити, якість бетону, наявність дефектів, раковин, тріщин або відколів.

3.1.3 Контроль якості робіт під час улаштування монолітної фундаментної плити

Контроль якості здійснюється виконавцем робіт або майстром будівельної ділянки. У разі необхідності до перевірки залучається будівельна лабораторія, яка виконує контроль фізико-механічних характеристик бетонної суміші, бетону та інших матеріалів [13].

Виробничий контроль якості робіт охоплює такі основні етапи: вхідний контроль робочої документації; вхідний контроль будівельних матеріалів, виробів і конструкцій; операційний контроль окремих технологічних процесів; приймально-здавальний контроль готової фундаментної плити; оформлення

виконавчої документації, актів на приховані роботи та актів приймання виконаних робіт.

Під час вхідного контролю робочої документації перевіряють її комплектність, відповідність креслень між собою, наявність необхідних вузлів, специфікацій, відомостей арматури, даних щодо класу бетону, товщини захисного шару, розташування робочих швів, закладних деталей та анкерних елементів. Документація повинна містити достатній обсяг технічної інформації для якісного виконання робіт на будівельному майданчику.

Під час вхідного контролю матеріалів перевіряють їх відповідність проектним вимогам, стандартам і технічним умовам. Особливу увагу приділяють наявності сертифікатів відповідності, паспортів якості, протоколів випробувань, товарно-транспортних накладних та інших супровідних документів. Матеріали, які не мають підтверджувальних документів або не відповідають вимогам проекту, до використання не допускаються.

Арматурна сталь, закладні деталі та анкери під час приймання підлягають зовнішньому огляду та контрольним вимірюванням. Перевіряють клас арматури, діаметр стрижнів, довжину елементів, відсутність значної корозії, забруднень, механічних пошкоджень та інших дефектів, які можуть знизити несучу здатність конструкції.

Кожна партія арматурної сталі повинна супроводжуватися документом про якість, у якому зазначаються найменування підприємства-виробника або постачальника, номер партії, дата постачання, клас і діаметр арматури, маса партії, номер стандарту та результати випробувань. Пачки, рулони або в'язки арматури повинні мати бирки із заводським маркуванням. У разі невідповідності супровідних документів або результатів контрольної перевірки вимогам проекту така партія арматури не допускається до виконання робіт.

Контроль бетонної суміші полягає у перевірці її відповідності проектному класу бетону за міцністю на стиск, рухливості, однорідності, водоцементному відношенню та умовам транспортування. Бетонна суміш повинна відповідати характеристикам, зазначеним у робочих кресленнях і технологічній карті. У разі

потреби будівельна лабораторія відбирає контрольні зразки бетону для подальших випробувань на міцність.

Інвентарна опалубка повинна надходити на будівельний майданчик у комплекті з кріпильними, з'єднувальними та підтримувальними елементами. До комплекту опалубки має додаватися паспорт або інструкція з експлуатації, у яких зазначаються найменування виробника, склад комплекту, дата виготовлення, гарантійні умови, перелік елементів і рекомендації щодо монтажу. Перед установленням опалубки перевіряють її технічний стан, цілісність щитів, справність замків, підкосів, стяжок і кріплень.

Операційний контроль виконується безпосередньо під час виконання будівельних процесів. Його завданням є своєчасне виявлення відхилень від проекту та запобігання появі дефектів у конструкції. На цьому етапі контролюють правильність установлення опалубки, відповідність геометричних розмірів плити, положення арматурних сіток і каркасів, товщину захисного шару бетону, розташування закладних деталей, якість стиків арматури та підготовку конструкції до бетонування.

Перед укладанням бетонної суміші обов'язково перевіряють чистоту опалубки, відсутність сміття, води, бруду та сторонніх предметів. Також перевіряють надійність кріплення арматури, фіксаторів, закладних деталей і робочих швів. Усі елементи, які після бетонування будуть недоступні для огляду, приймаються з оформленням акта на приховані роботи.

Під час бетонування контролюють безперервність подавання бетонної суміші, товщину укладених шарів, висоту вільного скидання, якість ущільнення та дотримання технологічних перерв. Ущільнення бетонної суміші повинно виконуватися глибинними вібраторами без спирання їх на арматурні каркаси та елементи опалубки. Тривалість вібрування має забезпечувати повне ущільнення суміші без її розшарування.

Приймально-здавальний контроль фундаментної плити виконується після завершення бетонування, набору бетоном необхідної міцності та розпалублення. Під час приймання перевіряють геометричні розміри конструкції, якість

бетонної поверхні, відсутність тріщин, раковин, відколів, розшарувань, оголеної арматури та інших дефектів. Також перевіряють відповідність положення закладних деталей, анкерних болтів і відміток поверхонь проєктним рішенням.

Результати контролю якості фіксуються у виконавчій документації. До неї належать журнал бетонних робіт, акти на приховані роботи, акти приймання арматури та опалубки, документи про якість матеріалів, протоколи лабораторних випробувань, акти приймання виконаних робіт та інші документи, передбачені проєктом виконання робіт [12].

Таблиця 3.1 – Допустимі відхилення в розмірах і положенні конструкцій

Відхилення	Допустиме значення
Відхилення ліній площин перетину від вертикалі або проєктного нахилу на всю висоту фундаментної плити	20 мм
Відхилення горизонтальної площини на всій довжині ділянки, що перевіряється	20 мм
Місцева нерівність бетонної поверхні під час перевірки двометровою рейкою	5 мм
Відхилення відміток поверхонь і закладних виробів, що служать опорами для металевих або збірних залізобетонних елементів	-5 мм
Відхилення анкерних болтів у плані в межах контуру опори	5 мм
Відхилення анкерних болтів у плані поза контуром опори	10 мм
Відхилення анкерних болтів по висоті	+20 мм

Отже, система контролю якості під час улаштування монолітної фундаментної плити повинна забезпечувати перевірку всіх основних етапів робіт: від приймання матеріалів і підготовки основи до бетонування, догляду за бетоном і приймання готової конструкції.

