

**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
ДЕВ'ЯТИПОВЕРХОВИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК З ПІДЗЕМНИМ
ПАРКІНГОМ У МІСТІ ХАРКІВ**

Виконав: студент 4 курсу, БтаЦІ 2022-7з

Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма – Промислове та цивільне будівництво

 _____ Васильєва О.С.

Керівник  _____ Стріжельчик Г.Г.

Рецензент  _____ Храпатова І.В.

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

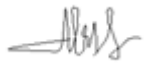
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГПСГБ

к.т.н., доц. Александрович В.А.

”02” березня 2026 року



ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

ВАСИЛЬЄВА ОЛЕНА СЕРГІЇВНА

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво

Тема кваліфікаційної роботи:

Дев'ятиповерховий житловий будинок з підземним паркінгом у місті Харків
затверджена наказом ректора ХНУМГ від «27» лютого 2026 р. № 187-03

Термін подання завершеної роботи на кафедру « 17 » червня 2026 р.

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

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

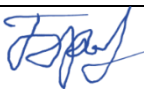
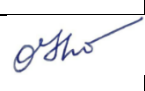
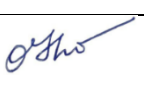
Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина: архітектурно-конструктивне рішення об'єкту будівництва, плани першого та типового поверхів, розріз, фасад, генеральний план (1-2 листи формату А1)

- розрахунково-конструктивна частина: конструктивне рішення фундаментів, конструктивне рішення несучих конструкцій перекриття будівлі: опалубочні креслення, схеми армування, креслення арматурних виробів, специфікації (3 листи формату А1)

- технологічні рішення та організація будівництва: технологічна карта виконання одного з основних видів робіт за завданням консультанта розділу.

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		к.т.н., доц., зав. каф. МБ Завальний О.В.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	к.г.-м.н., проф каф.ГПСГБ. Стріжельчик Г.Г.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	к.т.н., доц., каф. БК Шемет Р.М.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		к.т.н., доц. Братішко С.М.		
4. Охорона праці		к.т.н., доц. Нікітченко О.Ю.		
Нормоконтроль		Гаврилюк О.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурно-будівельна частина	02.03-20.03.2026	виконано
2.	Розрахунково-конструктивна частина	21.03-17.04.2026	виконано
3.	Технологічні рішення та організація будівництва	18.04-12.05.2026	виконано
4.	Охорона праці	13.05-30.05.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи, к.г.-м.н., проф.



Стріжельчик Г.Г.

Завдання прийняв до виконання



Васильєва О.С.

Дата видачі завдання «02» березня 2026 р.

ЗМІСТ

1. Архітектурно-будівельна частина	5
1.1. Загальні положення	5
1.2. Генеральний план	5
1.3 Об'ємно-планувальні рішення	8
1.4. Архітектурно-конструктивні рішення	10
1.5. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення	13
1.6. Інженерне обладнання	16
1.7. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі	19
2. Розрахунково-конструктивна частина	21
2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту	21
2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту	33
3. Технологічні рішення та організація будівництва	49
4. Охорона праці	66
Список використаних джерел	72

1. Архітектурно-будівельна частина

1.1. Загальні положення

Проект: Дев'ятиповерховий житловий будинок з підземним паркінгом.

Місто будування: м. Харків.

Будівельно-кліматична зона: Кліматичний район: I.

Розрахункові дані температури повітря

Найбільш холодних діб: - 29 °С.

Найбільш холодна п'ятиденка: - 25 °С.

Нормативна глибина промерзання ґрунту: 1,2 м.

Нормативне значення опору теплопередачі зовнішніх стін: $R_{q,min} = 3,3$ м²К/Вт [3].

1.2. Генеральний план

Для реалізації проєкту відведено земельну ділянку прямокутної форми розмірами 81,6 × 123,9 м, загальною площею 10 100 м², що відповідає 1,0 га. Територія призначена для будівництва житлового комплексу з повним благоустроєм прилеглого простору та організацією зручної транспортної інфраструктури.

До запроектованого будинку передбачено два під'їзди шириною по 4,8 м, які забезпечують безперешкодне транспортне сполучення з основними міськими магістралями та прилеглими вулицями. Дані проїзди створюють комфортний доступ мешканцям і відвідувачам, а також гарантують можливість оперативного під'їзду пожежної, аварійної, медичної та іншої спеціалізованої техніки.

Під'їзні шляхи ведуть до підземного паркінгу, розрахованого на 30 машиномісць, що дозволяє частково розвантажити прибудинкову територію від автомобільного транспорту та підвищити рівень комфорту проживання. Крім того, у тильній частині будівлі запроектовано гостьову автостоянку на 55 місць розмірами 15,0 × 64,0 м, призначену для тимчасового паркування автомобілів гостей та мешканців.

Об'єкт будівництва розташований у сформованому міському середовищі поблизу раніше зведених житлових і громадських будівель. Навколишня територія характеризується сприятливими природно-кліматичними умовами, достатньою кількістю зелених насаджень та зручним транспортним розташуванням. Рельєф земельної ділянки рівнинний, що створює сприятливі умови для будівництва та подальшої експлуатації об'єкта без потреби у значних земляних роботах.

На прибудинковій території передбачено комплекс функціональних майданчиків і зон відпочинку, зокрема: дитячий ігровий майданчик; спортивний майданчик для активного дозвілля; господарський майданчик для збору побутових відходів; спеціально обладнаний майданчик для вигулу та дресирування собак; гостьову автостоянку; пішохідні доріжки та тротуари; внутрішньоквартальні проїзди.

Усі елементи благоустрою спроектовані з урахуванням зручності користування, безпеки пересування мешканців та відповідності сучасним містобудівним вимогам.

Під час розроблення генерального плану враховано чинні нормативні вимоги щодо санітарно-гігієнічних показників, зокрема норми інсоляції, природного освітлення, а також заходи із шумозахисту відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006. Житловий будинок спроектовано таким чином, щоб кожна квартира отримувала нормативний рівень природного освітлення та достатню тривалість сонячного опромінення.

Баланс використання території

Найменування	Площа
Площа забудови	1898 м ²
Площа проїздів, доріг, тротуарів і майданчиків	10860 м ²
Площа гостьового паркінгу	957 м ²
Площа озеленення	2893 м ²
Загальна площа ділянки	16600 м ²

Проектом передбачено комплекс природоохоронних заходів, спрямованих на покращення екологічного стану території, запобігання можливим негативним геологічним процесам, забезпечення санітарного очищення території, а також створення комфортного середовища для проживання населення.

Після завершення будівельно-монтажних робіт планується повне відновлення порушеного ґрунтового шару, улаштування дернового покриття, висадка дерев, кущів та декоративних рослин, а також асфальтування внутрішніх доріг, під'їздів і пішохідних доріжок.

Існуючі зелені насадження максимально зберігаються та інтегруються в загальну систему благоустрою території. Розміщення нових насаджень узгоджене з трасуванням інженерних мереж і є невід'ємною складовою архітектурно-планувального рішення.

Для озеленення території передбачено використання стандартного посадкового матеріалу, що відповідає асортименту місцевих розсадників і пристосований до кліматичних умов регіону. Озеленення прибудинкової смуги вирішено шляхом улаштування газонів, декоративних квітників, групових посадок багаторічних рослин, кущів та дерев. Для створення газонного покриття застосовуються спеціально підібрані суміші багаторічних трав.

Інженерна підготовка території

Інженерна підготовка ділянки включає комплекс заходів щодо організованого відведення атмосферних опадів і талих вод. Поверхневі води відводяться каналізаційними лотками вздовж проїздів до дощоприймальних решіток закритої водостічної мережі.

Система водовідведення виконана у вигляді закритого зливового колектора з розміщенням водоприймальних елементів уздовж доріг і проїздів. Господарсько-побутові стоки від будівлі відводяться до зовнішньої мережі каналізації відповідно до технічних умов підключення.

1.3 Об'ємно-планувальні рішення

Запроєктований житловий будинок є 9-поверховою монолітною багатоквартирною спорудою, що розташовується у місті Харкові. Будівля складається з двох блок-секцій, об'єднаних у єдиний архітектурно-планувальний комплекс. До детального розгляду прийнята блок-секція №1, яка має габаритні розміри в координаційних осях «1–20» – 86,64 м та «А–Ж» – 20,81 м.

За вертикальним плануванням будинок включає:

підземний рівень із паркінгом;

дев'ять надземних житлових поверхів;

тепле технічне горище.

Планувальна структура будівлі — секційного типу, що забезпечує раціональне зонування квартир, зручну організацію вертикальних комунікацій та ефективне природне освітлення приміщень. Будинок призначений для постійного проживання мешканців і відповідає сучасним вимогам комфортності та функціональності.

Вертикальні комунікації

У межах кожної блок-секції передбачено один пасажирський ліфт, розташований у центральній частині сходово-ліфтового вузла. До складу цього вузла входять: ліфтова шахта, що проходить через усю висоту будівлі; міжповерхові сходові майданчики; сходові марші; допоміжні коридорні зони доступу.

Таке рішення забезпечує зручний доступ мешканців до квартир, технічних приміщень і підземного паркінгу.

На кожному поверсі також передбачено комори для зберігання речей, що підвищує функціональність житлового середовища.

Висотні характеристики

Висота типового поверху становить 3,0 м. При цьому фактична висота приміщень у чистоті складає 2,85 м — у зонах загального користування; 2,78 м — у квартирах.

Будинок обладнано теплим технічним горищем висотою 2,0 м, у межах якого

розміщуються інженерні системи та обладнання.

Технічне горище

На технічному поверсі розташовані індивідуальний тепловий пункт (ІТП); насосна станція; вентиляційна камера; машинне відділення ліфтового обладнання; верхня розводка інженерних мереж; система збору повітря з вентиляційних каналів.

Таке рішення дозволяє ефективно експлуатувати інженерні системи та спрощує їх обслуговування.

Планування першого поверху

На першому поверсі будинку розташовані приміщення громадського та житлового призначення.

Вхідна група

Передбачено вестибюль прямокутної форми розмірами $4,75 \times 8,10$ м, площею $38,4 \text{ м}^2$ (разом із приміщенням консьєржа). Приміщення має природне та штучне освітлення і виконує функцію головної зони входу до будинку.

Поруч розміщене приміщення консьєржа площею $4,14 \text{ м}^2$, яке забезпечує контроль доступу, нагляд та інформаційне обслуговування мешканців.

Допоміжні приміщення

На поверсі також знаходяться:

комора Г-подібної форми площею $12,25 \text{ м}^2$;

сходова клітка площею $10,62 \text{ м}^2$ з природним освітленням.

Квартири першого поверху

На першому поверсі розміщено чотири квартири різної площі та планування, що дозволяє задовольнити потреби різних категорій мешканців.

Типові поверхи з другого по дев'ятий мають повторювану структуру та містять: квартирний хол (площадку) площею $38,4 \text{ м}^2$; комору площею $12,25 \text{ м}^2$; сходову клітку площею $10,62 \text{ м}^2$; чотири квартири на кожному поверсі.

На житлових поверхах розміщуються квартири №5–8, які за плануванням аналогічні квартирам першого поверху.

Повторення типових рішень на поверхах забезпечує економічність

будівництва, уніфікацію конструктивних елементів та зручність експлуатації будинку.

Архітектурно-планувальні переваги будівлі

Прийняті об'ємно-планувальні рішення забезпечують раціональне використання площі забудови; чітке функціональне зонування житлових і допоміжних приміщень; достатню інсоляцію та природне освітлення квартир; комфортне вертикальне сполучення між поверхами; можливість зручної експлуатації інженерних мереж; високий рівень комфорту для мешканців.

Завдяки застосуванню монолітної конструктивної схеми будівля відзначається надійністю, довговічністю та широкими можливостями для сучасного планування внутрішнього простору.

1.4. Архітектурно-конструктивні рішення

Запроектований житловий будинок виконано за монолітною конструктивною схемою, що забезпечує високу просторову жорсткість, надійність, довговічність та стійкість споруди до експлуатаційних навантажень. Застосування монолітного залізобетону дозволяє реалізувати сучасні планувальні рішення, підвищити сейсмостійкість будівлі та скоротити кількість стиків між конструктивними елементами.

Фундаменти

Прийнято пальовий фундамент, який забезпечує рівномірне передавання навантаження від несучих конструкцій на ґрунтову основу.

Фундаментні конструкції виконуються з важкого бетону відповідного класу міцності із застосуванням армування, що гарантує стійкість до деформацій, тріщиностійкість та довговічність конструкції.

Зовнішні стіни

Зовнішні несучі стіни будівлі передбачені монолітними залізобетонними з бетону класу C20/25 товщиною 400 мм. Для підвищення енергоефективності та захисту конструкцій використовується додаткова фасадна система, яка включає:

вентильований фасад товщиною 210 мм;

зовнішній штукатурний шар товщиною 20 мм.

Таке конструктивне рішення забезпечує високі теплоізоляційні показники; захист стін від атмосферних впливів; зниження тепловтрат; сучасний архітектурний вигляд фасадів; покращення звукоізоляції внутрішніх приміщень.

Внутрішні несучі стіни

Внутрішні стіни будинку також виконуються з монолітного залізобетону класу C20/25 товщиною 380 мм з подальшим штукатуренням поверхонь. Дані конструкції сприймають вертикальні та горизонтальні навантаження, формують просторову жорсткість будівлі та забезпечують надійність усієї конструктивної системи.

Перекрыття та покриття

Міжповерхові перекрыття і покриття будівлі запроектовані за монолітною технологією із використанням бетону класу C20/25 та арматури класу A500C. Бетонування виконується із застосуванням інвентарної опалубки, що забезпечує точність геометричних параметрів і високу якість поверхонь.

Товщина конструкцій становить 220 мм у межах квартир та 150 мм на сходових клітках, квартирних площадках, маршах та у вхідній групі.

Такі перекрыття мають достатню міцність, жорсткість і шумоізоляційні характеристики, а також забезпечують довготривалий термін служби будівлі.

Пперегородки

Внутрішні перегородки виконані монолітним способом. Їх товщина становить 100 мм у міжкімнатних перегородках; 200 мм у міжквартирних перегородках.

Таке рішення забезпечує належну звукоізоляцію між квартирами, комфорт проживання мешканців та достатню міцність внутрішніх огорожувальних конструкцій.

Покрівля

Покрівля будинку передбачена плоскою, із внутрішнім організованим водовідведенням. Для забезпечення стоку атмосферних опадів запроектовано

ухил $i = 0,003$ у напрямку водоприймальних лійок.

На кожен секцію будівлі передбачено по дві водоприймальні лійки, через які дощові та талі води відводяться до внутрішньої системи каналізації.

Конструкція покрівлі включає основу перекриття; вирівнювальну стяжку з формуванням ухилу; гідроізоляційний килим із двох шарів руберойду; склеювання шарів бітумною мастикою.

Прийняте рішення забезпечує герметичність, довговічність покриття та ефективне відведення вологи.

Сходові конструкції

Основні сходи будинку виконані зі збірного залізобетону класу C16/20. Стандартні сходові марші мають розміри $1,25 \times 3,0$ м; а сходові плити $1,25 \times 2,5$ м.

Для сполучення житлової частини з підземним паркінгом передбачені нестандартні гвинтові монолітні сходи розмірами $1,2 \times 3,7$ м.

Ліфтове обладнання

У будівлі встановлюється стандартний пасажирський ліфт розмірами $1,6 \times 1,73$ м. Ліфтова шахта має окреме ядро жорсткості, сформоване монолітними стінами товщиною 380 мм із бетону класу C20/25, армованими сталлю класу A500C.

Таке конструктивне рішення забезпечує безпечну експлуатацію ліфта; зниження вібраційних навантажень; просторову стабільність будівлі; додаткову жорсткість центральної частини споруди.

Віконні заповнення

У будівлі передбачено встановлення металопластикових віконних блоків заводського виготовлення стандартних розмірів із сучасними енергозберігаючими склопакетами.

Використання таких вікон забезпечує зменшення тепловтрат; високу герметичність; шумоізоляцію приміщень; зручність експлуатації; довговічність конструкцій.

Дверні блоки

Двері у будівлі прийняті стандартних типорозмірів відповідно до функціонального призначення приміщень.

Передбачено використання дерев'яних дверей у межах квартир; металевих дверей на входах до будинку, у квартири, на покрівлю, до підземного паркінгу та комор.

Таке рішення підвищує рівень безпеки, довговічність конструкцій та відповідає вимогам пожежної безпеки.

Загальна характеристика прийнятих рішень

Запроєктовані архітектурно-конструктивні рішення забезпечують високу несучу здатність будівлі; довговічність конструкцій; енергоефективність зовнішніх огорожень; комфортні умови проживання; пожежну та експлуатаційну безпеку; сучасний архітектурний вигляд.

