

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

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

Кафедра геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва

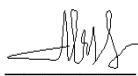
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**БАГАТОПОВЕРХОВИЙ МОНОЛІТНИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК
У М. ХАРКІВ**

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

Бубир Іван Андрійович



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

Рецензент  ст. викл. Гаврилюк О.В.

Харків

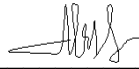
2026

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри геотехніки, підземних
споруд та гідротехнічного будівництва

 **Вадим АЛЕКСАНДРОВИЧ**
«01» червня 2026 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

Бубиря Івана Андрійовича

Спеціальність: *192 – Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Багатопверховий монолітний житловий будинок
у м. Харків*

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

Термін подання завершеної роботи на кафедру 17.06.2026 року

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

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

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

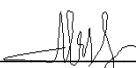
- архітектурно-будівельна частина: *фасади, повздовжні та поперечні
розрізи, план на відмітці 0.000;*
- розрахунково-конструктивна частина: *робочі креслення основних
конструктивних елементів будівлі (фундаменти, колони, ригелі, елементи
покриття та перекриття);*
- розділ технології будівельного виробництва: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

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

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

Завдання прийняв до виконання  Бубир І.А.

Дата видачі завдання «01» червня 2026 р.

ЗМІСТ

1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	6
1.1 Характеристика району та майданчика будівництва.....	6
1.2 Об'ємно-планувальні рішення будівлі	9
1.3 Основні конструктивні елементи будівлі	11
1.4 Інженерне та санітарно-технічне обладнання будівлі	14
1.5 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	17
1.6 Техніко-економічні показники	20
2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	21
2.1 Розрахунок надземної частини будинку	21
2.1.1 Збір навантажень на перекриття і покриття	21
2.1.2 Статичний розрахунок будинку	28
2.1.3 Розрахунок плити перекриття	31
2.1.4 Розрахунок колони	35
2.2 Розрахунок підземної частини будинку	41
2.2.1 Розрахунок плитного фундаменту	41
2.2.2 Розрахунок палі.....	46
3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	49
3.1 Технологічна карта	49
3.2 Технологія виконання бетонних робіт	51
3.3 Вибір основних механізмів та пристосувань	59
3.4 Техніко-економічні показники	65
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	66
4.1 Завдання з охорони праці в будівництві.....	66
4.2 Аналіз умов праці на будівельному майданчику	69
4.3 Організація безпечного виконання робіт на будівельному майданчику ...	73
4.4 Захист будівлі від блискавки	77
4.5 Пожежна безпека	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84

ДОДАТОК А.....	87
ДОДАТОК Б.....	91
ДОДАТОК В.....	92

1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика району та майданчика будівництва

Проектом передбачено будівництво багатоповерхового монолітного житлового будинку у місті Харків. Майданчик будівництва розташований у межах сформованої міської забудови та призначений для розміщення житлового будинку з підземним паркінгом, внутрішньоквартальними проїздами, пішохідними зв'язками, майданчиками відпочинку та елементами благоустрою.

Проектні рішення прийнято з урахуванням чинних нормативних вимог щодо планування території, інженерної підготовки майданчика, організації транспортного та пішохідного руху, а також забезпечення безпечної експлуатації будівлі. Під час розроблення архітектурно-будівельної частини враховано положення ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування» та ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» [1, 2] .

Для району будівництва прийнято такі вихідні кліматичні навантаження: нормативне вітрове навантаження — 0,6 кПа; нормативне снігове навантаження — 1,4 кПа.