3.1.3 Техніка безпеки під час улаштування монолітної фундаментної плити

Роботи з улаштування монолітної залізобетонної фундаментної плити необхідно виконувати з дотриманням вимог охорони праці, промислової та пожежної безпеки, передбачених чинними нормативними документами, зокрема ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» [15].

До виконання робіт допускаються працівники, які мають відповідну професійну підготовку, пройшли медичний огляд, вступний і первинний інструктажі з охорони праці, а також інструктаж безпосередньо на робочому місці. Працівники, які виконують спеціальні або роботи підвищеної небезпеки, повинні мати посвідчення на право виконання відповідного виду робіт.

Перед початком робіт усі виконавці повинні бути ознайомлені з технологічною картою, проектом виконання робіт, схемами руху машин і механізмів, місцями складування матеріалів, розташуванням небезпечних зон та порядком виконання основних технологічних операцій. Ознайомлення працівників із вимогами безпеки виконується під підпис у відповідному журналі інструктажів.

У разі виконання робіт, що належать до робіт підвищеної небезпеки, їх проведення допускається лише за наявності відповідного наряду-допуску. У такому документі зазначаються склад бригади, відповідальні особи, межі небезпечної зони, умови безпечного виконання робіт і термін дії дозволу.

Відповідальні особи за експлуатацію будівельних машин і механізмів повинні забезпечувати їх справний технічний стан. Технічне обслуговування, огляд і ремонт машин виконуються відповідно до інструкцій заводів-виробників та експлуатаційної документації. Використання несправних машин, механізмів, пристроїв, електроінструменту або засобів малої механізації не допускається.

Особливу увагу необхідно приділяти безпечній роботі автобетононасоса та автобетонозмішувачів. До керування бетононасосом і його обслуговування допускаються працівники, які мають необхідну кваліфікацію, пройшли спеціальне навчання, медичний огляд та інструктаж з охорони праці. Робота на несправному бетононасосі або автобетонозмішувачі забороняється.

Бетононасос повинен установлюватися на рівному та ущільненому майданчику в межах робочої зони. Перед початком роботи необхідно перевірити правильність установлення машини, надійність опирання аутригерів, справність гідравлічної системи, трубопроводу, стріли, завантажувального бункера та пристроїв керування. Під аутригери слід укладати спеціальні інвентарні

підкладки, які забезпечують стійкість машини під час подавання бетонної суміші.

Під час бетонування між оператором бетононасоса та бетонувальниками має бути забезпечений постійний надійний зв'язок. Він може здійснюватися візуально, за допомогою встановлених сигналів або радіозв'язку. Відсутність зв'язку між оператором і робітниками в зоні укладання бетонної суміші може призвести до аварійної ситуації, тому роботу в такому разі необхідно припинити до відновлення зв'язку.

Не допускається пересування автобетононасоса зі стрілою, яка не приведена у транспортне положення. Під час роботи стріли забороняється перебування людей у зоні її можливого переміщення, під бетонопроводом, а також поблизу місць з'єднання секцій трубопроводу. Усі працівники, які перебувають у зоні бетонування, повинні користуватися захисними касками, спецодягом, спецвзуттям і рукавицями.

Під час ущільнення бетонної суміші електричними вібраторами необхідно дотримуватися правил електробезпеки. Перед початком роботи перевіряють справність вібратора, кабелю, штепсельних з'єднань і захисного вимкнення. Забороняється переміщувати електровібратор за струмоведучий кабель або шланг. Під час перерв у роботі, перенесення обладнання з одного місця на інше, очищення або огляду електровібратор необхідно вимикати з мережі.

Під час виконання арматурних робіт необхідно забезпечити безпечне подавання арматурних стрижнів, сіток і каркасів у котлован. Арматурні елементи слід опускати за допомогою вантажопідіймальних механізмів із застосуванням справних стропів, траверс або спеціальних пристроїв. Скидання арматури в котлован не допускається. При складуванні арматури необхідно забезпечити її стійке положення та вільні проходи для працівників.

Під час монтажу арматури робітники повинні використовувати справний ручний інструмент, захисні рукавиці та спецвзуття. Пересування по арматурних сітках допускається лише по спеціально влаштованих тимчасових настилах або

трапах. Це дозволяє запобігти травмуванню працівників і зміщенню змонтованої арматури.

Під час виконання зварювальних робіт необхідно дотримуватися вимог електробезпеки та пожежної безпеки. Забороняється ремонтувати зварювальні апарати, які перебувають під напругою. Електрозварювальне обладнання повинно бути справним, заземленим і захищеним від механічних пошкоджень. Ізоляція електричних проводів має бути цілою та надійно захищеною від впливу вологи, бетонної суміші й гострих предметів.

Довжина первинного електричного кола між джерелом живлення та пересувною зварювальною установкою не повинна перевищувати встановлених нормативних вимог. Електрозварники повинні мати відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки, а також бути забезпечені засобами індивідуального захисту: захисною маскою або щитком, рукавицями, спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами захисту відповідно до характеру виконуваних робіт.

Організація робочих місць повинна забезпечувати безпечне виконання всіх технологічних операцій. Проходи, робочі зони, місця складування матеріалів і підходи до машин мають бути очищені від сміття, сторонніх предметів, арматурних обрізків, залишків опалубки та інших перешкод. У темний час доби або за недостатнього природного освітлення робочі місця повинні бути забезпечені штучним освітленням.

Під час роботи в котловані необхідно контролювати стан його укосів або кріплень. Перебування працівників у зоні можливого обвалення ґрунту не допускається. Підходи до робочих місць у котловані повинні бути обладнані безпечними спусками, драбинами або трапами. Забороняється захаращувати проходи та залишати інструмент у місцях пересування працівників.