Застосування монолітної технології будівництва є доцільним для багатоповерхового житлового будинку та відповідає сучасним вимогам до надійності й функціональності житлових споруд.

1.5. Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Оздоблювальні рішення житлового будинку прийняті з урахуванням сучасних архітектурних вимог, довговічності матеріалів, естетичної виразності фасадів, а також забезпечення комфортних санітарно-гігієнічних умов у внутрішніх приміщеннях. Використані матеріали відповідають вимогам міцності, зносостійкості, пожежної безпеки та зручності експлуатації.

Зовнішнє оздоблення будівлі

Будинок по всій висоті обладнаний системою вентильованого фасаду товщиною 210 мм, що є ефективним сучасним рішенням для підвищення енергоефективності споруди та захисту несучих конструкцій від атмосферного впливу.

Конструкція фасадної системи включає несучий каркас кріплення; теплоізоляційний шар; вентиляційний повітряний прошарок; зовнішнє

декоративно-захисне облицювання.

Як облицювальний матеріал застосовано керамогранітні фасадні плити товщиною 10 мм. Даний матеріал характеризується високими експлуатаційними показниками, а саме стійкістю до вологи та перепадів температур; довговічністю; механічною міцністю; стійкістю до ультрафіолетового випромінювання; сучасним естетичним зовнішнім виглядом; простотою догляду та обслуговування.

Вентильований фасад сприяє зменшенню тепловтрат у зимовий період, запобігає перегріванню стін улітку та покращує загальний мікроклімат будівлі.

Внутрішнє оздоблення квартир

Оздоблення житлових приміщень передбачене з використанням практичних і декоративних матеріалів, що створюють комфортне середовище для проживання.

Стіни житлових кімнат

Внутрішні поверхні стін у квартирах попередньо вирівнюються та оштукатурюються цементно-піщаними або гіпсовими розчинами. Після підготовки поверхонь виконується декоративне оздоблення шляхом наклеювання шпалер.

Таке рішення забезпечує рівність поверхонь; належний санітарний стан приміщень; естетичний вигляд інтер'єру; можливість подальшого оновлення оздоблення.

Оздоблення кухонь

Стіни кухонь також обклеюються шпалерами, за винятком зон із підвищеним впливом вологи та забруднення. Ділянки біля кухонних мийок; сантехнічних приладів; газових плит; робочих поверхонь, облицовуються керамічною або глазурованою плиткою.

Це забезпечує зручність очищення поверхонь, вологостійкість та довговічність покриття.

Санітарно-побутові приміщення

У ванних кімнатах, санвузлах та пральнях стіни облицовуються

глазурованою керамічною плиткою на повну або нормативну висоту відповідно до проєктних рішень.

Таке оздоблення має низку переваг водонепроникність; гігієнічність; стійкість до побутової хімії; простота прибирання; тривалий строк служби.

Оздоблення підлог

Для різних функціональних зон будівлі передбачені відповідні типи підлогових покриттів.

Житлові кімнати та кухні

У житлових кімнатах, спальнях, коридорах і кухнях на підлозі укладаються полімерні панелі, зовнішній вигляд яких імітує натуральне дерев'яне покриття.

Такі підлоги характеризуються високою зносостійкістю; привабливим зовнішнім виглядом; простотою монтажу; легкістю догляду; комфортністю в експлуатації.

Санвузли, ванні та пральні кімнати

У приміщеннях з підвищеною вологістю застосовується глазурована плитка, яка укладається по підготовленій основі з улаштуванням гідроізоляційного шару за потреби.

Таке покриття є оптимальним завдяки вологостійкості; довговічності; стійкості до стирання; безпечності та гігієнічності.

Оздоблення підземного паркінгу

У підземному паркінгу внутрішні поверхні стін фарбуються водоемульсійними фарбами, що забезпечують охайний зовнішній вигляд приміщення та зручність експлуатації.

Переваги такого рішення економічність; швидкість нанесення; екологічна безпечність; можливість легкого оновлення покриття; достатня стійкість до експлуатаційних навантажень.

Загальна характеристика оздоблювальних рішень

Прийняті рішення щодо зовнішнього та внутрішнього оздоблення забезпечують сучасний архітектурний вигляд будинку; енергоефективність фасадів; довговічність оздоблювальних матеріалів; комфортні умови

проживання; простоту експлуатації та догляду; відповідність санітарним і естетичним вимогам.

Застосування якісних сучасних матеріалів дозволяє сформувати функціональне, привабливе та довговічне житлове середовище.

1.6. Інженерне обладнання

Інженерне оснащення житлового будинку запроєктоване з урахуванням сучасних вимог до комфорту, енергоефективності, безпеки та безперебійної експлуатації. Комплекс інженерних систем забезпечує належні умови проживання мешканців, стабільну роботу будівлі та ефективне функціонування всіх внутрішніх комунікацій.

Система опалення

Для будинку прийнята індивідуальна система опалення, що передбачає автономне теплопостачання кожної квартири. У кожному житловому приміщенні встановлюється електричний котел, від якого здійснюється нагрів теплоносія для системи опалення.

Передача тепла в кімнати виконується через радіатори, розташовані у відповідних приміщеннях квартири. Система розрахована на забезпечення нормативного температурного режиму в будівлі за розрахункової зовнішньої температури -25°C .

Переваги індивідуального опалення можливість самостійного регулювання температури; економне споживання енергії; незалежність від централізованих теплових мереж; зручність експлуатації; можливість обліку витрат у межах кожної квартири.

Система водопостачання

Водопостачання будинку передбачене від запроєктованої зовнішньої водопровідної мережі діаметром 120 мм. Внутрішні мережі виконуються з сучасних пластикових водопровідних труб, які характеризуються корозійною стійкістю, довговічністю та простотою монтажу.

Будинок забезпечується повним комплексом внутрішніх санітарно-технічних

систем, зокрема холодним водопостачанням; гарячим водопостачанням; господарсько-побутовою каналізацією; внутрішнім водостоком.

Холодне водопостачання

Подача холодної води здійснюється від зовнішніх міських водопровідних мереж із подальшим розподілом по стояках та квартирних вводах.

Система забезпечує подачу питної води нормативної якості; стабільний тиск у мережі; безперервне водозабезпечення квартир і допоміжних приміщень.

Гаряче водопостачання

Для забезпечення мешканців гарячою водою у квартирах передбачено встановлення електричних бойлерів, які працюють автономно та дозволяють отримувати гарячу воду незалежно від зовнішніх централізованих систем.

Переваги такого рішення цілорічна наявність гарячої води; індивідуальне регулювання режиму нагріву; зручність використання; енергоощадний режим роботи за потреби.

Каналізація

Будинок обладнаний системою господарсько-побутової каналізації, яка призначена для відведення стічних вод від санітарно-технічних приладів квартир до зовнішньої каналізаційної мережі.

Внутрішні трубопроводи передбачено з пластикових каналізаційних труб, що мають такі переваги герметичність стиків; корозійна стійкість; низький рівень шуму; довговічність; простота монтажу та ремонту.

Внутрішній водостік

Для відведення атмосферних опадів із покрівлі будівлі передбачено внутрішню систему водостоку, яка приймає дощові та талі води через водоприймальні лійки та відводить їх у каналізаційну мережу.

Таке рішення захищає фасади будинку від зволоження та запобігає руйнуванню конструкцій під впливом опадів.

Електропостачання

Електроживлення будівлі здійснюється від зовнішніх електричних мереж напругою 220/380 В. Система електропостачання забезпечує живлення:квартир;

мість загального користування; тліфтового обладнання; насосного та технічного обладнання; систем освітлення; інженерних установок паркінгу.

Освітлення

Для внутрішнього освітлення застосовуються світлодіодні лампи, встановлені: у житлових кімнатах; на квартирних площадках; у коридорах; у вестибюлях; у підземному паркінгу; у технічних приміщеннях.

Переваги LED-освітлення: низьке енергоспоживання; тривалий строк служби; висока світловіддача; безпечність; мінімальні витрати на обслуговування.

Системи зв'язку

У будинку передбачено сучасні телекомунікаційні мережі, зокрема систему доступу до мережі Інтернет. Це забезпечує мешканцям можливість користування цифровими сервісами, дистанційною роботою, навчанням та засобами комунікації.

За потреби система може бути доповнена домофонним зв'язком; телебаченням; охоронними мережами; системами відеоспостереження.

Вентиляція

Для квартир прийнята природна вентиляція, яка здійснюється через вертикальні вентиляційні канали, розташовані у несучих стінах будівлі.

Витяжка повітря організована з таких приміщень кухонь; санвузлів; ванних кімнат.

Додатково в кухнях встановлюються механічні витяжні пристрої, що підвищують ефективність видалення пари, запахів та продуктів приготування їжі.

Переваги прийнятого рішення постійний повітрообмін; підтримання здорового мікроклімату; зниження вологості; попередження утворення конденсату; комфортні умови проживання.

Загальна характеристика інженерних систем

Запроєктоване інженерне обладнання будинку забезпечує комфортне проживання мешканців упродовж року; автономність окремих систем; економне

використання енергоресурсів; надійність і довговічність мереж; санітарно-гігієнічну безпеку; відповідність сучасним технічним вимогам.

Комплекс прийнятих рішень формує сучасне, функціональне та енергоефективне житлове середовище.

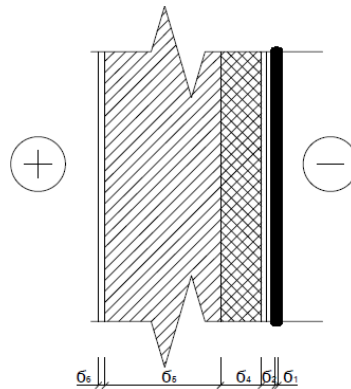
1.7. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі

Розрахунок за ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» [7].

Район будівництва: місто Харків.

Температурна зона: I.

Режим вологості приміщення: нормальний – Б.



1. Характеристики шарів огорожувальної конструкції:

1. Облицювання гранітно-керамічними плитами:

$$\rho = 1,4 \text{ т/м}^3$$

$$\delta = 0,010 \text{ м.}$$

2. Технічний проміжок:

$$\delta = 0,050 \text{ м.}$$

3. Вітро-гідрозахисна паропроникна мембрана «Tyvek soft (1460B)»:

$$\delta = 0,00020 \text{ м.}$$

4. Мінерально-ватна плита:

$$\rho = 0,156 \text{ т/м}^3$$

$$\lambda = 0,047 \text{ Вт/(м} \cdot \text{K)}$$

$$\delta = ? \text{ м}$$

5. Монолітні стіна з бетону класу C20/25:

$$\rho = 2.5 \text{ т/м}^3$$

$$\lambda = 2,040 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$$

$$\delta = 0,40 \text{ м}$$

6. Вапняно-піщана штукатурка:

$$\rho = 1,6 \text{ т/м}^3$$

$$\lambda = 0,7 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$$

$$\delta = 0,020 \text{ м.}$$

2. «Визначаємо термічний опір шарів за формулою: $R = \delta/\lambda$,

де δ – товщина конструкційного шару, м;

λ – теплопровідність конструкційного шару, Вт/м °С;

R – термічний опір конструкційного шару, м² °С/Вт.»

$$R_1 = \delta_5/\lambda_5 = 0,40/2,040 = 0,2, \text{ м}^2 \text{ °С/Вт.}$$

$$R_2 = \delta_6/\lambda_6 = 0,020/0,70 = 0,030 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт.}$$

Визначаємо загальний термічний опір конструкції за формулою:

$$R_0^\phi = R_1 + R_2 = 0,20 + 0,030 = 0,230 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт.}$$

3. Визначаємо необхідну товщину шару із кам'яної вати, яка буде компенсувати нестачу опору теплопередачі:

$$(R_{q \min} - R_0^\phi) \lambda_4 = (3,30 - 0,230) \times 0,0470 = 0,1440 \text{ м.}$$

Конструктивно приймаємо товщину шару утеплювачу 150 мм.

Термічний опір утеплювачу: $R_3 = \delta_4/\lambda_4 = 0,150/0,0470 = 3,190 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт.}$

4. Визначаємо загальний термічний опір у конструкції:

$$R_0^\phi = R_1 + R_2 + R_3 = 0,20 + 0,030 + 3,190 = 3,420 \text{ м}^2 \text{ К/Вт.}$$

Висновок. У результаті розрахунку встановлено, що показник теплоізоляції розрахованої конструкції відповідають вимогам норм.

2. Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту

ВИХІДНІ ДАНІ З ОСНОВ ТА ФУНДАМЕНТІВ

Табл. 2.1.1 Геологічна будова та гідрогеологічні умови будівельного майданчика

№ шару	Найменування ґрунтів	Номер свердловини і потужність шару, м				
		1	2	3	4	
1	Ґрунтово-рослинний шар	0,4	0,3	0,3	0,4	
2	супісок коричневий	3,3	3,2	3,5	3,0	
3	пісок пилюватий жовто-сірий	2,5	2,8	2,6	2,2	
4	Суглинок темно-сірий	3,8	3,8	3,0	3,2	
5	Глина червоно-бура	4,5	4,6	4,5	4,1	
	Глибина залягання підземної води	5,8	5,8	5,8	5,8	
	Відмітка гирла свердловини, м					

Табл.2.1.2 Характеристики властивостей ґрунтів

Найменування	Умов. позн.	Од. вимір.	Номер шару				
			1	2	3	4	5
Щільність	ρ_{II}	т/м ³	1,57	1,98	1,78	1,98	1,99
Щільність часток	ρ_s	т/м ³		2,71	2,65	2,71	2,72
Природна вологість	w			0,22	0,27	0,27	0,38
Вологість на межі текучості	w _L			0,25		0,35	0,50
Вологість нв межі пластичності	w _p			0,19		0,20	0,28
Кут внутрішнього тертя	φ_{II}	град		20	22	19	18
Питоме зчеплення	c _{II}	кПа		18	1	20	50
Модуль деформації	E	МПа		19	20	28	39

Оцінка інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

Другий шар: супісок коричневий.

Число пластичності: [11].

- число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P = 0,25 - 0,19 = 0,06;$$

- показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{0,22 - 0,19}{0,25 - 0,19} = 0,5;$$

Коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + w) - 1 = \frac{2,71}{1,98} (1 + 0,22) - 1 = 0,67.$$

Висновок: Супісок пластичний.

Третій шар: пісок пилюватий жовто-сірий.

Коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{2,65}{1,78} (1 + 0,27) - 1 = 0,89.$$

Степінь вологості:

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,27 \cdot 2,65}{0,89 \cdot 1} = 0,8$$

Висновок: пісок пилюватий рихлий вологий.

Четвертий шар: суглинок темно-сірий.

Число пластичності:

- число пластичності:

$$I_p = 0,35 - 0,20 = 0,15;$$

- показник текучості:

$$I_L = \frac{0,27 - 0,20}{0,35 - 0,20} = 0,47;$$

Коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{2,71}{1,98} (1 + 0,27) - 1 = 0,74.$$

Висновок: Суглинок тугопластичний.

П'ятий шар: Глина червоно-бура:

- число пластичності:

$$I_p = 0,50 - 0,28 = 0,22$$

- показник текучості:

$$I_L = \frac{0,38 - 0,28}{0,5 - 0,28} = 0,45;$$

Коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{2,72}{1,99} (1 + 0,38) - 1 = 0,88.$$

Висновок: глина тугопластична.

Таблиця 2.1.3 – Характеристика ґрунтових умов будівельного майданчику.

№ шару	e	S _R	I _p	I _L	Характеристика ґрунтів
1					Ґрунтово-рослинний шар ґрунту
2	0,67	-	0,06	0,5	Супісок пластичний
3	0,89	0,8	-	-	пісок пилюватий рихлий вологий
4	0,74		0,15	0,47	Суглинок тугопластичний
5	0,88	-	0,22	0,45	глина тугопластична

Збір навантаження [4].

Табл.2.1.4 Визначення ваги покрівлі на 1 м².

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ _{fm}	кН/м ²
Плитка керамічна δ = 10 мм, ρ = 1400 кг/м ³ , g _{ст} = δ ρ = 0,01 × 14 кН/м ³	1,4	1,1	1,54
Цементно-піщана стяжка М100 δ = 20 мм, ρ = 2400 кг/м ³ , g _{ст} = δ ρ = 0,02 × 24 кН/м ³	0,48	1,3	0,624
Рулонна плівка паробар'єр	0,01	1,1	0,011
Монолітна плита δ = 150 мм, ρ = 2500 кг/м ³ , g _{ст} = δ ρ = 0,15 × 25 кН/м ³	3,75	1,3	4,875
	Σ = 5,64		Σ = 7,05

Табл.2.1.5 Визначення ваги горіщного перекриття на 1 м².