Інженерно-геологічні умови майданчика характеризуються неоднорідною шаруватою будовою ґрунтової товщі. За даними інженерно-геологічних вишукувань у межах ділянки виділено такі інженерно-геологічні елементи (з гори до низу):

1. Насипний ґрунт ІГЕ «1а», представлений суглинком з домішками будівельного та побутового сміття. Потужність шару становить 0,4–0,7 м;
2. Ґрунтово-рослинний шар ІГЕ «1» — суглинний чорнозем з корінням рослин потужністю близько 1,0 м;
3. ІГЕ «2» представлений лесоподібним суглинком палево-бурого кольору, твердим, карбонатним, макропористим, з лінзоподібними прошарками дрібного піску. Потужність шару становить 2,3–4,8 м;

4. ІГЕ «3» — бурий карбонатний суглинок від напівтвердого до тугопластичного стану з окремими прошарками піску. Потужність шару — 4,4–5,6 м;

5. ІГЕ «4» представлений світло-бурим суглинком потужністю 2,4–3,5 м;

6. ІГЕ «5» — дрібний пісок, маловологий, середньої щільності, неоднорідний, з прошарками суглинків потужністю 0,8–1,2 м;

7. ІГЕ «6» — сірувато-бурий суглинок від напівтвердого до тугопластичного стану з лінзоподібними прошарками дрібного піску. Потужність шару — 1,2–1,8 м;

8. ІГЕ «7» представлений темно-коричневими твердими глинами з прошарками суглинків. Потужність шару становить 3,5–4,5 м;

9. ІГЕ «8а» — ясно-сірі карбонатні суглинки м'якопластичного стану потужністю 0,6–0,9 м;

10. ІГЕ «8» — ясно-сірі карбонатні суглинки тугопластичного стану потужністю 0,4–0,6 м;

11. ІГЕ «9» представлений піском середньої крупності, середньої щільності, неоднорідним, з прошарками суглинків, у вологому та водонасиченому стані. Потужність шару — 2,4–3,1 м;

12. ІГЕ «10» — сірувато-бурі напівтверді суглинки з прожилками карбонатів.

Ґрунтові води виявлено під час буріння свердловин на глибині 4,6–5,6 м від денної поверхні.

Як основа для фундаментів можуть розглядатися природні ґрунти, виявлені під час інженерно-геологічних вишукувань, за винятком насипного шару ІГЕ «1а» та ґрунтово-рослинного шару ІГЕ «1». Насипні ґрунти підлягають видаленню через їх неоднорідний склад і недостатню надійність як основи. Ґрунтово-рослинний шар доцільно зняти до початку основних будівельних робіт та використати надалі для рекультивації і благоустрою прилеглої території.

Ділянка будівництва має площу близько 0,58 га та в плані наближена до неправильного прямокутника. Її межі сформовані існуючою забудовою та

внутрішньоквартальними проїздами. З північного боку майданчик межує з існуючими спорудами, а зі східного, західного та південного боків — з внутрішньоквартальними автомобільними дорогами.

За умовну відмітку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 151,25 м у Балтійській системі висот. Рельєф території має загальний ухил у північно-західному напрямку, що враховано під час вертикального планування ділянки, організації поверхневого водовідведення та трасування проїздів.

Транспортне обслуговування житлового будинку передбачено через систему внутрішньоквартальних проїздів. Для забезпечення під'їзду легкового транспорту, пожежних автомобілів, спеціальної техніки та сміттєвозів запроєктовано кільцеву автодорогу шириною 5,5 м. Проїзди забезпечують доступ до входів у житлову частину будинку, вбудованих приміщень і майданчиків тимчасового паркування.

На прибудинковій території передбачено гостьові автостоянки загальною місткістю 30 автомобілів. У структурі будівлі запроєктовано підземний паркінг, розміщений на відмітці -7,200 м. В'їзд і виїзд до підземного паркінгу здійснюється по пандусах, параметри яких повинні забезпечувати безпечний рух автомобілів та відповідати вимогам експлуатації підземних автостоянок.

Покриття внутрішньоквартальних проїздів і майданчиків для автомобільного транспорту передбачено з асфальтобетону з улаштуванням бетонного бортового каменю. Поперечний профіль проїзної частини прийнято односхилим з ухилом 2,5 %, що забезпечує організоване відведення поверхневих вод.

Для пішохідного руху вздовж проїздів передбачено тротуари шириною 1,5 м. Біля входів до житлової частини будинку та вбудованих приміщень передбачено вхідні майданчики, які забезпечують зручний і безпечний доступ мешканців та відвідувачів.