Усі працівники повинні бути проінструктовані з питань пожежної безпеки. На кожну зміну призначається відповідальна особа за дотримання протипожежного режиму. Будівельний майданчик необхідно забезпечити первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками, ящиками з піском,

лопатами, відрами, пожежними щитами та іншими засобами відповідно до вимог норм.

Місця виконання зварювальних та інших вогневих робіт повинні бути очищені від горючих матеріалів. Після завершення таких робіт необхідно перевірити робочу зону на відсутність тління, іскор або інших джерел можливого займання. Куріння на будівельному майданчику допускається лише у спеціально відведених і позначених місцях.

3.2 Календарний графік виконання робіт

Для організації процесу влаштування монолітної фундаментної плити складено календарний графік виконання основних будівельно-монтажних робіт. У графіку враховано послідовність виконання технологічних операцій, обсяги робіт, норми часу, трудомісткість, склад ланок робітників, кількість змін і тривалість виконання кожного процесу.

До складу основних робіт входять: установлення металодерев'яної опалубки, монтаж арматурних сіток і каркасів, подавання бетонної суміші бетононасосом, укладання бетонної суміші в конструкцію та розбирання опалубки після набору бетоном необхідної міцності.

Таблиця 3.3 – Календарний графік виконання робіт з улаштування монолітної фундаментної плити

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Норма часу, люд.-год	Трудомісткість, люд.-зм.	Склад ланки	Кількість робітників	Кількість змін	Тривалість, днів
Встановлення металодерев'яної опалубки	м²	1390	0,45	80	Тесляр 4 р. – 1; тесляр 2 р. – 1	2	1	2
Встановлення горизонтальних арматурних сіток і каркасів масою до 0,6 т	шт.	144	0,81	14,2	Арматурник 4 р. – 1; арматурник 2 р. – 3	4	1	—
Встановлення вертикальних арматурних	шт.	384	0,79	37,0	Арматурник 4 р. – 1;	4	1	—

сіток і каркасів масою до 0,3 т					арматурник 2 р. – 3			
Подавання бетонної суміші бетононасосом	100 м³	6,95	18	12	Машиніст бетононасоса; слюсар; бетонувальник	3	1	—
Укладання бетонної суміші в конструкцію	м³	695	0,22	16	Бетонувальник 4 р. – 1; бетонувальник 2 р. – 1	2	1	—
Розбирання металодерев'яної опалубки	м²	1390	0,26	40	Тесляр 3 р. – 1; тесляр 2 р. – 1	2	1	2

Згідно з календарним графіком, роботи виконуються потоковим методом із дотриманням технологічної послідовності. Спочатку здійснюється встановлення опалубки, після чого виконується монтаж арматурних сіток і каркасів. Після приймання опалубних та арматурних робіт проводиться бетонування фундаментної плити з подаванням бетонної суміші автобетононасосом. Завершальним етапом є розбирання опалубки після досягнення бетоном необхідної міцності [13].

3.3 Відомість основних машин, механізмів, інструментів та пристроїв

Для виконання робіт з улаштування монолітної фундаментної плити передбачено застосування будівельних машин, механізмів, інструментів і пристроїв, які забезпечують транспортування, подавання, укладання, ущільнення та опорядження бетонної суміші, а також монтаж арматурних елементів.

Таблиця 3.4 – Відомість основних машин, механізмів, інструментів та пристроїв

Найменування	Марка	Кількість	Призначення
Автобетононасос	СБ-126А	1	Подавання та укладання бетонної суміші
Кран автомобільний	КС-8165	1	Подавання і монтаж арматурних сіток та каркасів

Автобетонозмішувач	СБ-92-1А	1	Доставка бетонної суміші на будівельний майданчик
Зварювальний апарат	СТН-500	1	Зварювання арматурних елементів
Глибинний вібратор	ИВ-113	2	Ущільнення бетонної суміші
Строп чотиригілковий	—	1	Стропування арматурних сіток і каркасів
Рівень	УС2-700	2	Контроль горизонтальності та положення конструктивних елементів
Лопата совкова	ЛКС-2	4	Розрівнювання бетонної суміші
Лом будівельний	ЛС-24	4	Допоміжні роботи, штикування бетонної суміші
Кельма	№ 3	2	Розрівнювання та локальне опорядження бетонної поверхні
Гладилка	—	4	Загладжування поверхні бетону
Напівтерок	—	4	Загладжування та вирівнювання бетонної поверхні
Шкребок	—	4	Очищення та підготовка поверхонь
Дошка для загладжування	—	2	Остаточне вирівнювання поверхні бетону

Підібраний комплект машин і механізмів забезпечує виконання основних технологічних операцій у встановлені строки.

Автобетононасос використовується для безперервного подавання бетонної суміші до місця укладання, автобетонозмішувач — для її транспортування з бетонного вузла, автомобільний кран — для подавання арматурних сіток і каркасів у робочу зону. Ущільнення бетонної суміші виконується глибинними вібраторами, що забезпечує необхідну щільність і монолітність фундаментної плити.