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
Плитка керамічна $\delta = 10$ мм, $\rho = 1400$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,01 \times 14$ кН/м ³	1,4	1,1	1,54
Цементно-піщана стяжка М100 $\delta = 20$ мм, $\rho = 2400$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,02 \times 24$ кН/м ³	0,48	1,3	0,624
Рулонна плівка паробар'єр	0,01	1,1	0,011
Монолітна плита $\delta = 150$ мм, $\rho = 2500$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,15 \times 25$ кН/м ³	3,75	1,3	4,875
	$\Sigma = 5,64$		$\Sigma = 7,05$

Табл.2.1.6 Визначення ваги квартирної перекриття на 1 м².

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
СПС ламінат $\delta = 10$ мм, $\rho = 2000$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,01 \times 20$ кН/м ³	0,2	1,1	0,22
Рулонна плівка паробар'єр	0,01	1,1	0,011
Стяжка «Тепла підлога» М100 $\delta = 50$ мм, $\rho = 2400$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,05 \times 24$ кН/м ³	1,2	1,3	1,92
Звукоізоляція $\delta = 20$ мм, $\rho = 800$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,02 \times 8$ кН/м ³	0,16	1,1	0,176
Монолітна плита $\delta = 220$ мм, $\rho = 2500$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,22 \times 25$ кН/м ³	5,5	1,3	7,15
	$\Sigma = 7,07$		$\Sigma = 9,48$

Табл.2.1.7 Визначення ваги зовнішньої стіни на 1 м².

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
Облицювальна плитка керамічна $\delta = 10$ мм, $\rho = 1400$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,01 \times 14$ кН/м ³	1,4	1,1	1,54
Мінватна плита «Роквул» $\delta = 150$ мм, $\rho = 156$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,15 \times 0,156$ кН/м ³	0,0234	1,1	0,0253
Монолітна стіна $\delta = 400$ мм, $\rho = 2500$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,4 \times 25$ кН/м ³	10	1,3	13
Вапняно-піщана штукатурка $\delta = 20$ мм, $\rho = 1600$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,02 \times 16$ кН/м ³	0,32	1,3	0,416
	$\Sigma = 11,74$		$\Sigma = 14,98$

Табл. 2.1.8 Визначення ваги внутрішньої стіни на 1 м².

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
Вапняно-піщана штукатурка $\delta = 20$ мм, $\rho = 1600$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,02 \times 16$ кН/м ³	0,32	1,3	0,416
Монолітна стіна $\delta = 400$ мм, $\rho = 2500$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,4 \times 25$ кН/м ³	10	1,3	13
Вапняно-піщана штукатурка $\delta = 20$ мм, $\rho = 1600$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,02 \times 16$ кН/м ³	0,32	1,3	0,416
	$\Sigma = 10,64$		$\Sigma = 13,83$

Табл.2.1.9 Визначення ваги стіни підземного паркінгу на 1 м².

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
Вапняно-піщана штукатурка $\delta = 10$ мм, $\rho = 1600$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,01 \times 16$ кН/м ³	0,16	1,3	0,208
Мінватна плита «Роквул» $\delta = 100$ мм, $\rho = 156$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,1 \times 0,156$ кН/м ³	0,0156	1,1	0,01716
Монолітна стіна $\delta = 500$ мм, $\rho = 2500$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,5 \times 25$ кН/м ³	12,5	1,3	16,25
Вапняно-піщана штукатурка $\delta = 20$ мм, $\rho = 1600$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,02 \times 16$ кН/м ³	0,32	1,3	0,416
	$\Sigma = 13$		$\Sigma = 16,9$

«Снігове навантаження [4]:

$$N_{сн.вн.} = S_m A_v,$$

де S_m – граничне розрахункове значення снігового навантаження на перекриття:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C, \gg$$

$$S_m = 1 \times 1,6 \times 0,8 = 1,28 \text{ кН/м}^2;$$

$$N_{сн.зв.} + N_{сн.вн.} = 1,28 \times (A_{зв.} + A_{вн.}) = 1,28 \times (0,33 + 4,635) = 3,36 \text{ кН};$$

$$\text{Тимчасове навантаження: } g_{red} = 1,5 \text{ кН/м}^2.$$

Розрахункова вантажна площа для зовнішньої стіни по вісі 1:

$$A_{зовн} = \frac{12,02}{2} \cdot 1 = 6,01 \text{ м}^2$$

Розрахункова вантажна площа для внутрішньої стіни по вісі 2:

$$A_{внутр} = \left(\frac{6,915}{2} + \frac{6,915}{2} \right) \cdot 1 = 6,915 \text{ м}^2$$

Загальне навантаження: $N = \sum g A_b$.

$$N_{зв.р.} = (7,05 + 7,05 + 9,48 \times 9 + 3,36 + 1,5) \times 6,01 + 14,98 + 16,9 = 629,4 \text{ кН};$$

$$N_{вн.р.} = (7,83 + 7,05 + 9,48 \times 9 + 3,36 + 1,5) \times 6,915 + 13,83 + 16,9 = 718,2 \text{ кН}.$$

Рівнодіюча активного тиску засипки ґрунту за формулою Кулона:

$$E_A = \frac{\gamma d_b^2}{2} b t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{17,8 \times 3,7^2}{2} 1 \times t g^2 \left(45^\circ - \frac{14^\circ}{2} \right) = 74,3 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Визначаємо згинальний момент, що виникає через E_A :

$$M_{гр} = E_A \times \left(\frac{1}{3} d_b + d_1 \right) = 74,3 \times \left(\frac{1}{3} 3,7 + 1,3 \right) = 188,2 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

Розрахунок пальових фундаментів за несучою здатністю

З урахуванням інженерно-геологічних вимог та наявності підземний паркінгу, заглибленому на 3,7 м, приймаємо пальовий фундамент з забивних паль, поєднаних стрічковим ростверком. Глибина заглиблення ростверку $d = 4,5$ м. Палі упирається на глину тугопластичну.

Визначаємо довжину палі:

$$L_{п} = 0,3 + 0,8 + 1,7 + 3,8 + 1,3 = 7 \text{ м}.$$

Переріз палі типовий – 400×400 мм.

«Одну палю в складі фундаменту або за його межами за несучою здатністю ґрунтів основи розраховується за наступною умовою [2]:

$$N = \frac{F_d}{\gamma_k},$$

де N – розрахункове навантаження, що допускається на палю при визначенні їх кількості у пальовому фундаменті;

F_d – несуча здатність палі в залежності від ґрунтової основи;

γ_k – коефіцієнт надійності, 1,4.

Визначаємо несучу здатність однієї палі, розбиваючи ґрунтову товщу на елементарні шари товщиною до 2 м [2]:

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cR} R A + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i \right)$$

$R = 2050$ кН – розрахунковий опір під нижнім кінцем палі, визначений за табл. В.1;

$$A = 0,16 \text{ м}^2;$$

$$u = 1,6 \text{ м};$$

f_i – розрахунковий опір i -го шару ґрунту основи на боковій поверхні палі, кПа:

$$f_i = \sigma_{zg,i} \cdot \frac{\nu}{1 - \nu} \cdot \operatorname{tg} \varphi + c,$$

де $\sigma_{zg,i}$ – навантаження від власної ваги ґрунту в середині кожного розрахункового шару ґрунтової основи, кН/м²:

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

Питома вага ґрунтів та потужність залягання:»

ІГЕ-1: $\gamma_1 = 15,7$ кН/м³; $h_1 = 0,4$ м.

ІГЕ-2: $\gamma_2 = 19,8$ кН/м³; $h_2 = 3,3$ м.

ІГЕ-3: $\gamma_3 = 17,8$ кН/м³; $h_3 = 2,5$ м.

ІГЕ-4: $\gamma_4 = 19,8$ кН/м³; $h_4 = 3,8$ м.

ІГЕ-5: $\gamma_5 = 19,9$ кН/м³; $h_5 = 4,5$ м.

Визначення навантажень від власної ваги кожного шару ґрунту

1. На поверхні ґрунту:

$$\sigma_{zg0} = 0;$$

2. На межі першого та другого шарів:

$$\sigma_{zg1} = \gamma_1 h_1 = 15,7 \cdot 0,4 = 6,28 \text{ кН/м}^2;$$

3. На межі другого та третього шарів:

$$\sigma_{zg2} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 = 6,28 + 19,8 \cdot 3,3 = 71,62 \text{ кН/м}^2;$$

4. На межі третього та четвертого шарів:

$$\sigma_{zg3} = 71,62 + 17,8 \cdot 2,5 = 116,12 \text{ кН/м}^2;$$

5. На межі четвертого та п'ятого шарів:

$$\sigma_{zg4} = 116,12 + 19,8 \cdot 3,8 = 139,72 \text{ кН/м}^2;$$

6. На межі четвертого та п'ятого шарів:

$$\sigma_{zg5} = 139,72 + 19,9 \cdot 4,5 = 229,27 \text{ кН/м}^2;$$

7. На рівні підшви умовного фундаменту:

$$\sigma_{zg}^I = 139,72 + 19,9 \cdot 1,3 = 165,6 \text{ кН/м}^2.$$

Визначення розрахункових опорів кожного шару ґрунту по боковій поверхні палі

Таблиця 2.1.3 Визначення розрахункового опору ґрунту

<i>N</i>	<i>Шар</i>	σ_{zg}	<i>h, м</i>	φ , <i>град</i>	<i>C, кПа</i>	<i>v</i>	<i>f_i, кПа</i>	<i>f_i*h_i, кПа·м</i>
1	3	100,99	1,7	22	18	0,35	35,7	60,69
2	3	135,92	2	22	1	0,27	21,3	42,6
3	4	182,7	1,7	19	20	0,35	53,9	91,6
4	5	242,2	1,3	18	50	0,4	102,5	133,2
							Σ	328,08

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i) = 1 \cdot (1 \cdot 2050 \cdot 0,16 + 1,6 \cdot 328,08) = 852,9 \text{ кН.}$$

Допустиме розрахункове навантаження на палю:

$$N \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{852,9}{1,4} = 609,2 \text{ кН,}$$

«де *N* – розрахункове навантаження, що передається на палю, кН;

$\gamma_k = 1,4$ – несуча здатність палі визначена розрахунком.»

Визначення кількості паль у ростверку під зовнішню стіну

Число паль, що припадають на 1 м.п. в стрічковому ростверку, виходячи з умови максимального використання несучої здатності:

$$n = \frac{\gamma_k \sum N_i}{N} = \frac{1,2 \cdot 629,4}{609,2} = 1,24$$

Приймаємо дворядне розташування паль.

Визначення кількості паль у ростверку під внутрішню стіну

Число паль, що припадають на 1 м.п. в стрічковому ростверку, виходячи з умови максимального використання несучої здатності:

$$n = \frac{\gamma_k \sum N_i}{N} = \frac{718,2 \cdot 1,2}{609,2} = 1,4$$

Приймаємо дворядне розташування паль.

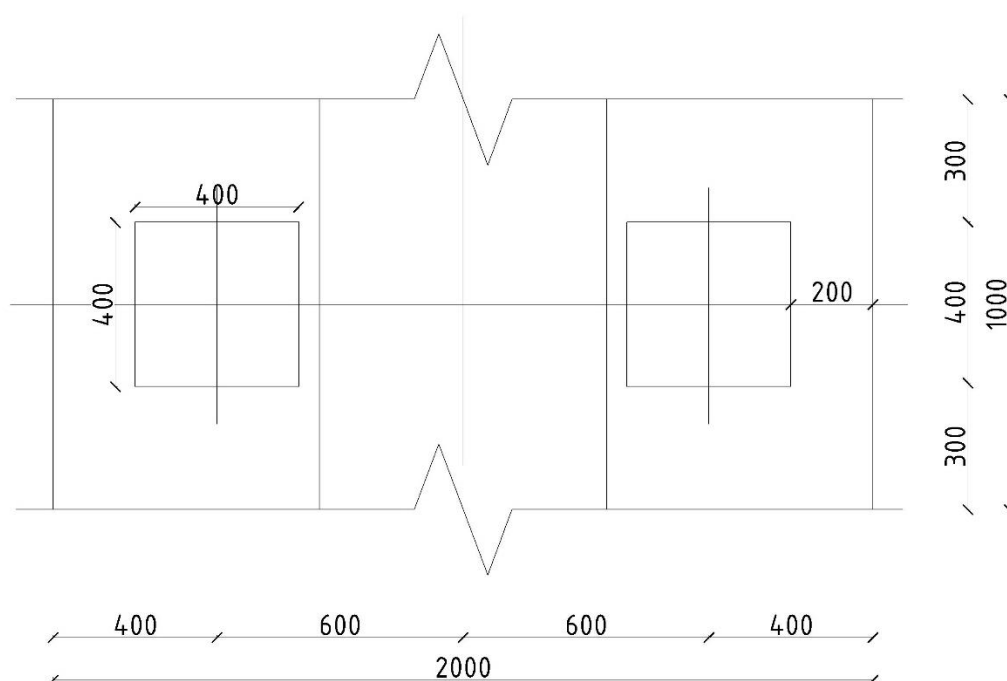


Рис.2.1.1 Розташування паль в ростверку

«Визначаємо навантаження, що діє на палю з дії згинального моменту:

$$N_{max} = \frac{N_d}{n} \pm \frac{M_x y_{max}}{\sum y_i^2},$$

де y_i – відстань від головної осі до осі кожної палі».

$$N_{max} = \frac{718,2}{2} + \frac{183 \times 0,6}{2 \times 0,6^2} = 511,6 \text{ кН}$$

$$N_{min} = \frac{718,2}{2} - \frac{183 \times 0,6}{2 \times 0,6^2} = 206,6 \text{ кН}$$

Виконуємо перевірку:

$$N_{max} = 511,6 \text{ кН} \leq \frac{1,2F_d}{\gamma_k} = \frac{1,2 \times 852,9}{1,4} = 731,1 \text{ кН.}$$

Перевірка виконана.

Розрахунок пальового фундаменту за деформаціями

Осереднене значення кута внутрішнього тертя ґрунтів, пронизуваних палею:

$$\varphi_{II,mt} = \frac{\sum \varphi_i h_i}{\sum h_i} = \frac{22 \times 1,7 + 19 \times 3,8 + 18 \times 1,3}{1,7 + 3,8 + 1,3} = 19,8.$$

Осереднене значення кута внутрішнього тертя ґрунтів:

$$\alpha = \frac{\varphi_{II,mt}}{4} = \frac{19,8}{4} = 4,96^\circ.$$

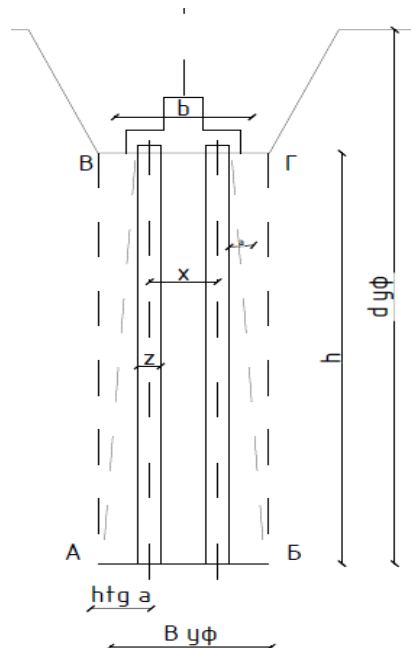


Рисунок. 2.1.2 Розрахункова схема пальового фундаменту для розрахунку за деформаціями

Довжина та ширина умовного фундаменту:

$$B_{уф} = y + z + 2htg\alpha = 1,2 + 0,4 + 2 \times 6,7 \times tg 4,96 = 2,76 \text{ м.}$$

$$L_{уф} = 1 \text{ м}$$

Нормативна вага палі:

$$G_{\Pi}^H = n(L_{\Pi}G_{\Pi,1} + G_B) = 2(7 \times 2,20 + 0,50) = 31,8 \text{ кН},$$

Нормативна вага ґрунту в умовному об'ємі фундаменту:

$$G_{\text{гр}} = B_{\text{уф}} L_{\text{уф}} \sum \gamma_i h_i = 2,76 \times 1(17,8 \times 1,7 + 19,8 \times 3,8 + 19,9 \times 1,3) = 362,6 \text{ кН}.$$

Визначаємо середній тиск під подошвою умовного фундаменту:

$$P'' = \frac{N^H + G_{\Pi}^H \times 1,1 + G_{\Pi}^B + G_{\text{гр}}^H}{B_{\text{уф}} L_{\text{уф}}} = \frac{718,2 + 28,75 \times 1,1 + 31,8 + 362,6}{2,76 \times 1} = 414,6 \text{ кПа}.$$

«Розрахунковий опір ґрунту основи під подошвою умовного фундаменту:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} (M_{\gamma} B_{\text{уф}} \gamma_{11} + M_q d_{\text{уф}} \gamma'_{11} + M_c c_{II}), \gg$$

$$\gamma_{c1} = 1,2; \gamma_{c2} = 1;$$

$$M_{\gamma} = 0,43;$$

$$M_q = 2,73;$$

$$M_c = 5,31;$$

$$\gamma_{II} = 19,9 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma'_{II} = 19,9 \text{ кН/м}^3.$$

$$R = \frac{1,2 \cdot 1}{1} [0,43 \cdot 2,76 \cdot 19,9 + 2,73 \cdot 11,5 \cdot 19,9 + 5,31 \cdot 50] = 1097 \text{ кПа}.$$

$$P_{\text{ср}} = 414,6 \text{ кПа} \leq R = 1097 \text{ кПа} - \text{умова виконана}.$$

Розрахунок осадки пальового фундаменту

«Визначаємо загальну осадку [2]:

$$S = 1,44 \frac{\eta}{1 + \eta} \frac{(P - G_{zg,0}) B_y}{E_m}$$

$$\eta = h/b = 6 \gg$$

$$S = 1.44 \frac{6}{6+1} \cdot \frac{(414,6 - 165,6)2.76}{39000} = 0.022 \text{ м} = 2,2 \text{ см} < S_{lim} = 12 \text{ см}$$

Умова виконується.