Благоустрій території включає влаштування тротуарів, майданчиків для відпочинку дорослого населення, дитячих ігрових майданчиків, спортивних та

господарських зон. Покриття тротуарів, майданчиків для відпочинку, спортивних і господарських майданчиків передбачено з піщаного асфальтобетону. Дитячі ігрові майданчики запроєктовано з покриттям з оптимальної піщано-гравійної суміші. Усі тротуари та майданчики обрамлюються бетонним бордюром [3].

1.2 Об'ємно-планувальні рішення будівлі

Проектований багатоповерховий монолітний житловий будинок у м. Харків є житловою будівлею з підземним паркінгом, вбудованими приміщеннями громадського призначення та технічними приміщеннями, необхідними для забезпечення нормальної експлуатації об'єкта.

Функціональна структура будинку передбачає розміщення квартир різного типу, що забезпечує формування комфортного житлового середовища для різних категорій мешканців. У складі житлової частини запроєктовано 25 однокімнатних, 25 двокімнатних, 25 трикімнатних, 25 чотирикімнатних квартир, а також 2 п'ятикімнатні квартири, розташовані у двох рівнях на 25-му поверсі та рівні лофту.

У нижніх рівнях будівлі передбачено приміщення інженерного та допоміжного призначення, зокрема вузли введення теплових мереж і водопроводу, електрощитові, службові приміщення, приміщення охорони, колясочні, а також офісні приміщення. Таке функціональне зонування забезпечує раціональне використання внутрішнього простору будівлі та зручність її експлуатації.

На технічному поверсі розміщуються машинні приміщення ліфтів, вентиляційні камери та інші інженерні приміщення, необхідні для роботи систем життєзабезпечення будинку. Їх винесення на технічний рівень дозволяє оптимізувати інженерне обслуговування будівлі та зменшити вплив технічного обладнання на житлові приміщення [3].

Вертикальний зв'язок між поверхами забезпечується внутрішніми незадимлюваними сходовими клітками, пасажирським ліфтом

вантажопідйомністю 400 кг та вантажопасажирським ліфтом вантажопідйомністю 630 кг.

Розміщення житлового будинку на ділянці прийнято з урахуванням вимог щодо інсоляції території та житлових приміщень.

Будівля має складну конфігурацію в плані. Розміри підземної частини в крайніх осях становлять 104,4×46,57 м, що обумовлено розміщенням підземного паркінгу. Надземна частина має розміри в крайніх осях 37,5×33,95 м. Висота поверхів прийнята 3,3 м, що забезпечує комфортні просторові параметри житлових і громадських приміщень.

У будинку передбачено застосування лоджій і балконів, що сприяє підвищенню комфортності квартир та покращенню теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій. Для підвищення безпеки експлуатації передбачено захист вікон, балконів і лоджій першого та 25-го поверхів металевими ґратами. Вхідні двері до квартир запроектовані металевими, протиударними та противандальними.

З метою підвищення енергоефективності будівлі та зменшення тепловтрат у зоні примикання перекриттів до зовнішніх стін у монолітних залізобетонних перекриттях передбачено вкладиші з теплоізоляційного матеріалу. Таке рішення дозволяє зменшити утворення містків холоду та покращити загальні теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій [5].

У вестибюлях першого поверху, на глухих ділянках стін, передбачено встановлення поштових скриньок для мешканців будинку. Планувальна організація вхідної групи забезпечує зручний доступ до ліфтово-сходового вузла, службових і допоміжних приміщень.

Зовнішнє оздоблення будівлі виконується із застосуванням фасадної системи типу Ceresit. Таке рішення забезпечує необхідні теплоізоляційні властивості зовнішніх стін, захист конструкцій від атмосферних впливів та формування сучасного архітектурного вигляду будинку. Цокольна частина облицьовується гранітною брекчією, що підвищує її довговічність і стійкість до

механічних пошкоджень. Парапет по периметру будівлі обрамлюється декоративними захисними фартухами з покрівельної сталі [4].