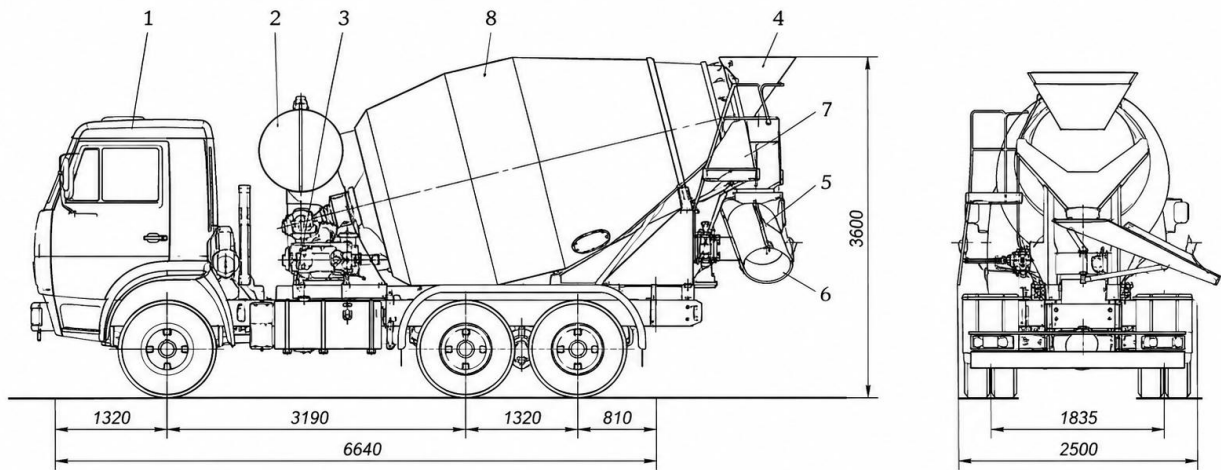


Рисунок 3.4 – Автобетононасос СБ-126А: 1 — кабіна водія; 2 — бак для води; 3 — гідравлічний привід; 4 — завантажувальний бункер; 5 — розвантажувальний жолоб; 6 — трубопровід для подачі бетонної суміші; 7 — механізм нахилу розвантажувального жолоба; 8 — змішувальний барабан

Застосування зазначених машин, механізмів та інструментів дозволяє раціонально організувати процес улаштування монолітної фундаментної плити, підвищити продуктивність праці, скоротити тривалість робіт і забезпечити належну якість бетонування.

3.4 Визначення обсягів робіт з улаштування фундаментної плити

Для визначення загальної тривалості робіт з улаштування монолітної фундаментної плити необхідно попередньо визначити основні обсяги будівельно-монтажних робіт. До них належать площа опалубки, об'єм бетонної суміші та загальна маса арматури.

Вихідні дані для розрахунку: довжина фундаментної плити — $L = 60$ м; ширина фундаментної плити — $B = 16$ м; товщина фундаментної плити — $h = 0,6$ м; витрати арматури — 60 кг/м³.

Площа опалубки визначається за формулою [12]:

$$S_{on} = P \cdot h,$$

де $S_{оп}$ — площа опалубки, m^2 ; P — периметр фундаментної плити, m ; h — висота, або товщина, фундаментної плити, m .

Спочатку визначасмо периметр плити:

$$P = 2 \cdot (L + B)$$

$$P = 2 \cdot (60 + 16) = 152 \text{ м.}$$

Тоді площа опалубки становить:

$$S_{оп} = 152 \cdot 0,6 = 91,2 \text{ м}^2.$$

Об'єм бетонної суміші, необхідної для улаштування фундаментної плити, визначається за формулою:

$$V_{б} = S_{пл} \cdot h,$$

де $V_{б}$ — об'єм бетону, m^3 ; $S_{пл}$ — площа фундаментної плити в плані, m^2 ; h — товщина фундаментної плити, m .

Площа фундаментної плити в плані:

$$S_{пл} = L \cdot B$$

$$S_{пл} = 60 \cdot 16 = 960 \text{ м}^2.$$

Об'єм бетону становить: $V_{б} = 960 \cdot 0,6 = 576 \text{ м}^3$.

Отже, для бетонування фундаментної плити необхідно: $V_{б} = 576 \text{ м}^3$ бетону.

Визначення витрат арматури

Загальна маса арматури визначається за формулою:

$$A = V_{б} \cdot q_a,$$

де A — загальна маса арматури, kg ; $V_{б}$ — об'єм бетону, m^3 ; q_a — витрати арматури на 1 м^3 бетону, kg/m^3 .

Приймаємо витрати арматури: $q_a = 60 \text{ кг/м}^3$.

Тоді:

$$A = 576 \cdot 60 = 34\,560 \text{ кг.}$$

Переведемо в тонни:

$$A = 34\,560 \text{ кг} = 34,56 \text{ т.}$$

Обсяг робіт зі зняття опалубки приймається рівним площі встановленої опалубки: $S_{оп} = 91,2 \text{ м}^2$.

Таблиця 3.4 – Підсумок розрахунку обсягів робіт

Найменування робіт	Обсяг, одиниця виміру
Улаштування опалубки фундаментної плити	91,2, м ²
Укладання бетонної суміші	576, м ³
Установлення арматури	34,56, т
Зняття опалубки	91,2, м ²

Таким чином, для улаштування монолітної фундаментної плити розмірами 60 × 16 м і товщиною 0,6 м необхідно встановити 91,2 м² опалубки, укласти 576 м³ бетонної суміші та змонтувати 34,56 т арматури. Після завершення бетонування та набору бетоном необхідної міцності демонтажу підлягає 91,2 м² опалубки.

3.5 Техніко-економічні показники

Згідно з раніше виконаним розрахунком, об'єм бетонної суміші для улаштування фундаментної плити становить: $V_{\text{б}} = 576 \text{ м}^3$. Тривалість виконання робіт приймається за календарним графіком виконання робіт: $T = 13,7$ днів.

Загальна трудомісткість робіт визначається з урахуванням питомої трудомісткості, прийнятої за аналогічним розрахунком: $q = 0,132 \text{ люд.-зм./м}^3$.

Тоді загальна трудомісткість робіт становить:

$$\Sigma Q = q \cdot V_{\text{б}},$$

$$\Sigma Q = 0,132 \cdot 576 = 76,03 \text{ люд.-зм.}$$

$$\text{Приймаємо: } \Sigma Q = 76 \text{ люд.-зм.}$$

Питома трудомісткість визначається за формулою:

$$q = \Sigma Q / V_{\text{б}},$$

де q — питома трудомісткість, люд.-зм./м³; ΣQ — загальна трудомісткість робіт, люд.-зм.; $V_{\text{б}}$ — об'єм бетонної суміші, м³.

Підставляємо значення:

$$q = 76 / 576 = 0,132 \text{ люд.-зм./м}^3.$$

Виробіток одного робітника за зміну визначається за формулою:

$$B = V_6 / \Sigma Q,$$

де В — виробіток, м³/люд.-зм.