2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту

Розрахунок і конструювання монолітної плити перекриття

Необхідно виконати розрахунок і проєктування монолітної залізобетонної плити перекриття житлового будинку за таких вихідних даних: у плані плита має габарити $20,81 \times 43,13$ м (розрахунок виконується для однієї секції) (рис. 2.1.1), а її уточнена конфігурація наведена на основному кресленні. Плита спирається на монолітні залізобетонні стіни товщиною 250 мм. Розрахунок здійснюється із застосуванням ліцензійного програмного комплексу Structure CAD (SCAD) версії 23.1.1.3. Комплекс SCAD базується на чисельному методі дискретизації суцільного середовища — методі кінцевих елементів (МКЕ).

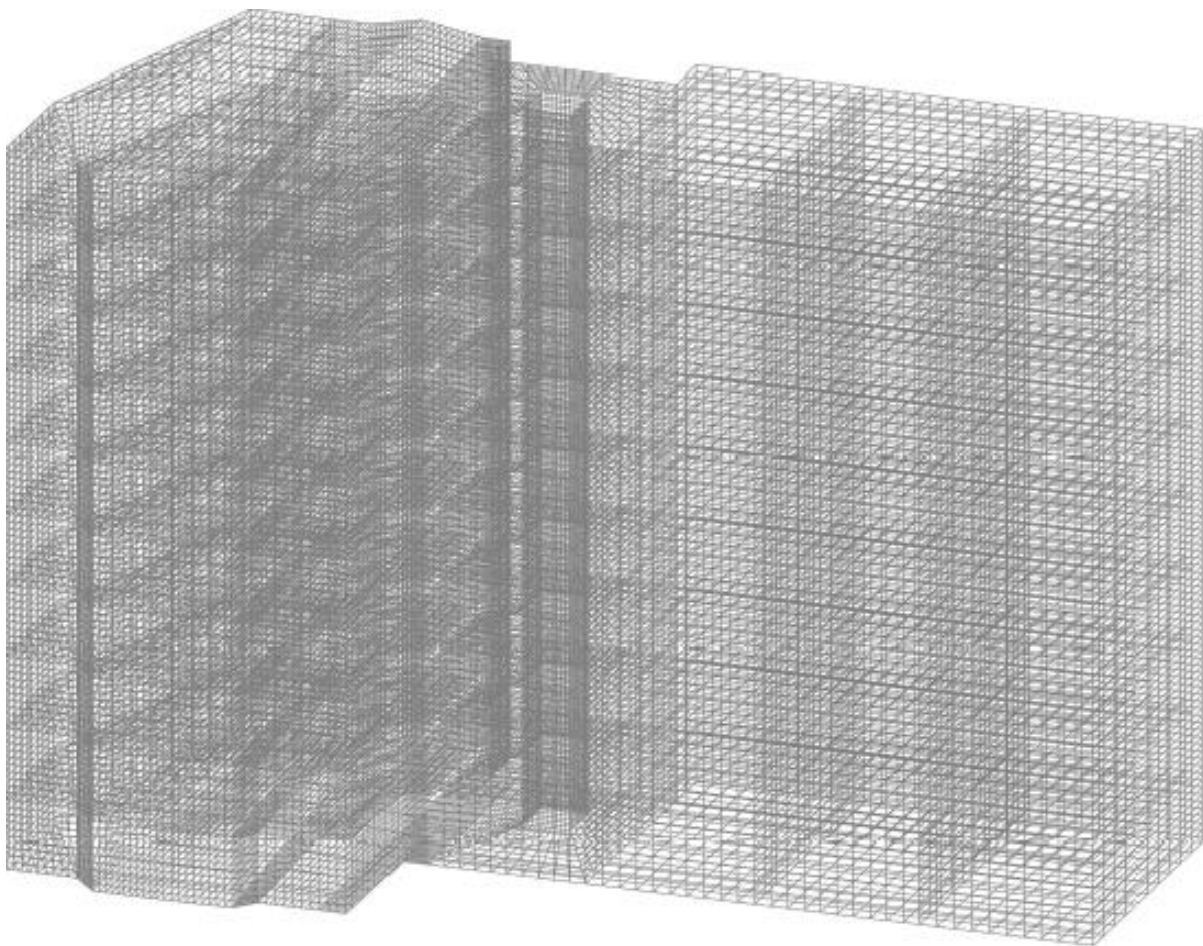


Рис.2.2.1 Розрахункова схема

Збір навантаження [4].

Табл.2.2.1 Визначення ваги покрівлі на 1 м².

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
Плитка керамічна $\delta = 10$ мм, $\rho = 1400$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,01 \times 14$ кН/м ³	1,4	1,1	1,54
Цементно-піщана стяжка М100 $\delta = 20$ мм, $\rho = 2400$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,02 \times 24$ кН/м ³	0,48	1,3	0,624
Рулонна плівка паробар'єр	0,01	1,1	0,011
Монолітна плита $\delta = 150$ мм, $\rho = 2500$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,15 \times 25$ кН/м ³	3,75	1,3	4,875
	$\Sigma = 5,64$		$\Sigma = 7,05$

Табл.2.2.2. Визначення ваги горіщного перекриття на 1 м².

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
Плитка керамічна $\delta = 10$ мм, $\rho = 1400$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,01 \times 14$ кН/м ³	1,4	1,1	1,54
Цементно-піщана стяжка М100 $\delta = 20$ мм, $\rho = 2400$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,02 \times 24$ кН/м ³	0,48	1,3	0,624
Рулонна плівка паробар'єр	0,01	1,1	0,011
Монолітна плита $\delta = 150$ мм, $\rho = 2500$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,15 \times 25$ кН/м ³	3,75	1,3	4,875
	$\Sigma = 5,64$		$\Sigma = 7,05$

Табл.2.2.3 Визначення ваги квартирної перекриття на 1 м².

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
СПС ламінат $\delta = 10$ мм, $\rho = 2000$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,01 \times 20$ кН/м ³	0,2	1,1	0,22
Рулонна плівка паробар'єр	0,01	1,1	0,011
Стяжка «Тепла підлога» М100 $\delta = 50$ мм, $\rho = 2400$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,05 \times 24$ кН/м ³	1,2	1,3	1,92
Звукоізоляція $\delta = 20$ мм, $\rho = 800$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,02 \times 8$ кН/м ³	0,16	1,1	0,176
Монолітна плита $\delta = 220$ мм, $\rho = 2500$ кг/м ³ , $g_{ст} = \delta \rho = 0,22 \times 25$ кН/м ³	5,5	1,3	7,15
	$\Sigma = 7,07$		$\Sigma = 9,48$

Табл.2.2.4 Визначення ваги зовнішньої стіни на 1 м².

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
Облицювальна плитка керамічна $\delta = 10$ мм, $\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$, $g_{ст} = \delta \rho = 0,01 \times 14 \text{ кН/м}^3$	1,4	1,1	1,54
Мінватна плита «Роквул» $\delta = 150$ мм, $\rho = 156 \text{ кг/м}^3$, $g_{ст} = \delta \rho = 0,15 \times 0,156 \text{ кН/м}^3$	0,0234	1,1	0,0253
Монолітна стіна $\delta = 400$ мм, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$, $g_{ст} = \delta \rho = 0,4 \times 25 \text{ кН/м}^3$	10	1,3	13
Вапняно-піщана штукатурка $\delta = 20$ мм, $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$, $g_{ст} = \delta \rho = 0,02 \times 16 \text{ кН/м}^3$	0,32	1,3	0,416
	$\Sigma = 11,74$		$\Sigma = 14,98$

Табл.2.2.5 Визначення ваги внутрішньої стіни на 1 м².

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
Вапняно-піщана штукатурка $\delta = 20$ мм, $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$, $g_{ст} = \delta \rho = 0,02 \times 16 \text{ кН/м}^3$	0,32	1,3	0,416
Монолітна стіна $\delta = 400$ мм, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$, $g_{ст} = \delta \rho = 0,4 \times 25 \text{ кН/м}^3$	10	1,3	13
Вапняно-піщана штукатурка $\delta = 20$ мм, $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$, $g_{ст} = \delta \rho = 0,02 \times 16 \text{ кН/м}^3$	0,32	1,3	0,416
	$\Sigma = 10,64$		$\Sigma = 13,83$

Табл.2.2.6 Визначення ваги стіни підземного паркінгу на 1 м².

Снігове навантаження:

$$N_{ch.bh.} = S_m A_b,$$

де S_m – граничне розрахункове значення снігового навантаження на перекриття:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C_s,$$

$$S_m = 1 \times 1,6 \times 0,8 = 1,28 \text{ кН/м}^2;$$

$$N_{ch.zb.} + N_{ch.bh.} = 1,28 \times (A_{zb.} + A_{bh.}) = 1,28 \times (0,33 + 4,635) = 3,36 \text{ кН};$$

Тимчасове навантаження: $g_{red} = 1,5 \text{ кН/м}^2$.

Початкові дані для розрахунку армування

Відстань до центру ваги арматури [5]:

$A_1=3,0$ см

$A_2=3,0$ см

$A_3=3,0$ см

$A_4=3,0$ см

Бетон важкий В25, Коефіцієнт умови роботи бетону $\gamma_b=0.9$.

Арматура повздовжня А400С, поперечна А240С.

Результат розрахунку

Рисунок 2.2.4 (Нижнє армування по напрямку X - AS1)

Рисунок 2.2.5 (Верхнє армування по напрямку X - AS2)

Рисунок 2.2.6 (Нижнє армування по напрямку Y - AS3)

Рисунок 2.2.7 (Верхнє армування по напрямку Y - AS4)

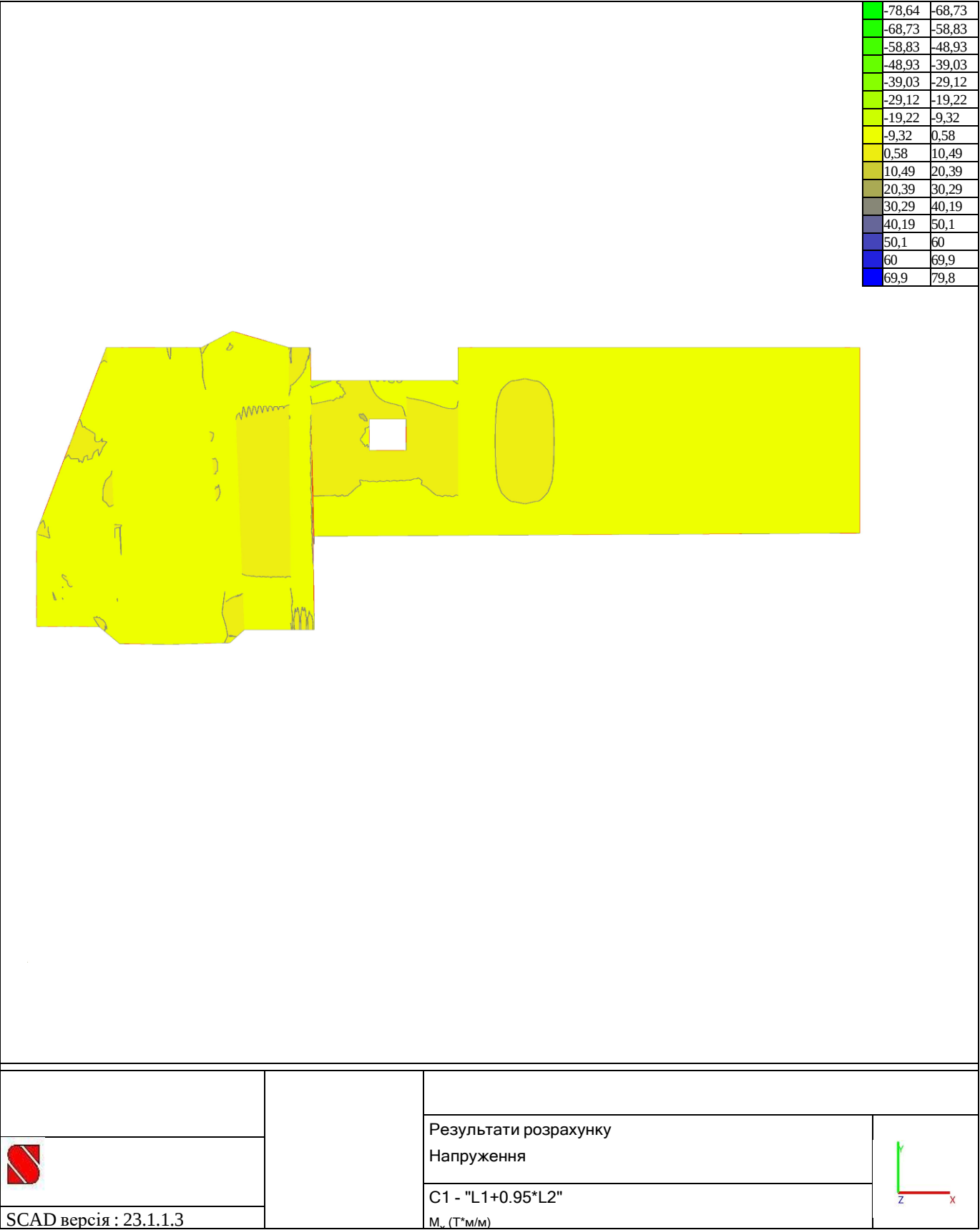


Рисунок 2.2.2 Моменти M_x

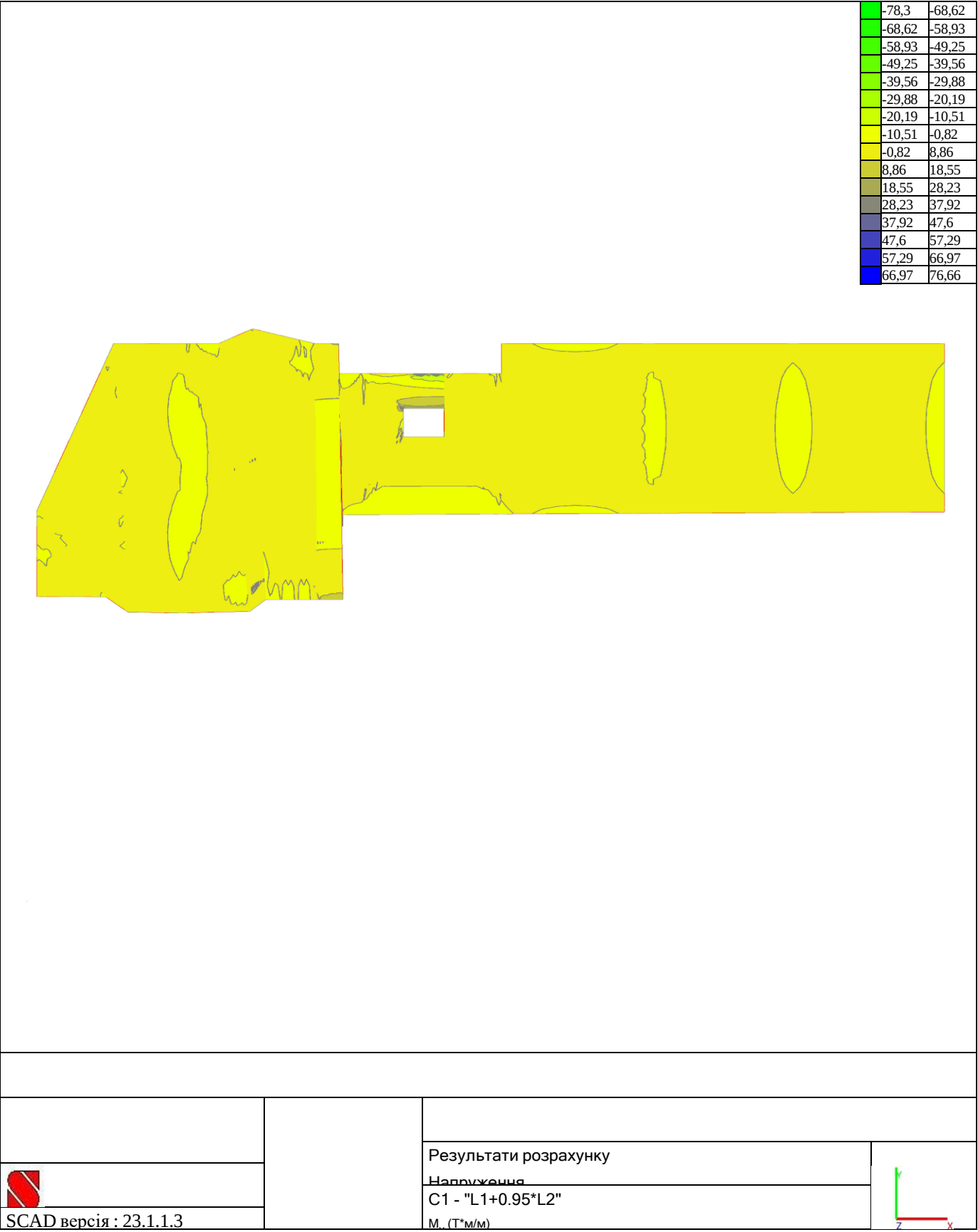


Рисунок 2.2.3 Моменти M_y

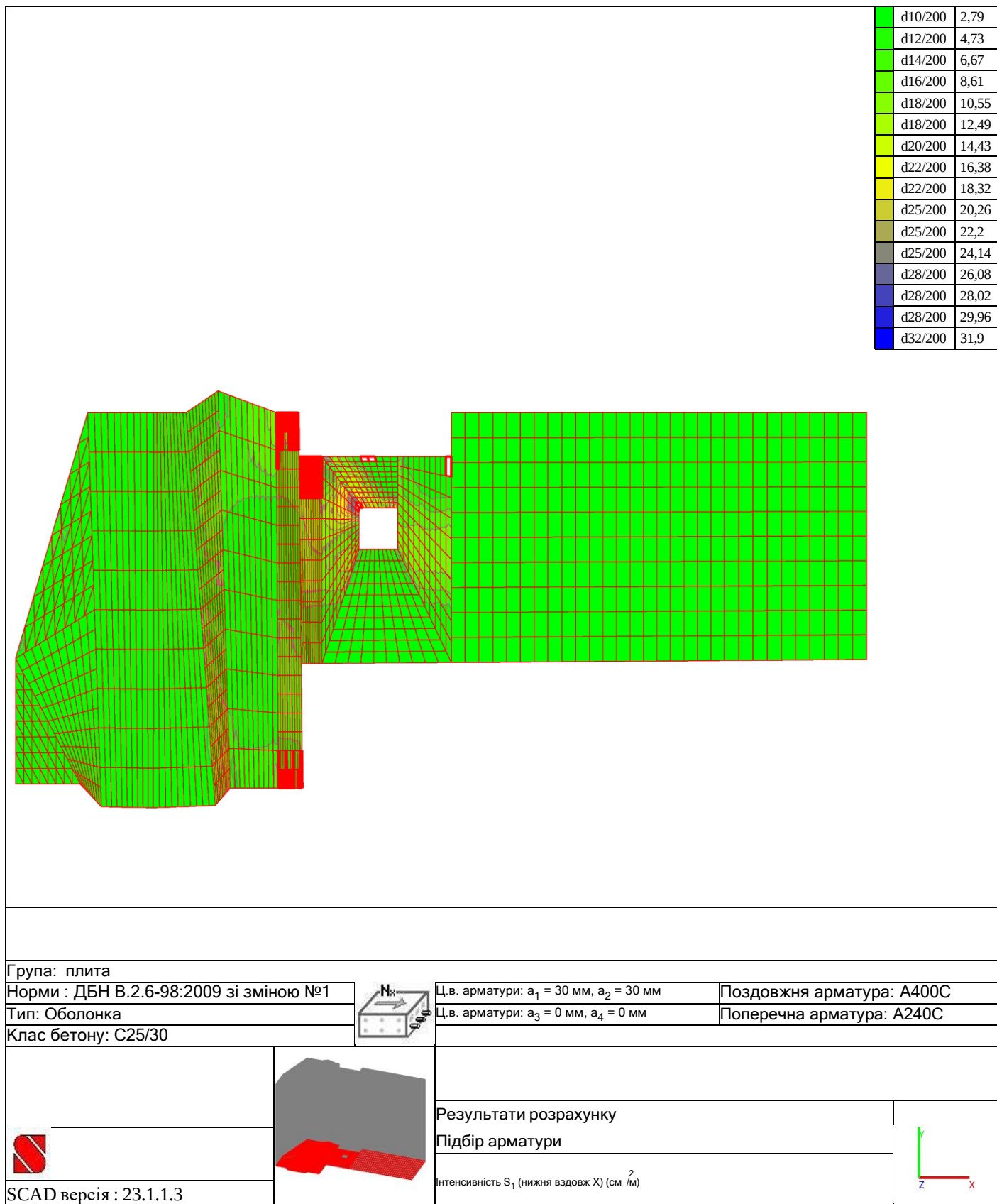


Рис.2.2.4 Нижнє армування по напрямку X - AS1

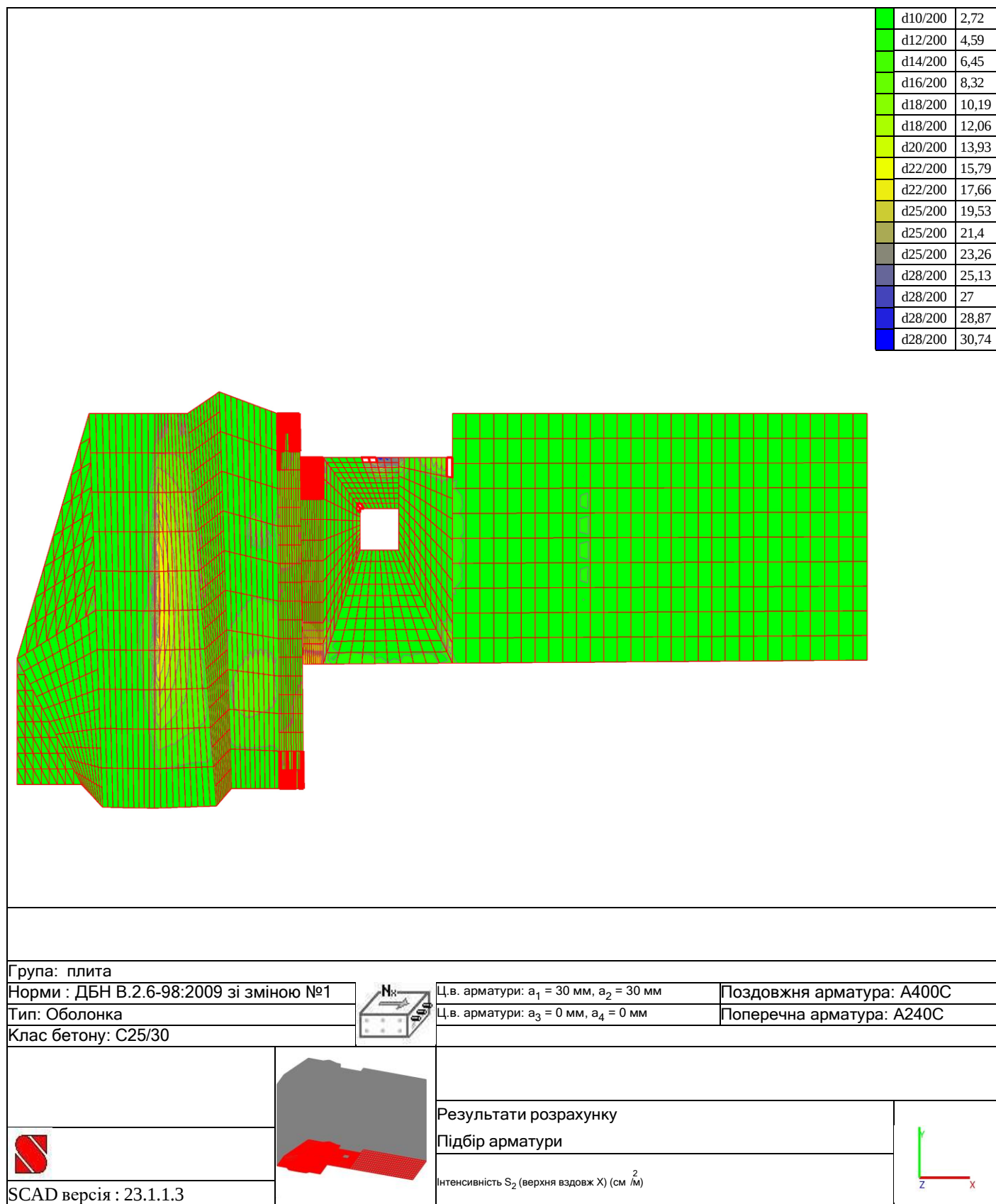


Рис.2.2.5 Верхнє армування по напрямку X - AS2

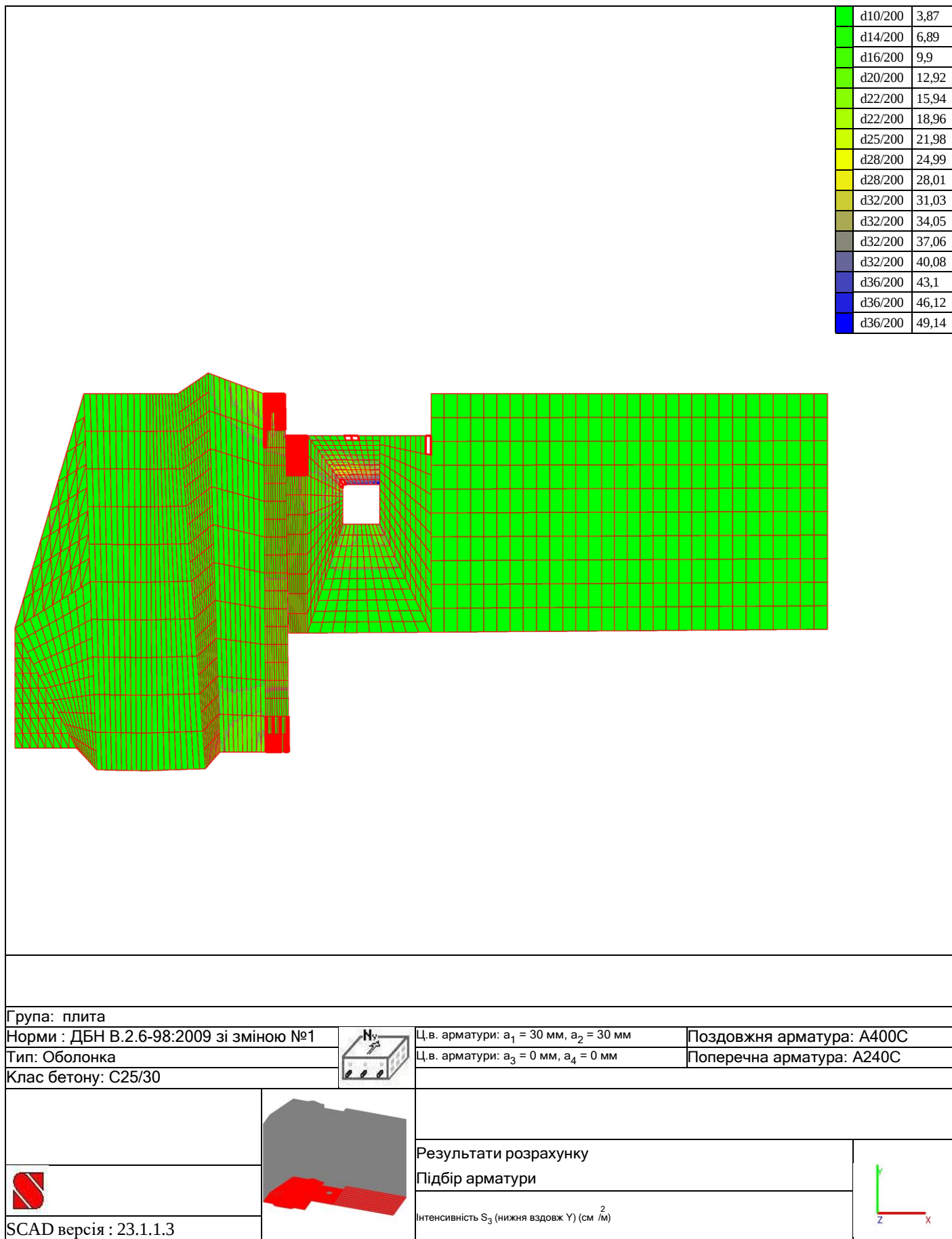


Рисунок 2.2.6 (Нижнє армування по напрямку Y - AS3)

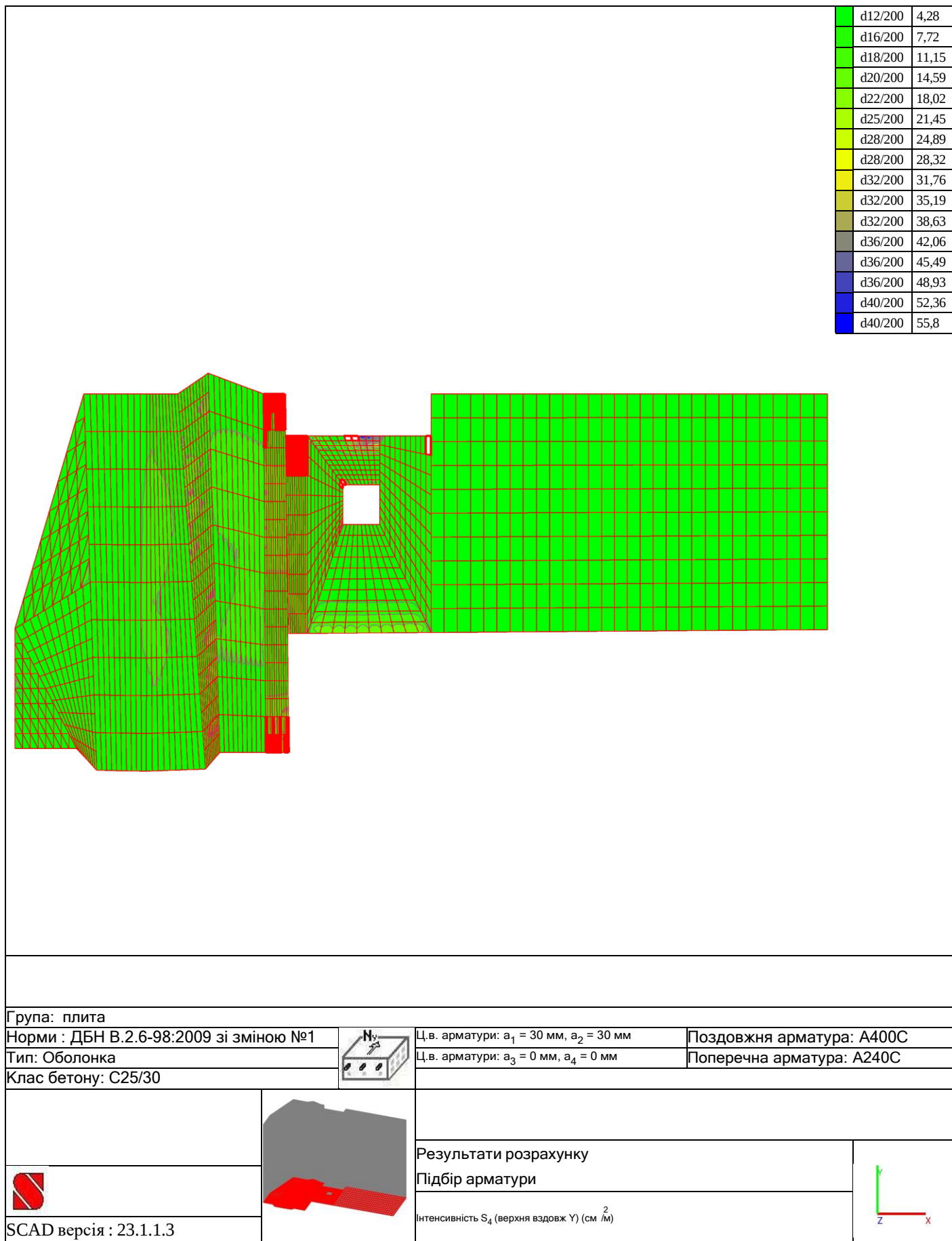


Рисунок 2.2.7 (Верхнє армування по напрямку Y - AS4)

Розрахунок сходового маршу

Вихідні дані

1. Ширина маршу – 1,200 м.
2. Висота поверху – 3,0 м.
3. Сходинок розміром 300х150 мм.
4. Кут нахилу $\alpha=28^\circ$.
5. Бетон класу C20/25,
6. Арматурні стержні класу A400C

На рисунку 2.2.8. наведені геометричні характеристики сходового маршу.