Підставляємо значення:

$$B = 576 / 76 = 7,58 \text{ м}^3/\text{люд.-зм.}$$

Отже, виробіток становить: В = 7,58 м³/люд.-зм.

Таблиця 3.5 – Підсумкові техніко-економічні показники

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
Об'єм бетонної суміші	м ³	576
Тривалість виконання робіт	дн.	13,7
Загальна трудомісткість	люд.-зм.	76
Питома трудомісткість	люд.-зм./м ³	0,132
Виробіток	м ³ /люд.-зм.	7,58

Таким чином, для улаштування монолітної фундаментної плити об'ємом 576 м³ загальна трудомісткість робіт становить 76 люд.-зм., питома трудомісткість — 0,132 люд.-зм./м³, а виробіток — 7,58 м³/люд.-зм.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз умов праці на будівництві житлового будинку

Під час виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті необхідно забезпечити безпечні та нешкідливі умови праці для всіх працівників. Організація робіт повинна здійснюватися відповідно до проєкту виконання робіт, технологічних карт, будівельних норм, правил охорони праці, пожежної безпеки та виробничої санітарії.

На будівельному майданчику передбачаються заходи, спрямовані на запобігання виробничому травматизму, аварійним ситуаціям, ураженню електричним струмом, падінню працівників з висоти, обваленню ґрунту, падінню матеріалів і конструкцій, а також виникненню пожеж. Усі працівники до початку виконання робіт повинні пройти інструктаж з охорони праці на робочому місці, бути забезпечені засобами індивідуального захисту, спецодягом, спецвзуттям і справним інструментом.

Відповідальність за безпечне виконання робіт, дотримання вимог охорони праці та протипожежний стан на будівельному майданчику покладається на майстра або виконавця робіт [15].

4.1.1 Земляні роботи

Земляні роботи необхідно виконувати відповідно до проєкту виконання робіт і вимог охорони праці. До початку розроблення котлованів і траншей повинні бути уточнені місця розташування підземних інженерних мереж. У зоні проходження підземних комунікацій земляні роботи допускається виконувати лише за наявності письмового дозволу організації, яка відповідає за їх експлуатацію.

Розроблення ґрунту в котлованах і траншеях повинно здійснюватися під безпосереднім керівництвом майстра або виконавця робіт. У разі виявлення вибухонебезпечних предметів, невідомих комунікацій або інших небезпечних

факторів роботи необхідно негайно припинити до отримання дозволу відповідних служб.

Розроблення котлованів і траншей виконується з дотриманням установленної крутості укосів. Перед допуском працівників у котлован або траншею глибиною понад 1,5 м необхідно перевірити стійкість укосів або надійність їх кріплення. Котлован повинен бути огорожений, а в небезпечних місцях необхідно встановити попереджувальні написи та знаки безпеки.

Екскаватори, що використовуються під час земляних робіт, повинні бути технічно справними та обладнаними звуковою сигналізацією. Навантаження ґрунту в автосамоскиди слід виконувати з боку заднього або бокового борту транспортного засобу. Перебування працівників у зоні дії ковша екскаватора не допускається.

У разі виконання земляних робіт у темний час доби робоча зона повинна бути освітлена прожекторами або іншими освітлювальними приладами відповідної потужності. Проїзди та проходи мають залишатися вільними для безпечного руху транспорту, механізмів і працівників [15, 16].

4.1.2 Бетонні та залізобетонні роботи

Під час виконання бетонних і залізобетонних робіт необхідно дотримуватися вимог безпеки під час монтажу опалубки, встановлення арматури, подавання, укладання та ущільнення бетонної суміші. Перед початком робіт перевіряють справність обладнання, інструменту, електропроводів, вібраторів, опалубки та засобів малої механізації.

Опалубка повинна встановлюватися згідно з проектом виконання робіт і забезпечувати необхідну міцність, стійкість та геометричну точність конструкції. Розміщення на опалубці сторонніх матеріалів, обладнання або людей, якщо це не передбачено технологією робіт, не допускається.

Під час армування монолітних залізобетонних конструкцій необхідно огорожувати місця розмотування, випрямлення, різання та згинання арматури. Верстати для обробки арматури повинні бути обладнані захисними пристроями.

Арматурні сітки та каркаси необхідно подавати до місця монтажу за допомогою справних вантажозахоплювальних пристроїв.

Бадді або бункери для бетонної суміші дозволяється переміщувати лише із закритими затворами. Під час подавання бетонної суміші забороняється перебувати під піднятим вантажем або в зоні його можливого падіння.

Ущільнення бетонної суміші виконується електричними вібраторами. Під час роботи з електровібраторами забороняється переміщувати їх за струмопровідний кабель або шланг. При виявленні несправностей роботу необхідно негайно припинити, а вібратор відключити від електромережі. Після завершення роботи вібратори очищують і протирають насухо. Відмивати електровібратори водою не допускається.

Кожен працівник, залучений до бетонних робіт, повинен знати безпечні прийоми праці, правила захисту від ураження електричним струмом і порядок надання першої допомоги потерпілим. У разі виконання робіт у нічний час робочі місця повинні бути забезпечені штучним освітленням відповідно до нормативних вимог [15, 16].

4.1.3 Монтажні роботи

Монтаж будівельних конструкцій необхідно виконувати відповідно до проекту виконання робіт та встановленої технологічної послідовності. До початку монтажу повинні бути перевірені справність вантажопідіймальних механізмів, стропів, траверс, захватів, монтажних пристроїв і засобів індивідуального захисту.

Збірні конструкції слід складувати у штабелі з використанням прокладок, які забезпечують можливість безпечного стропування без необхідності піднімання або зсування елементів вручну. Стропування конструкцій повинно виконуватися тільки справними стропами або траверсами, що відповідають масі та габаритам вантажу.