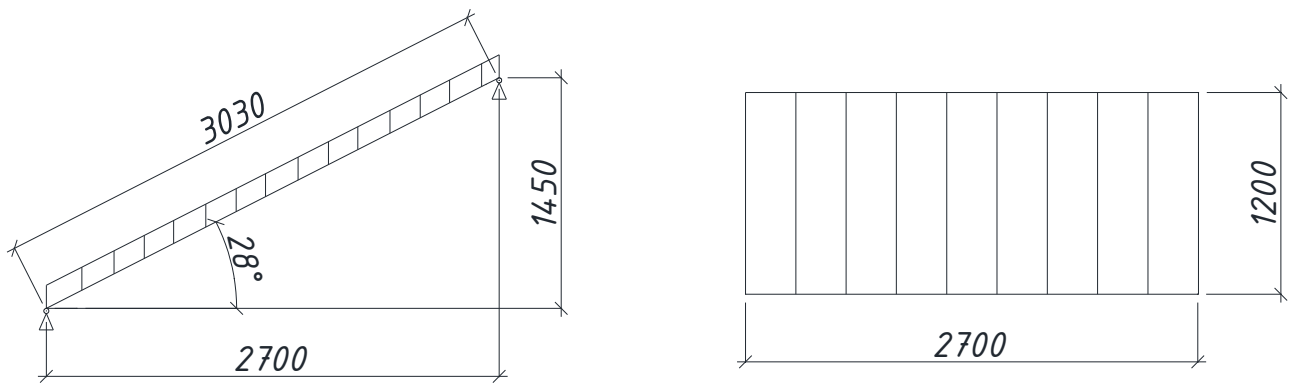


Рисунок 2.2.8 – Геометричні характеристики сходового маршу

Збір навантажень та визначення зусиль

Розрахункове навантаження на 1 м довжини сходового маршу [5]:

$$q = (g^n + p^n) \cdot \gamma_f \cdot b = 7,86 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 11,32 \text{ кН/м},$$

Згинаючий момент від повного розрахункового навантаження:

$$M_{ed} = \frac{q \cdot l^2}{8 \cdot \cos \alpha} = \frac{11,32 \cdot 3,03^2}{8 \cos 28^\circ} = 14,71 \text{ кНм},$$

Поперечна сила від повного навантаження:

$$V_{ed} = \frac{q \cdot l}{2 \cdot \cos \alpha} = \frac{11,32 \cdot 3,03}{2 \cdot \cos 28^\circ} = 19,42 \text{ кН}.$$

Розрахунок сходового маршу за граничним станом першої групи

Розрахунок міцності перерізів, нормальних до повздовжньої осі

З метою спрощення розрахунку реальний переріз сходового маршу замінюється розрахунковою схемою у вигляді таврового перерізу з полицею в зоні стиску.

Висота прийнятого перерізу між сходами становить $h=187$ мм..

На рисунку 2.2.9 наведено розрахунковий переріз сходового маршу.

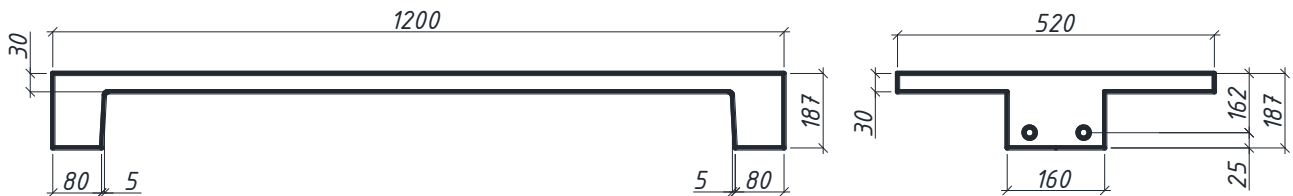


Рисунок 2.2.9 – Приведений розрахунковий переріз сходового маршу

«Відповідно до типових заводських форма назначаємо ширину плити по перерізу між сходами $h_f' = 30$ мм, висоту ребра $h = 187$ мм, товщину ребра $b_r = 80$ мм.

Ширина ребра розрахункового перерізу дорівнює:

$$b_w = b_r \cdot 2 = 160 \text{ мм.}$$

Ширина полиці, при відсутності поперечних ребер дорівнює меншому з:

$$b_{eff} = b_w + 12 \cdot h_f' = 160 + 12 \cdot 30 = 520 \text{ мм}$$

$$b_{eff} = b_w + 2 \cdot (l/2) = 160 + 2 \cdot (2700/6) = 1060 \text{ мм,}$$

Приймаємо $b_{eff} = 520$ мм.

Висоту полиці приймаємо $h_f' = 30$ мм.

Робочу висоту перерізу приймаємо, припускаючи $a = 25$ мм:

$$d = h - a = 187 - 25 = 162 \text{ мм.}»$$

Згинаючий момент, який сприймає переріз полиці (момент полиці):

$$M_{Rdf} = \alpha_{mf} \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2,$$

$$\alpha_{mf} = \omega_c \cdot \xi_f (1 - \beta \cdot \xi_f) = 0,886 \cdot 0,185 (1 - 0,446 \cdot 0,185) = 0,15,$$

$$\xi_f = \frac{h_f}{d} = \frac{30}{162} = 0,185.$$

$$M_{Rdf} = 0,15 \cdot 14,5 \cdot 520 \cdot 162^2 = 29,68 \text{ кНм}.$$

«Порівнюємо отримане значення несучої здатності стиснутої полиці M_{Rdf} з величиною згинаючого моменту від зовнішнього навантаження $M_{ed} = 14,71$ кНм [5].

Так як $M_{Rdf} \geq M_{ed}$, то нейтральна вісь проходить в полиці, і подальший розрахунок та підбір арматури проводиться як для прямокутного перерізу, шириною $b = 520$ мм, на дію згинального моменту M_{ed} .

Визначаємо, в якій області деформування працює переріз при розташуванні нейтральної вісі по нижній грані полиці. Для цього вияснюємо в яку область деформування по значенню ξ попадає відносна висота полиці ξ_f :

$$\xi_a = \frac{\varepsilon_{cz,cd}}{\varepsilon_{cz,cd} + \varepsilon_{ud}} = \frac{0,68}{0,68 + 25} = 0,0263.$$

$$\xi_b = \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{ud}} = \frac{3}{3 + 25} = 0,1073.$$

$$\xi_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{so}} = \frac{3}{3 + 1,10} = 0,7323,$$

де

$$\varepsilon_{so} = \frac{f_{yd}}{E_p} = \frac{228,60}{210000} = 1,1\text{‰},$$

При $\xi_b = 0,1073 < \xi_f = 0,1853 < \xi_{lim} = 0,7323$ переріз працює в області деформування 2.»

1. Відносне плече внутрішньої пари сил:

$$\eta = \frac{z_c}{d} = 0,5 + \sqrt{0,25 - \frac{2\beta \cdot \alpha_m}{1+k}} = 0,5 + \sqrt{0,25 - \frac{2 \cdot 0,446 \cdot 0,07}{1+0,773}} = 0,9633, \quad (3.2.16)$$

де

$$\alpha_m = \frac{M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{14,7101 \cdot 10^6}{14,501 \cdot 520 \cdot 162^2} = 0,07.$$

2. Плече внутрішньої пари сил:

$$z_c = \eta \cdot d = 0,9633 \cdot 162 = 156 \text{ мм}.$$

3. Необхідна площа арматури:

$$A_{st} = \frac{M_{ed}}{f_{yd} \cdot z_c} = \frac{14,7101 \cdot 10^6}{228,601 \cdot 156} = 401,51 \text{ мм}^2.$$

Перевірка:

Висота стиснутої зони бетону:

$$x = \frac{d(1-\eta)}{\beta} = \frac{162(1-0,9633)}{0,446} = 13,443 \text{ мм},$$

Відносні деформації розтягнутої арматури:

$$\varepsilon_{st} = \frac{\varepsilon_{cu3,cd}(d-x)}{x} = \frac{3(162-13,443)}{13,44} = 33,164 \text{ ‰}.$$

Приймаємо $2\varnothing 16 \text{ A400C}$ ($A_{st} = 402 \text{ мм}^2$). Встановлюємо по 2 плоских каркаси в кожному ребрі.

Розрахунок міцності перерізів похилих до повздовжньої осі [5].

«Поперечна арматура класу А400С.

Кількість поперечний стержнів у складі каркасу $n=4$.

Поперечна сила, яку може сприйняти елемент без поперечного армування:

$$V_{Rd,c} = \left[\left(\frac{0,18}{\gamma_c} \right) \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \sigma_{cp} \right] b_w d,$$

де $\gamma_c = 1,3$.

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{162}} = 2,11 > 2,$$

Приймаємо $k = 2$.»

$$\rho_l = \frac{A_{st}}{b_w \cdot d} = \frac{402}{160 \cdot 162} = 0,016.$$

$$A_c = b_w \cdot h = 160 \cdot 187 = 29920 \text{ мм}^2.$$

$$V_{Rd,min} = (V_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d.$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{ed}}{A_c} \leq 0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 11,5 = 2,3,$$

$N_{ed} > 0$ при стиску.

$$N_{ed} = V_{ed} = 19,42 \text{ кН}.$$

$$\sigma_{cp} = \frac{19420}{29920} = 0,65 < 0,2 \cdot f_{cd} = 2,9,$$

Приймаємо $\sigma_{cp} = 0,65$.

$$V_{Rd,c} = \left[\frac{0,18}{1,3} \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0,016 \cdot 18,5)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0,65 \right] \cdot 160 \cdot 162 = 24,730 \text{ кН}$$

$$V_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot 18,5^{\frac{1}{2}} = 0,42 \text{ Н.}$$

$$V_{Rd,min} = (0,42 + 0,15 \cdot 0,65) \cdot 160 \cdot 162 = 13413,6 \text{ Н} = 13,4140 \text{ кН.}$$

$$V_{Rd,c} = 24,730 \text{ кН} > V_{Rd,min} = 13,4140 \text{ кН.}$$

Висновок: поперечне армування не потрібно.

Розрахунок сходового маршу за граничними станами другої групи

Розрахунок по утворенню тріщин нормального перерізу до повздовжньої осі

Альтернативний розрахунок ширини розкриття тріщин – є обмеження розміру:

$$\frac{x}{h} = \xi = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{0,5 \cdot (1+k) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d}.$$

$$\xi = \frac{402 \cdot 228,6}{0,5 \cdot (1+0,773) \cdot 14,5 \cdot 1200 \cdot 162} = 0,04.$$

$$X = \xi \cdot h = 0,04 \cdot 187 = 7,48 \text{ мм.}$$

Для перерізу плити:

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct},$$

$$A_{ct} = (h - x) \cdot b = (187 - 7,48) \cdot 1200 = 215424 \text{ мм}^2 = 0,215 \text{ м}^2.$$

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,2 \text{ МПа.}$$

$$A_{s,min} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 2,2 \cdot 0,215}{240} = 0,00197 \text{ м}^2.$$

$$A_{s,min} = 0,00197 > A_{s2} = 0,000402.$$

Таким чином прямі розрахунки ширини розкриття тріщин робити не потрібно.

Розрахунок за деформаціями

«Величину проліт/висота за формулою, якщо $\rho > \rho_0$:

$$\frac{l}{d} = k \left[11 + 1,5 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho}{\rho - \rho_0} + \frac{1}{12} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \right].$$

Або якщо $\rho < \rho_0$:

$$\frac{l}{d} = k \left[11 + 1,5 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right].$$

$$k = 1$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 10^{-3} \cdot \sqrt{18,5} = 0,00431 \text{ см}^2$$

$$\rho = \frac{A_{s2}}{b \cdot d} = \frac{402}{1200 \cdot 162} = 0,002061 \text{ см}^2.$$

Так як $\rho = 0,002061 \text{ см}^2 < \rho_0 = 0,00431 \text{ см}^2$ співвідношення проліт висота розраховуємо за формулою (4.2.38):

$$\frac{l}{d} = 1 \left[11 + 1,5 \cdot \sqrt{18,5} \cdot \frac{0,0043}{0,00206} + 3,2 \cdot \sqrt{18,5} \cdot \left(\frac{0,0043}{0,00206} - 1 \right)^{3/2} \right] = 37,281.$$

Крім того, ще необхідно помножити отримане значення на $310/\sigma_s$.

$$\frac{l}{d} \cdot \frac{310}{\sigma_s} = 37,28 \cdot \frac{310}{0,71 \cdot 240} = 67,821.$$

$$\frac{l}{d} = \frac{3030}{162} = 37,281 < 67,821.$$

Таким чином відношення проліт/висота відповідає граничному значенню і перевірку прогину розрахунком виконувати не потрібно.

3. Технологія та організація виконання основної будівельно-монтажної роботи

Підготовка будівельного об'єкта

Організація будівельного процесу передбачає, що безпосередньому початку зведення споруди обов'язково передуює комплекс підготовчих заходів. Саме якісна підготовка будівельного майданчика створює необхідні умови для безпечного, безперервного та ефективного виконання основних будівельно-монтажних робіт [16].

Після затвердження проєктно-кошторисної документації, отримання дозвільних документів та оформлення права на виконання будівельних робіт розпочинається етап підготовки території до забудови.

До складу підготовчих робіт входять:

створення геодезичної розбивочної основи;

винесення в натуру головних та допоміжних осей будівлі;

очищення території від сміття, чагарників, сторонніх предметів та непотрібних конструкцій;

демонтаж застарілих споруд або інженерних елементів за потреби;

улаштування тимчасових доріг і під'їздів;

організація майданчиків складування матеріалів;

підведення тимчасового електропостачання та водопостачання;

прокладання транзитних комунікацій;

улаштування систем водовідведення та тимчасового водозниження;

встановлення інвентарних побутових приміщень;

монтаж технологічного обладнання та огороження будівельного майданчика.

Особливу увагу приділяють збереженню родючого шару ґрунту. Верхній рослинний шар ґрунту попередньо зрізається бульдозерами або іншими землерийними машинами, після чого транспортується у спеціально відведене місце тимчасового складування.

Надалі цей ґрунт використовується для благоустрою території; формування

газонів; озеленення прибудинкових зон; планування рельєфу після завершення будівництва.

Після виконання підготовчих заходів будівельний майданчик вважається готовим до початку основного циклу робіт.

Технологія виконання робіт під час улаштування фундаментів

Відповідно до проєктного рішення для будівлі передбачено монолітний стрічковий фундамент, який забезпечує рівномірне передавання навантажень від несучих конструкцій споруди на основу.

Технологія зведення монолітного фундаменту включає низку послідовних виробничих операцій:

- підготовка основи під фундамент;
- геодезична розмітка осей;
- монтаж опалубки;
- встановлення арматурних каркасів і сіток;
- приймання бетонної суміші;
- укладання та ущільнення бетону;
- догляд за бетоном у період твердіння;
- демонтаж опалубки після набору міцності.

Підготовчі заходи перед бетонуванням

До початку бетонних робіт необхідно створити належні організаційно-технічні умови, а саме виконати вертикальне планування ділянки; організувати відведення поверхневих вод; виконати геодезичну розбивку осей фундаментів; забезпечити під'їзні шляхи для транспорту; визначити маршрути руху будівельних машин; облаштувати місця складування арматури, опалубки та інертних матеріалів; підготувати монтажні пристрої та вантажопідіймальні механізми; доставити комплекти опалубки, арматурні вироби та супутні матеріали.

Після завершення бетонної підготовки відповідальна особа (майстер або виконроб) перевіряє правильність геометричних розмірів; відповідність відміток; точність розбивки осей; якість основи; готовність до монтажу фундаментних конструкцій.

Лише після цього дозволяється перехід до наступного етапу робіт.

Монтаж опалубки

Для формування фундаментної стрічки використовується інвентарна щитова опалубка. Щити, доставлені на об'єкт, повинні зберігатися у спеціально відведених місцях під навісами для захисту від атмосферного впливу.

Вимоги до зберігання:

- щити укладаються штабелями висотою до 1,2 м;
- між елементами встановлюються дерев'яні прокладки;
- дрібні комплектуючі зберігаються у контейнерах або ящиках;
- зони складування розміщуються в межах роботи монтажного крана.

Монтаж опалубки здійснюється за допомогою крана з точним вивіренням положення елементів у плані та по висоті. Після встановлення перевіряється вертикальність щитів; жорсткість кріплення; герметичність стиків; відповідність проєктним розмірам.