Монтажні роботи виконуються під керівництвом інженерно-технічного працівника. На ділянці, де здійснюється монтаж, не допускається виконання сторонніх робіт і перебування осіб, які не беруть участі в монтажному процесі.

Перед початком монтажу необхідно встановити порядок подавання умовних сигналів між особою, яка керує монтажем, і машиністом крана. Усі сигнали повинен подавати один призначений працівник. Сигнал «Стій!» може подати будь-який робітник, який помітив небезпеку.

Для запобігання падінню працівників з висоти необхідно використовувати інвентарні підмостки, тимчасові містки, огороження та запобіжні пояси. Робочі місця, розташовані на висоті понад 1 м від рівня підлоги або настилу, повинні бути огорожені. Пересування по балках або інших конструкціях без страхувального каната і запобіжного пояса не допускається.

Усі працівники, які виконують монтажні роботи, повинні бути забезпечені захисними касками, спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту [15, 16].

4.1.4 Кам'яні роботи

Кам'яні роботи, зокрема кладку цегляних стін і перегородок, необхідно виконувати з інвентарних риштувань або помостів. Риштування мають бути встановлені на очищену й вирівняну основу та забезпечувати стійке положення під час роботи.

Настили риштувань і помостів повинні бути рівними, міцними, без щілин і небезпечних перепадів. Зазор між стіною та настилем не повинен перевищувати допустимих значень. Робочий настил повинен розташовуватися так, щоб забезпечити зручне та безпечне виконання кладки.

Ходіння мулярів безпосередньо по стіні забороняється. Не допускається залишати на стінах інструмент, цеглу, розчин або інші матеріали під час перерви чи після завершення робочої зміни.

Під час подавання цегли, розчину та інших матеріалів краном необхідно використовувати піддони, контейнери й вантажозахоплювальні пристрої, які

виключають падіння вантажу. Отвори в перекриттях, віконні та дверні прорізи до встановлення заповнень повинні бути огорожені [15, 16].

4.1.4 Оздоблювальні та скляні роботи

Оздоблювальні роботи необхідно виконувати з інвентарних риштувань, помостів або інших безпечних засобів підмоцнування. Ширина настилів повинна забезпечувати безпечне переміщення працівників і розміщення необхідного інструменту.

Фарби, розчинники, ґрунтовки, лаки та інші матеріали, що містять шкідливі або легкозаймисті речовини, необхідно зберігати в окремих добре провітрюваних приміщеннях. Легкозаймисті матеріали, зокрема бензин, уайт-спірит, оліфу та інші подібні речовини, слід зберігати у спеціально відведених місцях із дотриманням вимог пожежної безпеки.

Інструменти необхідно переносити та зберігати в інструментальних ящиках. До роботи з механізованим інструментом допускаються лише працівники, які пройшли відповідне навчання та перевірку знань.

Під час виконання малярних робіт із застосуванням матеріалів, що містять шкідливі речовини, необхідно користуватися засобами індивідуального захисту органів дихання, очей і шкіри, а також забезпечувати провітрювання приміщень.

Скляні роботи повинні виконуватися з дотриманням спеціальних вимог безпеки. Розкрій скла доцільно виконувати централізовано у спеціально обладнаному приміщенні. Не допускається різання скла, яке було винесене з морозу та не встигло прогрітися і висохнути. Скло до місця виконання робіт слід доставляти у спеціальних ящиках або контейнерах [15, 16].

4.1.5 Покрівельні роботи

Покрівельні роботи належать до робіт підвищеної небезпеки, оскільки виконуються на висоті та пов'язані з ризиком падіння працівників, інструменту й матеріалів. До виконання таких робіт допускаються працівники, які пройшли

відповідний інструктаж, медичний огляд і мають необхідні засоби індивідуального захисту.

Перед початком покрівельних робіт майстер або виконавець робіт разом із бригадиром повинен перевірити справність несучих конструкцій даху, огорожень, настилів, драбин і місць кріплення страхувальних засобів.

Працівники повинні бути забезпечені запобіжними поясами, нековзним взуттям, захисними касками, рукавицями та, за потреби, захисними окулярами. У нічний час робочі місця повинні бути освітлені.

Уздовж зовнішніх стін у зоні виконання покрівельних робіт необхідно влаштувати огорожену небезпечну зону. Її ширина приймається залежно від висоти будівлі та характеру виконуваних робіт. Перебування сторонніх осіб у цій зоні не допускається.

Під час приготування або розігрівання мастик працівники повинні користуватися спецодягом і засобами індивідуального захисту. Варильні установки та ємності для мастик необхідно розміщувати у безпечних місцях з урахуванням вимог пожежної безпеки [15, 16].

4.1.6 Загальні вимоги безпеки на будівельному майданчику

Усі особи, які перебувають на будівельному майданчику, повинні носити захисні каски. Працівники та інженерно-технічний персонал без засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

Усі металеві частини електрообладнання, освітлювальної арматури, машин і механізмів з електроприводом повинні бути заземлені відповідно до проекту виконання робіт і вимог електробезпеки.

Робочі місця мають бути організовані таким чином, щоб забезпечити безпечне виконання технологічних операцій. Проходи, проїзди, підходи до робочих місць і місця евакуації не повинні захащуватися матеріалами, інструментом або будівельним сміттям.

Працівники повинні бути забезпечені санітарно-побутовими приміщеннями, місцями для відпочинку, питною водою, аптечками першої допомоги та необхідним нормокомплектom інструменту.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці під час виконання земляних, бетонних, монтажних, кам'яних, оздоблювальних, скляних і покрівельних робіт забезпечує безпечні умови праці на будівельному майданчику та знижує ризик виникнення виробничого травматизму.

4.2 Організація безпечних і нешкідливих умов праці на будівельному майданчику

Організація безпечних і нешкідливих умов праці на будівельному майданчику є однією з основних вимог під час виконання будівельно-монтажних робіт. Вона передбачає створення таких виробничих умов, за яких знижується ризик травмування працівників, виникнення аварійних ситуацій, пожеж, ураження електричним струмом, падіння з висоти, обвалення ґрунту та інших небезпечних факторів. Питання охорони праці мають враховуватися ще на стадії розроблення проекту організації будівництва та будівельного генерального плану.