Армування фундаментів

Після завершення монтажу опалубки виконується встановлення арматурних виробів. Для армування застосовуються арматурні сітки, каркаси та окремі стержні відповідно до робочих креслень.

Арматурні елементи встановлюють на спеціальні фіксатори, які забезпечують необхідну товщину захисного шару бетону.

Якщо маса арматурного каркаса або сітки перевищує 50 кг, монтаж виконується із застосуванням вантажопідіймального крана.

Під час армування контролюються крок арматури; діаметри стержнів; довжина нахльостів; міцність в'язки; положення відносно осей конструкції.

Бетонування фундаментів

Одним із найвідповідальніших етапів є приймання та укладання бетонної суміші, оскільки саме від цього процесу залежить якість фундаменту та загальна тривалість будівництва.

Бетонна суміш подається до місця укладання автобетонозмішувачами, бетононасосами або краном у баддях. Укладання виконується шарами з обов'язковим ущільненням глибинними вібраторами.

При бетонуванні необхідно забезпечити безперервність подачі суміші; рівномірне заповнення опалубки; відсутність пустот; дотримання висоти вільного падіння бетону; ретельне ущільнення кожного шару.

Догляд за бетоном

У початковий період твердіння бетон потребує належного догляду. Необхідно забезпечити захист від атмосферних опадів; підтримання оптимального температурно-вологісного режиму; захист від пересихання; недопущення ударних навантажень; збереження цілісності опалубки.

За нормальних температурних умов бетон набирає початкову міцність у середньому протягом 24 – 72 годин, після чого можливе часткове розпалублення залежно від типу конструкції та фактичної міцності бетону.

Демонтаж опалубки

Зняття опалубки дозволяється виконувати лише після досягнення бетоном необхідної міцності, підтвердженої нормативними вимогами або результатами контролю.

Під час демонтажу необхідно уникати ударів по конструкції; не пошкоджувати крайки фундаменту; очищати щити для повторного використання; сортувати елементи та складати їх у місця зберігання.

Загальна організаційно-технологічна оцінка

Прийнята технологія виконання фундаментних робіт забезпечує високу якість монолітних конструкцій; дотримання проєктної геометрії; скорочення строків будівництва; безпечне виконання процесів; ефективне використання техніки та трудових ресурсів; довговічність фундаментної частини будівлі.

Раціональна організація підготовчих і фундаментних робіт є основою успішного та своєчасного зведення всього об'єкта будівництва.

Вибір основних монтажних механізмів

Вибір машин для розробки котловану

Для виконання земляних робіт із влаштування котловану необхідно застосувати комплект будівельних машин і механізмів, що забезпечують безперервність технологічного процесу, високу продуктивність праці та дотримання встановлених строків будівництва.

До складу механізованого комплексу входять бульдозер для підготовчих і планувальних робіт; однокішшевий екскаватор для основної розробки ґрунту; автосамоскиди для транспортування ґрунту; машини та механізми для ущільнення ґрунту при зворотній засипці; допоміжна техніка для остаточного доопрацювання дна котловану.

У даному комплексі провідною машиною є екскаватор, оскільки саме він виконує основний обсяг земляних робіт.

Вибір екскаватора

Місткість ковша екскаватора визначається залежно від загального об'єму ґрунту, що підлягає розробці, фізико-механічних властивостей ґрунту та глибини котловану.

Об'єм ґрунту котловану становить:

$$V_{\text{гр}}=12008,81 \text{ м}^3$$

Для такого обсягу робіт рекомендована місткість ковша становить близько:

$$q=1,0 \text{ м}^3$$

З урахуванням висоти забою до 5 м; ґрунтів III групи; наявності глинистих ґрунтів; необхідності роботи в котловані, остаточно приймається екскаватор типу зворотна лопата.

Для виконання робіт обрано гусеничний екскаватор АТЕК 761 з технічними характеристиками:

потужність двигуна — 73,6 кВт;

робоче обладнання — зворотна лопата;

місткість ковша — 1,15 м³;

висока прохідність на будівельному майданчику;

можливість роботи у складних ґрунтових умовах.

Застосування гусеничного екскаватора є доцільним завдяки його стійкості, маневреності та ефективній роботі на неуцільненій основі.

Вибір автосамоскидів

Підбір транспортних засобів здійснюється з урахуванням місткості ковша екскаватора; продуктивності екскаватора; відстані перевезення ґрунту; умов дорожнього покриття; необхідного ритму роботи.

Для даного об'єкта приймаються такі вихідні дані:

місткість ковша — 1,05 м³;

відстань транспортування ґрунту — 5 км;

раціональна вантажопідйомність автомобіля — 12 т.

Для перевезення ґрунту приймається автосамоскид КрАЗ 3255Б з вантажопідйомністю 14,5 т.

Основні переваги вибраного автомобіля достатня вантажопідйомність; висока надійність; можливість роботи на будівельних дорогах; узгодженість продуктивності з екскаватором.

Зняття рослинного шару ґрунту

Перед початком розробки котловану виконується зняття родючого шару ґрунту, який у подальшому використовується для благоустрою території.

Для цього приймається гусеничний бульдозер ДЗ-28 потужністю 160 к.с. на базі трактора Т-130.

Бульдозер використовується для зрізання рослинного шару; переміщення ґрунту на короткі відстані; попереднього планування території; очищення будівельного майданчика.

Розробка котловану

Основна розробка котловану виконується екскаватором однією або декількома проходками залежно від ширини забою та умов роботи.

Розробка здійснюється поперечними проходками; відповідно до проєктних позначок; із контролем геометричних параметрів. Допустиме відхилення точності розробки становить ± 5 см.

Частина вийнятого ґрунту залишається на території будівельного майданчика для подальшого використання при зворотній засипці пазух фундаментів, а надлишковий ґрунт вивозиться за межі об'єкта.

Остаточне зачищення дна котловану

Після завершення механізованої розробки виконується остаточне доведення дна котловану до проєктної відмітки.

Для цього використовується легкий бульдозер Д-606 на базі трактора ДТ-75.

Після проходу бульдозера здійснюється ручне доопрацювання ґрунту в місцях, недоступних для техніки, а також контрольне вирівнювання основи.

Вибір монтажного крану

Для виконання фундаментних і монтажних робіт необхідно підібрати вантажопідіймальний механізм, який забезпечить безпечну та безперебійну подачу матеріалів, опалубки, арматури й бетонної суміші.

Підбір крана виконується за такими основними параметрами: монтажна маса вантажу; висота підйому; виліт стріли; умови пересування на майданчику; зона обслуговування.

Вибір вантажозахоплювальної тари

Для подачі бетонної суміші використовується бункер-баддя, яка є найбільш масивним елементом у процесі бетонування фундаментів.

Приймається вертикальна баддя Zitrek БН–1,5 з характеристиками:

власна маса — 0,230 т;

вантажопідйомність — 3,570 т;

місткість — 1,50 м³;

висота — 1,810 м;

ширина — 1,410 м;

глибина — 1,410 м.

Таке обладнання забезпечує зручне транспортування та точну подачу

бетонної суміші у зону бетонування.

Вибір стропів

Подача бадді здійснюється за допомогою чотиригілкового канатного стропа типу 4СК.

Основні характеристики стропа:

вантажопідйомність — 5,0 т;

власна маса — 0,220 т;

висота стропування — 9,30 м.

Застосування такого стропа гарантує надійне кріплення вантажу та безпечне переміщення бадді краном.

Вибір типу крана

Для виконання робіт з улаштування фундаментів доцільно застосувати самохідний кран, оскільки він має такі переваги: мобільність на будівельному майданчику; швидке переміщення між робочими зонами; зручність монтажу опалубки та арматури; можливість подачі бетонної суміші; високу продуктивність; мінімальні витрати часу на підготовчі операції.

Самохідний кран забезпечує комплексне обслуговування фундаментних робіт та відповідає вимогам організації будівництва.

Правильно підібраний комплект машин для розробки котловану та монтажних робіт забезпечує механізацію основних трудомістких процесів; скорочення строків виконання робіт; раціональне використання техніки; зниження собівартості будівництва; підвищення безпеки праці; якісне виконання земляних і бетонних робіт.

Комплексне використання екскаватора, бульдозерів, автосамоскидів та самохідного крана дозволяє ефективно організувати будівельний процес на об'єкті.



Рисунок. 3.1 Бункер-баддя Zitrek БН – 1,5

«Монтажна маса конструкції:

$$Q_M = m_e + m_{\text{стр}},$$

де m_e – маса елемента, що підіймає кран кг;

$$m_e = m_b + m_{\text{бет}},$$

де m_b – маса бадді, 230 кг;

$m_{\text{бет}}$ – маса бетону;

$$m_{\text{бет}} = 1,5 \times 2,500 = 3,750 \text{ т.}$$

$$m_e = 0,230 + 3,750 = 3,980 \text{ т.}$$

$m_{\text{стр}}$ – маса стропуючого засобу, 0,220 т;

$$Q_M = 3,980 + 0,220 = 4,200 \text{ т.}$$

Монтажна висота підйому елемента:

$$H_M = h_0 + h_3 + h_E + h_{\text{стр}},$$

де h_0 – перевищення опор елемента, який монтується над рівнем стоянки крану;

h_3 – мінімальний проміжок для наведення елемента, 0,5, м;

h_E – висота елемента в монтажному положенні;

$h_{\text{стр}}$ – довжина стропуючого засбу, 4,0м.

$$h_0 = 1,30.$$

$$H_M = 1,30 + 0,50 + 1,810 + 4,00 = 7,610 \text{ м.}$$

Монтажний виліт стріли:

$$L_M = \frac{b_\phi}{2} + l_3 + h_k + 1 + \frac{B_{кр}}{2},$$

l_3 – технологічний зазор для виконання робіт по зведенню підземної частини будівлі, 0,7 м;

$B_{кр}$ – ширина ходової частини крану, 4,35 м.»

$$L_M = \frac{24,22}{2} + 0,70 + 5,0 + 1,0 + \frac{4,40}{2} = 21,0 \text{ м.}$$

Виходячи з отриманих значень монтажних характеристик: монтажна маса 4,020 т, монтажна висота 7,610 м, монтажний виліт 21,0 м; обираємо кран ДЕК 401.

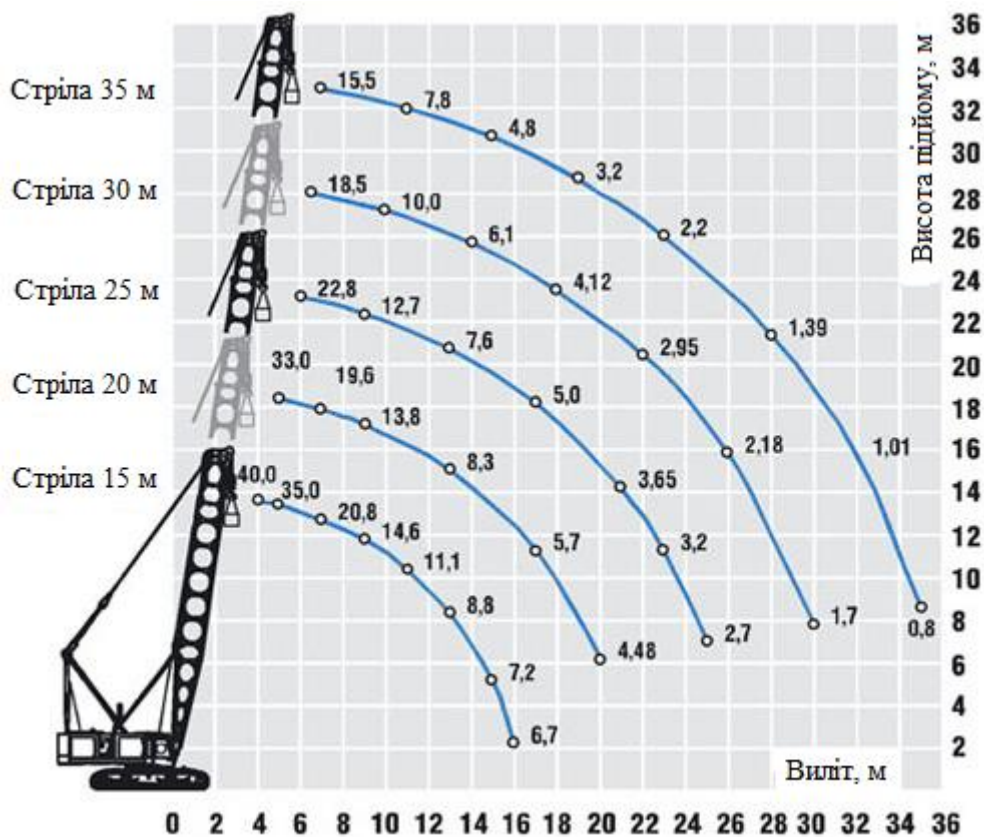


Рисунок. 3.2. Монтажні характеристики крана ДЕК 401 на основній стрілі.

Організаційно-технічні рішення зведення конструкцій

Ефективне виконання монолітних робіт безпосередньо залежить від безперервного забезпечення будівельного майданчика бетонною сумішшю необхідної якості. Порушення ритмічності постачання бетону може призвести до технологічних перерв, зниження продуктивності праці, утворення холодних

швів у конструкціях та погіршення загальної якості бетонування. Саме тому одним із головних організаційно-технічних завдань є правильний вибір транспортних засобів для доставки бетонної суміші.

Вибір автобетонозмішувача

Для транспортування бетонної суміші на об'єкт приймається автобетонозмішувач АБС-10ДА на шасі КАМАЗ 65201.

Даний транспортний засіб має такі технічні характеристики:

об'єм змішувального барабана — 6 м³;

максимальна маса транспортованої бетонної суміші — 23 700 кг;

висота розвантаження — 3,665 м;

габаритна довжина — 9400 мм;

габаритна ширина — 2500 мм;

загальна висота — 3665 мм.

Застосування автобетонозмішувача такого типу забезпечує доставку готової бетонної суміші без втрати її однорідності та рухливості.

Використання АБС-10ДА є доцільним завдяки таким перевагам: підтримання постійного перемішування суміші під час транспортування; запобігання розшаруванню бетону; можливість перевезення значного об'єму за один рейс; надійність шасі та висока прохідність; зручність роботи в умовах будівельного майданчика; сумісність із вантажопідіймальною технікою та приймальними пристроями.

Організація подачі бетонної суміші

Під час виконання монолітних робіт бетонна суміш доставляється автобетонозмішувачем безпосередньо на будівельний майданчик, де здійснюється її розвантаження у приймальну тару бункер-баддю.

Подальший технологічний процес передбачає:

прибуття автобетонозмішувача до місця розвантаження;

перевірку якості та рухливості бетонної суміші;

розвантаження бетону у бункер-баддю;

стропування бадді;

подачу бадді монтажним краном у зону бетонування;
укладання бетонної суміші на захватці;
ущільнення бетону глибинними вібраторами.

Організація бетонування захватками

Бетонування конструкцій доцільно виконувати захватками, тобто окремими ділянками встановленого розміру, що дозволяє раціонально використовувати кран; забезпечити безперервність бетонування; правильно організувати роботу бригади; зменшити простої техніки; контролювати якість укладання суміші; дотримуватися технологічної послідовності робіт.

Розміри захваток визначаються залежно від продуктивності бетонозмішувача; інтенсивності подачі суміші; можливостей крана; типу конструкції; часу початку тужавіння бетону.

Вимоги до організації транспортування бетону

Під час виконання робіт необхідно забезпечити безперервний графік поставок бетонної суміші; узгодження роботи транспорту і крана; мінімальний час між вивантаженням та укладанням; недопущення втрати рухливості суміші; очищення обладнання після завершення зміни; дотримання вимог охорони праці.

Загальна організаційно-технічна оцінка

Прийнята схема забезпечення будівництва бетонною сумішшю дозволяє:

виконувати монолітні роботи у заданому темпі; скоротити тривалість бетонування; забезпечити високу якість конструкцій; знизити трудомісткість ручних операцій; раціонально використовувати механізми; підвищити ефективність організації будівництва.

Застосування автобетонозмішувача АБС-10ДА у поєднанні з крановою подачею бетонної суміші в бункер-бадді є технічно обґрунтованим та економічно доцільним рішенням для зведення монолітних конструкцій будівлі.

Визначення об'єму земляних робіт

«Об'єм котловану складається з декількох складових: об'єм котловану під підземний паркінг, об'єм котловану під фундамент і об'єм в'їзної траншеї до котловану.

Об'єм котловану визначають за наступною формулою:

$$V_K = \frac{h_K}{6} [(2A + a)B + (2a + A)b],$$

де h_K – глибина котловану;

a і b – довжина та ширина котловану по дну, м;

A і B – довжина та ширина котловану у верхній частині котловану, м.