На будівельному генеральному плані необхідно передбачити раціональне розміщення будівельних машин і механізмів, тимчасових доріг, проїздів, побутових приміщень, складів матеріалів, небезпечних зон, місць встановлення пожежних щитів, електрощитового обладнання та освітлювальних пристроїв. Територія будівельного майданчика повинна бути огорожена, а на в'їздах і входах необхідно встановити інформаційні щити, попереджувальні знаки та схему руху транспорту.

Для безпечного пересування працівників і будівельної техніки на майданчику передбачаються тимчасові дороги та пішохідні проходи. Проїзди повинні мати достатню ширину для руху будівельного транспорту, підвезення матеріалів і доступу пожежної техніки. У місцях інтенсивного руху машин

необхідно встановлювати знаки обмеження швидкості, покажчики напрямку руху та попереджувальні написи. Рух транспорту має здійснюватися відповідно до затвердженої схеми, що знижує ризик наїзду на працівників і зіткнення будівельних машин.

Особливу увагу потрібно приділяти визначенню та огороженню небезпечних зон. До таких зон належать ділянки роботи вантажопідіймальних кранів, екскаваторів, бетононасосів, місця переміщення вантажів, ділянки біля котлованів і траншей, зони складування матеріалів, а також місця виконання робіт на висоті. Небезпечні зони повинні бути позначені сигнальним огороженням, попереджувальними знаками та заборонними написами. Перебування сторонніх осіб у цих зонах не допускається.

Складування будівельних матеріалів, конструкцій та виробів необхідно виконувати у спеціально відведених місцях. Майданчики складування повинні мати рівну основу, зручні під'їзди та бути розташовані поза межами небезпечних зон. Матеріали слід розміщувати так, щоб забезпечити їх стійкість, зручність стропування, безпечне навантаження і розвантаження. Забороняється складувати матеріали на краю котлованів, у проходах, проїздах, біля електроліній або в місцях, де вони можуть створювати небезпеку для працівників.

До виконання будівельно-монтажних робіт допускаються лише працівники, які пройшли вступний інструктаж, первинний інструктаж на робочому місці, навчання безпечним методам праці та перевірку знань з охорони праці. Працівники, які виконують роботи підвищеної небезпеки, повинні мати відповідну кваліфікацію і допуск. Усі працівники на будівельному майданчику зобов'язані користуватися засобами індивідуального захисту: захисними касками, спецодягом, спецвзуттям, рукавицями, а за необхідності — запобіжними поясами, захисними окулярами та засобами захисту органів дихання.

Робочі місця повинні бути організовані таким чином, щоб забезпечити зручне й безпечне виконання технологічних операцій. Проходи, підходи до робочих місць, евакуаційні шляхи та проїзди не допускається захащувати

будівельними матеріалами, інструментом, сміттям або елементами опалубки. У темний час доби або за недостатнього природного освітлення робочі місця повинні бути забезпечені штучним освітленням відповідно до норм.

На будівельному майданчику необхідно забезпечити електробезпеку. Тимчасові електромережі повинні прокладатися так, щоб унеможливити їх механічне пошкодження. Електрообладнання, розподільчі щити, кабелі, переносні світильники та електроінструмент мають бути справними. Металеві корпуси електрообладнання, які можуть опинитися під напругою, повинні бути заземлені або занулені. Обслуговування електроустановок допускається лише працівниками, які мають відповідну групу з електробезпеки.

Важливою складовою організації безпечних умов праці є забезпечення пожежної безпеки. Будівельний майданчик повинен бути обладнаний первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками, пожежними щитами, ящиками з піском, лопатами, відрами та іншими необхідними засобами. Місця виконання зварювальних та інших вогневих робіт повинні бути очищені від горючих матеріалів. Куріння дозволяється лише у спеціально відведених місцях.

Особливі вимоги висуваються до зберігання легкозаймистих, токсичних і пиловидних матеріалів. Фарби, розчинники, мастики, пальні рідини та інші небезпечні речовини необхідно зберігати в закритій тарі у спеціально відведених і добре провітрюваних приміщеннях. Балони зі стисненими газами повинні зберігатися у вертикальному положенні, бути захищеними від сонячних променів, атмосферних опадів і джерел відкритого вогню.

Для забезпечення належних санітарно-побутових умов на будівельному майданчику необхідно передбачити побутові приміщення для працівників: гардеробні, приміщення для обігріву, місця для приймання їжі, санітарні вузли, умивальні та пункти питного водопостачання. Також на об'єкті повинні бути аптечки першої допомоги, а працівники мають бути ознайомлені з порядком дій у разі травмування або виникнення аварійної ситуації.

Таким чином, організація безпечних і нешкідливих умов праці на будівельному майданчику передбачає комплекс заходів, спрямованих на

правильне планування території, огороження небезпечних зон, безпечне розміщення машин і матеріалів, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, дотримання вимог електробезпеки, пожежної безпеки та виробничої санітарії [16, 18].

4.3 Проектування штучного освітлення будівельного майданчика

Для забезпечення безпечного виконання робіт у темний час доби або за недостатнього природного освітлення на будівельному майданчику передбачається штучне освітлення. Воно повинно забезпечувати достатню видимість на робочих місцях, рівномірність освітлення території та відсутність засліплення працівників джерелами світла [18].

Для будівельного майданчика приймається загальне рівномірне освітлення з освітленістю не менше 2 лк. Освітленість робочих місць і ділянок виконання будівельно-монтажних робіт приймається на рівні 4 лк. Охоронне освітлення має забезпечувати освітленість не менше 0,5 лк.

Кількість світильників можна визначити за методом світлового потоку за формулою:

$$n = (E \cdot S \cdot k) / (F \cdot \eta),$$

де n — кількість ламп, шт.; E — нормована освітленість, лк; S — площа освітлюваної ділянки, м^2 ; k — коефіцієнт запасу; F — світловий потік однієї лампи, лм; η — коефіцієнт використання світлового потоку.

Для освітлення ділянки площею 256 м^2 при $E = 4 \text{ лк}$, $k = 0,9$, $F = 150 \text{ лм}$, $\eta = 0,4$ кількість ламп становить:

$$n = (4 \cdot 256 \cdot 0,9) / (150 \cdot 0,4) = 11 \text{ шт.}$$

Отже, для забезпечення нормативної освітленості розрахункової ділянки необхідно встановити 11 ламп.

4.4 Електробезпека на будівельному майданчику

Під час виконання будівельно-монтажних робіт значна частина машин, механізмів та інструментів працює від електричної мережі. Тому забезпечення електробезпеки є важливою умовою організації робіт.

Безпечна експлуатація електроустановок забезпечується підтриманням справного стану ізоляції, застосуванням заземлення або занулення, використанням захисного вимкнення, дотриманням безпечних відстаней до струмоведучих частин, використанням електрообладнання з необхідним ступенем захисту та застосуванням напруги 42 В і нижче для переносних світильників і ручного електроінструменту в особливо небезпечних умовах.

Тимчасові електромережі на будівельному майданчику повинні прокладатися таким чином, щоб виключити їх механічне пошкодження транспортом, будівельними матеріалами або інструментом. Кабелі та проводи необхідно захищати від вологи, перегинів, стирання та контакту з металевими елементами.

Корпуси електрообладнання, які можуть опинитися під напругою в разі пошкодження ізоляції, повинні бути заземлені або занулені. Роботи з підключення, ремонту та обслуговування електроустановок мають виконувати лише працівники з відповідною групою з електробезпеки.

Забороняється використовувати несправні електроінструменти, пошкоджені кабелі, розетки, вилки, саморобні подовжувачі та відкриті струмоведучі частини. У разі виявлення несправності електрообладнання роботу необхідно негайно припинити, обладнання відключити від мережі та повідомити відповідальну особу [18].

4.5 Пожежна безпека

Пожежна безпека будівельного майданчика забезпечується системою організаційних, технічних і профілактичних заходів. Відповідальність за

дотримання протипожежного режиму на об'єкті покладається на керівника будівництва або іншу призначену наказом відповідальну особу [19].

Будівельний майданчик повинен бути забезпечений первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками, пожежними щитами, ящиками з піском, лопатами, відрами, баграми та іншими засобами відповідно до характеру виконуваних робіт. Місця розташування пожежного інвентарю повинні бути позначені та доступні для користування.

На будівельному майданчику необхідно передбачити пожежні проїзди та під'їзди до будівлі, тимчасових споруд, складів і місць зберігання горючих матеріалів. Пожежні гідранти або резервуари повинні бути доступними для пожежної техніки. Відстань між пожежними гідрантами приймається в межах 50–100 м.

Куріння на території будівельного майданчика дозволяється лише у спеціально відведених місцях, обладнаних урнами або ємностями з піском. Забороняється розводити відкритий вогонь, спалювати будівельне сміття, зберігати легкозаймисті матеріали поблизу джерел тепла або місць виконання зварювальних робіт.

Під час виконання зварювальних та інших вогневих робіт робоче місце необхідно очистити від горючих матеріалів. Після завершення таких робіт відповідальна особа повинна перевірити відсутність тління, іскор або інших джерел можливого займання.

Лакофарбові матеріали, розчинники, мастики, пальні та легкозаймисті рідини необхідно зберігати в закритій тарі у спеціально відведених приміщеннях або під навісами, виконаними з негорючих матеріалів. Не допускається зберігання таких речовин у відкритій тарі або поблизу джерел відкритого полум'я [19, 20].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.2-9-2009 Громадські будівлі і споруди // Мінрегіонбуд України. – К.: 2010. -69с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Чинний від 2017-12-16. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.
3. ДБН В.2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною № 1. Документ має статус чинного та застосовується для проектування житлових будинків. Чинний від 2022-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 51 с.
4. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Норми визначають основні вимоги до бетонних і залізобетонних конструкцій. Чинний від 2020-06-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2020. 70 с.
5. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Чинний від 2021-12-30. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 26 с.
6. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Чинний від 2018-08-02. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2018. 40 с.
7. Александрович В. А. Основи та фундаменти : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / В. А. Александрович, Ю. І. Кобзар, О. В. Гаврилюк ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 158 с.
8. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт із навчальної дисципліни «Основи та фундаменти» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : Ю. І. Кобзар, О. В. Гаврилюк, В. А. Александрович. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. 69 с.
9. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі Зміною

- № 1. Чинний від 2021-12-30. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 223 с.
10. Будівельні конструкції : навч. посібник / за заг. ред. Є. В. Клименка. — Київ : Центр учбової літератури, 2012. — 426 с.
11. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Чинний від 2006-07-03. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2006. 69 с.
12. Методичні рекомендації до проведення практичного заняття та організації самостійної роботи на тему «Проектування зведення монолітної фундаментної плити». / С. В. Бутнік, І. В. Говоруха, А. І. Алейнікова. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. — 21 с.
13. Технологія будівельного виробництва : підручник / В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін. ; за ред. В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка. Київ : Вища школа, 2002. 430 с.
14. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.
15. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Чинний від 2009-01-27. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 120 с.
16. Основи охорони праці та безпека життєдіяльності : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальностей 191 – Архітектура та містобудування, 192 – Будівництво та цивільна інженерія / Н. О. Косенко, Ю. С. Левашова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. — 127 с.
17. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. Чинний від 2018-10-03. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 137 с.
18. Жигулін О. А. Охорона праці у будівництві : навчальний посібник. Одеса, 2023.
19. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. — Київ : Мінрегіон України, 2017.
20. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. Київ, 2014.