Розміри котловану по верхній частині котловану:

$$a = a_{\phi} + 2l_3 \text{ та } b = b_{\phi} + 2l_3,$$

де a_{ϕ} та b_{ϕ} – довжина та ширина зовнішнього контуру по гранях фундаменту, збільшене на 1 – 1,5 м;

l_3 – технічний зазор для виконання робіт по зведенню підземної частини будинку, 0,7 м».

Об'єм котловану під підземний паркінг:

$$a = a_{\phi} + 2l_3 = 90,050 + 1,40 = 91,450 \text{ м};$$

$$b = b_{\phi} + 2l_3 = 24,220 + 25,620 = 23,00 \text{ м}.$$

Розміри котловану по нижній частині котловану:

$$A = a + 2mh_K \text{ та } B = b + 2mh_K,$$

де m – коефіцієнт закладання відкосу котловану, для глини 0,5.

$$A = a + 2mh_K = 91,450 + 2 \times 0,50 \times 3,70 = 95,150 \text{ м};$$

$$B = b + 2mh_K = 25,620 + 2 \times 0,5 \times 3,70 = 29,320 \text{ м}.$$

$$V_K = \frac{3,7}{6} [(2 \times 95,150 + 91,450)29,320 + (2 \times 91,450 + 95,150)25,620] = 9487,140 \text{ м}^3.$$

Об'єм котловану під стрічковий фундамент:

Ширина по нижній грані 1 м.п. фундаменту: $b = 4,20$ м.

Ширина по верхній грані 1 м.п. фундаменту: $B = 5,60$ м.

Загальна довжина фундаменту: $L = 325,60$ м; глибина траншеї: $h = 1,30$ м.

Об'єм:

$$V_{\text{кф}} = \left(\frac{b+B}{2} h \right) L = \left(\frac{4,2+5,60}{2} 1,30 \right) 325,60 = 2074,070 \text{ м}^3.$$

«Об'єм в'їзної траншеї до котловану:

$$V_{\text{в.т.}} = \frac{h_K^2}{6} (3d + 2mh_K \frac{m'-m}{m'}) (m' - m),$$

де d – ширина в'їзної траншеї при двобічному русі, $7,50$ м;

m' – коефіцієнт закладання дна в'їзної траншеї, 10 .»

$$V_{\text{в.т.}} = \frac{3,7^2}{6} \left(3 \times 7,50 + 2 \times 0,5 \times 3,70 \times \frac{10-0,5}{10} \right) (10 - 0,50) = 447,60 \text{ м}^3.$$

Загальний об'єм ґрунту котловану:

$$V_{\text{гр}} = V_{\text{к}} + V_{\text{кф}} + V_{\text{в.т.}} = 9487,14 + 2074,07 + 447,6 = 12008,81 \text{ м}^3.$$

З метою забезпечення безпечних умов праці під час виконання земляних робіт необхідно вживати заходів щодо запобігання обваленню укосів котловану та виникненню аварійних ситуацій. Однією з основних вимог є дотримання безпечної відстані розміщення будівельної техніки, транспортних засобів і матеріалів від брівки виїмки.

Будівельні машини, механізми, автотранспорт, а також склади матеріалів повинні розташовуватися не ближче ніж за 1 м від краю відкосу котловану. Це дозволяє уникнути додаткового навантаження на ґрунт поблизу брівки, зменшити ризик осипання ґрунту та забезпечити стійкість відкосів.

Дотримання зазначеної вимоги сприяє запобіганню зсувам ґрунту; безпечній роботі екскаваторів і автосамоскидів; збереженню техніки; уникненню нещасних випадків; стабільності геометрії котловану; безпечному пересуванню працівників по майданчику.

Графік виконання земляних робіт

До основних процесів, що враховуються при побудові графіка, належать:

Зрізування родючого шару ґрунту

Виконується бульдозером до початку основної розробки котловану. Знятий ґрунт складається окремо для подальшого використання при благоустрої території.

Розробка ґрунту екскаватором

Основний обсяг земляних робіт виконується екскаватором із навантаженням ґрунту в автосамоскиди.

Транспортування ґрунту у відвал

Надлишковий ґрунт вивозиться автосамоскидами за межі будівельного майданчика або у тимчасовий відвал.

Зачищення дна котловану бульдозером

Після завершення екскавації виконується планування та доведення дна котловану до необхідної відмітки механізованим способом.

Ручна доробка дна котловану

Завершальний етап, під час якого працівники вручну усувають локальні нерівності, доопрацьовують кути, примикання та ділянки, недоступні для техніки.

Організаційне значення графіка

Графік виконання земляних робіт дозволяє визначити загальну тривалість земляного циклу; узгодити роботу екскаватора і транспорту; уникнути простоїв техніки; контролювати строки будівництва; своєчасно переходити до наступних етапів робіт; підвищити ефективність використання ресурсів.

Раціонально складений графік земляних робіт є важливою складовою успішної організації будівництва та гарантує безперервність виробничого процесу.

Визначення об'ємів робіт з улаштування фундаменту

Тривалість робіт з улаштування фундаменту визначається через обсяги робіт: визначають площу опалубки, кількість витраченої арматури та об'єм бетону, необхідний для фундаменту.

«Площа опалубки:

$$S_{\text{оп}} = 2Lh_{\text{ф}},$$

де $h_{\text{ф}}$ – висота фундаменту.»

$$S_{\text{оп}} = 2 \times 325,60 \times 1,30 = 846,560 \text{ м}^2.$$

«Об'єм бетону, необхідний для фундаменту:

$$V_{\text{БФ}} = FL,$$

де F – площа поперечного перерізу фундаменту.»

$$F = 3,2 \times 0,40 + 2,00 \times 0,40 + 0,7 \times 0,50 = 2,430 \text{ м}^2.$$

$$V_{\text{БФ}} = 2,430 \times 325,60 = 791,210 \text{ м}^3.$$

Техніко-економічна оцінка запроектованої будівельно-монтажної роботи

ТЕП оцінюється за обсягом бетонних робіт.

Тривалість робіт з урахуванням технологічних перерв: 11 днів

Питома трудомісткість:

$$q = \frac{\sum Q}{V},$$

де $\sum Q$ – загальні витрати праці, люд-зм, $\sum Q = 162$ люд-зм;

V – обсяг залізобетону в ділі, $V = 791,210 \text{ м}^3$.

$$q = \frac{162}{791,210} = 0,2050 \text{ люд} - \text{зм}/\text{м}^3.$$

Виробіток на одного робітника за зміну, $\text{м}^3/\text{люд-зм}$:

$$B = \frac{V}{\sum Q}.$$

$$B = \frac{791,210}{162} = 4,880 \frac{\text{м}^3}{\text{люд-зм}}.$$

Відомість технічно-матеріальних ресурсів

Всі необхідні матеріально-технічні ресурси зведені у таблицю 3.2

Таблиця 3.2 Матеріально-технічні ресурси

Найменування	Марка	К-ість
Автобетонозмішувач	АБС-10ДА	5
Екскаватор зворотна лопата	Атек 761	1
Автосамоскид	КРАЗ 3255Б	4
Бульдозер	ДЗ - 28	1

Легкий бульдозер	ДЗ - 606	1
Самохідний кран на гусеничному ході	ДЕК 401	1
Бункер-баддя	Zitrek 1,5	1
Чотиривітковий строп	4СК	1
Щитова опалубка	Індивідуальна	327
Поверхневий вібратор	ІВ - 106	1
Молоток будівельний	12.4.087-84	3
Лом будівельний	ЛМ - 24	3

3.4. Охорона праці

Під час будівництва 9-поверхового житлового будинку з підземним паркінгом, виконаного за монолітною конструктивною схемою, особлива увага приділяється питанням охорони праці, техніки безпеки, пожежної безпеки та охорони навколишнього середовища. Основною метою заходів з охорони праці є створення безпечних умов праці для працівників, попередження виробничого травматизму та професійних захворювань [17].

Організація будівельного майданчика здійснюється відповідно до вимог чинних нормативних документів з охорони праці. Небезпечні зони на майданчику повинні бути позначені попереджувальними знаками та огороженнями. До небезпечних зон належать місця роботи вантажопідіймальних механізмів; зони переміщення кранів та вантажів; ділянки виконання земляних робіт; місця роботи будівельної техніки; зони поблизу електроустановок та тимчасових електромереж.

Основними шкідливими виробничими факторами під час виконання будівельно-монтажних робіт є підвищений рівень шуму від роботи будівельної техніки; вібрація; запиленість повітря; недостатня освітленість робочих зон; небезпека ураження електричним струмом; можливість падіння працівників з висоти.

Працівники, зайняті на будівництві, повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям, касками, захисними рукавицями, страховочними поясами та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт.

Умови праці при виконанні земляних та монолітних робіт

Земляні роботи при влаштуванні котловану під підземний паркінг виконуються відповідно до затвердженої проектної документації. До початку виконання робіт повинні бути визначені місця проходження існуючих підземних інженерних мереж і комунікацій.

При розробці котловану необхідно забезпечити стійкість укосів або встановити кріплення стінок котловану; виконувати роботи під наглядом відповідальної особи; огородити котлован по периметру захисною огорожею; у нічний час забезпечити сигнальне освітлення; влаштувати безпечні переходи через траншеї та виїмки.

Під час роботи екскаваторів та іншої землерийної техніки забороняється перебування людей у зоні дії робочих органів машин. Відстань між працівниками та технікою повинна відповідати вимогам безпеки.

При виконанні монолітних робіт:

- монтаж та демонтаж опалубки виконують лише працівники, які пройшли відповідний інструктаж;
- опалубка повинна встановлюватись на міцну та рівну основу;
- перед бетонуванням перевіряється міцність і стійкість опалубки;
- великорозмірні щити опалубки монтуються із застосуванням вантажопідіймальної техніки;
- робочі місця на висоті обладнуються інвентарними риштуваннями та захисними огороженнями.

Під час бетонування конструкцій необхідно:

- перевіряти справність бетонопроводів, бадей та вібраторів;
- використовувати електровібратори тільки зі справним заземленням;
- працювати у гумових рукавицях та спецвзутті;
- не допускати перебування працівників під піднятим вантажем;
- очищення бетонопроводів проводити тільки після повного скидання тиску.

При виконанні робіт на висоті працівники повинні користуватись страхувальними поясами та запобіжними пристроями.

Охорона праці на будівельному майданчику

Будівельний майданчик повинен бути обладнаний тимчасовими побутовими приміщеннями, освітленням, системою водопостачання та електропостачання [10].

Усі електромережі та електрообладнання повинні відповідати вимогам електробезпеки. Тимчасові електромережі необхідно виконувати ізольованими кабелями з надійним захистом від механічних пошкоджень та вологи.

Під час експлуатації електроінструменту необхідно використовувати лише справний інструмент; регулярно проводити перевірку технічного стану обладнання; відключати інструмент від мережі при заміні насадок або перервах у роботі; не допускати контакту кабелів з водою та металевими поверхнями; використовувати переносні світильники безпечною напругою.

Для попередження травматизму на будівельному майданчику необхідно підтримувати проходи та проїзди у вільному стані; своєчасно прибирати будівельне сміття; забезпечити нормативне освітлення робочих зон; встановити інформаційні стенди та знаки безпеки; проводити первинний, повторний та позаплановий інструктаж з охорони праці.

До виконання будівельно-монтажних робіт допускаються лише працівники, які пройшли медичний огляд, навчання та перевірку знань з охорони праці.

Пожежна безпека

Будівля запроектована з урахуванням вимог пожежної безпеки. Для евакуації мешканців передбачені незадимлювані сходові клітини з виходом безпосередньо назовні. Використання ліфтів під час пожежі забороняється [8].

Евакуація людей із підземного паркінгу здійснюється через евакуаційні сходові клітини з виходом на перший поверх та далі назовні.

На шляхах евакуації необхідно забезпечити нормативну ширину проходів; не допускати захаращення коридорів та сходових клітин; встановити покажчики напрямку евакуації; передбачити аварійне освітлення; встановити пожежні крани та первинні засоби пожежогасіння.

Двері евакуаційних виходів повинні відкриватись у напрямку виходу з будівлі та не мати запорів, які неможливо відчинити без ключа.

Будівельний майданчик необхідно забезпечити пожежними щитами; вогнегасниками; резервуарами з водою або доступом до пожежного водопроводу; вільним під'їздом пожежної техніки до будівлі.

Куріння та використання відкритого вогню дозволяється лише у спеціально відведених місцях.

Охорона навколишнього середовища

Під час будівництва житлового будинку необхідно передбачити комплекс заходів щодо мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

Для захисту атмосферного повітря необхідно здійснювати контроль технічного стану будівельної техніки; зменшувати запиленість шляхом періодичного зволоження території; не допускати спалювання будівельних відходів на майданчику.

Для захисту ґрунтів та підземних вод необхідно організувати відведення поверхневих і стічних вод; запобігати витокам паливно-мастильних матеріалів; обладнати місця зберігання ПММ спеціальними піддонами; не допускати забруднення прилеглої території будівельними відходами.

Будівельне сміття повинно збиратись у спеціальні контейнери та вивозитись на санкціоновані полігони.

Для зниження шумового впливу необхідно дотримуватись встановленого режиму роботи будівельної техніки; використовувати справні механізми; обмежувати виконання шумних робіт у нічний час.

Після завершення будівництва територія повинна бути очищена від будівельного сміття, виконано благоустрій та озеленення прилеглої території.

Використання підземного паркінгу як найпростішого укриття (сховища)

Підземний паркінг житлового будинку може використовуватись як найпростіше укриття для тимчасового перебування людей у разі виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із воєнними діями, повітряною тривоною або іншими небезпечними факторами. Завдяки заглибленому розташуванню та монолітним залізобетонним конструкціям паркінг забезпечує додатковий рівень захисту людей від уламків, ударної хвилі та інших зовнішніх впливів.

Для забезпечення можливості використання підземного паркінгу як укриття передбачаються наступні заходи:

- наявність евакуаційних виходів безпосередньо назовні або через сходові клітини;
- забезпечення аварійного та евакуаційного освітлення;
- організація системи вентиляції та димовидалення;
- наявність первинних засобів пожежогасіння;
- забезпечення доступу до санітарно-гігієнічних приміщень;
- можливість підключення резервного електроживлення;
- забезпечення вільного доступу мешканців до приміщення паркінгу у разі сигналу «Повітряна тривога».

Під час експлуатації паркінгу як укриття необхідно підтримувати евакуаційні проходи у вільному стані; не допускати захаращення шляхів евакуації; забезпечити наявність інформаційних показників та планів евакуації; проводити регулярну перевірку справності систем освітлення, вентиляції та пожежної сигналізації.

Монолітні залізобетонні конструкції підземного паркінгу мають підвищену просторову жорсткість і вогнестійкість, що підвищує рівень безпеки перебування людей у приміщенні під час надзвичайних ситуацій.

Використання підземного паркінгу як найпростішого укриття здійснюється відповідно до вимог чинних державних будівельних норм та правил цивільного захисту України.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.
2. ДБН В.2.1-10:2018 Основи та фундаменти будівель і споруд. Основні положення проектування.
3. Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі ДСТУ – Н Б В.1.1-27:2010 - [Чинний від 2011-11-01]. - К. : Мінрегіонбуд України, 2011 – 123 с. - (Національний стандарт України).
4. ДБН В.1.2-2:2021 Навантаження і впливи. Норми проектування.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення.
6. ДБН В.2.6-162:2010 Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення.
7. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
8. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
9. ДБН В.1.2-4:2006. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони). – [Чинний від 2007-04-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 34 с.
10. ДСТУ Б.А.3.2-15:2011. Норми освітлення будівельного майданчика. - [Чинний від 2012-12-01]. – К.: Мінрегіон України, 2012– (Національні стандарти України).
11. ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво.
12. ДБН А.2.1-1-2014 Інженерні вишукування для будівництва. Ґрунти та геологія
13. ДСТУ Б В.2.1-17:2009 Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей.
14. ДСТУ Б В.2.1-4-96 Ґрунти. Методи визначення міцності та деформованості.
15. ДСТУ Б В.2.1-2-96 Ґрунти. Класифікація.

- 16.ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».
- 17.ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».
- 18.Шутенко Л.М. та ін. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти. Харків,
- 19.Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова, П.А. Резнік, Є.Г. Стоянов, В.С. Шмуклер за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків:Золоті сторінки, 2015. – 208с
- 20.Основи та фундаменти. Навчальний посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія / І.О.Парфентьєва, О.В. Верешко, Д.А. Гусачук. Луцьк: ЛНТУ, 2017.- 296с.
- 21.Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л. М. Шутенко, О. Г. Рудь, О. В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка ; пер. з рос. ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с.
- 22.Зоценко М.Л. та ін. Інженерна геологія, механіка ґрунтів, основи та фундаменти. – Полтава, 2003. – 550 с.