Внутрішнє оздоблення приміщень передбачає штукатурення цегляних стін і перегородок. У санвузлах і ванних кімнатах стіни облицовуються керамічною плиткою, що забезпечує вологостійкість і зручність санітарного обслуговування. У житлових приміщеннях передбачається оздоблення стін шпалерами або іншими матеріалами відповідно до прийнятого дизайнерського рішення.

Кольорове вирішення фасадів і внутрішнього оздоблення приміщень приймається індивідуально з урахуванням архітектурної концепції будівлі, її розміщення в міському середовищі та вимог до естетичного сприйняття житлового комплексу.

Прийняті об'ємно-планувальні рішення забезпечують раціональне функціональне зонування будівлі, комфортні умови проживання, зручність експлуатації, належний рівень інженерного забезпечення та відповідність сучасним вимогам до багатоповерхових житлових будинків [3-5].

1.3 Основні конструктивні елементи будівлі

Конструктивна схема проєктованого багатоповерхового житлового будинку прийнята у вигляді монолітного залізобетонного каркаса. Основними несучими елементами будівлі є монолітні залізобетонні колони, плити міжповерхових перекриттів, плити покриття, а також монолітні конструкції балконів і лоджій. Прийнята конструктивна схема забезпечує просторову жорсткість будівлі, її стійкість до вертикальних і горизонтальних навантажень, а також дає можливість раціонально організувати внутрішній простір квартир і вбудованих приміщень [4].

Зведення монолітних залізобетонних конструкцій передбачається із застосуванням інвентарної опалубки, зокрема розсувної об'ємно-переставної або тунельної опалубної системи. Використання такої технології дозволяє підвищити темпи виконання робіт, забезпечити геометричну точність конструкцій та отримати якісну поверхню бетонних елементів [4-5].

Фундаменти будівлі запроєктовані у вигляді монолітного залізобетонного плитного ростверку, що спирається на буронабивні залізобетонні палі. Діаметр паль приймається за результатами розрахунку, довжина паль становить 15 м. Таке конструктивне рішення обумовлене значною поверховістю будівлі, наявністю підземного паркінгу та інженерно-геологічними умовами майданчика будівництва.

Опорним шаром для паль прийнято суглинки ІГЕ «10», які мають достатні несучі властивості для сприйняття навантажень від будівлі. Передача навантажень від надземної частини будинку на основу здійснюється через систему «колони — плитний ростверк — палі — ґрунтова основа». Таке рішення забезпечує рівномірнішу передачу зусиль на ґрунти основи та зменшує можливість виникнення нерівномірних осідань.

Конструкції підземного паркінгу виконуються з монолітного залізобетону. Стіни, колони, перекриття та інші несучі елементи підземної частини будівлі розраховуються на дію вертикальних навантажень від надземних поверхів, горизонтального тиску ґрунту, можливого впливу ґрунтових вод, а також експлуатаційних навантажень від автомобільного транспорту.

Зовнішні стіни надземної частини будинку прийняті ненесучими огорожувальними конструкціями. Вони виконуються у вигляді багатошарової системи, до складу якої входять стінові блоки з пінобетону товщиною 200 мм, шар теплоізоляції з мінераловатних плит типу Rockmug товщиною 50 мм та зовнішня фасадна система типу Ceresit. Така конструкція зовнішніх стін забезпечує необхідні теплотехнічні показники, захист від атмосферних впливів і формує сучасний архітектурний вигляд будівлі.

Для утеплення стін і перекриття цокольної частини передбачено використання мінераловатних плит Rockmug щільністю 50 кг/м³. Застосування мінераловатного утеплювача дозволяє підвищити енергоефективність будинку, зменшити тепловтрати та покращити температурно-вологісний режим приміщень.

Внутрішні перегородки запроектовані цегляними товщиною 120 мм. Таке рішення забезпечує достатню міцність, довговічність та звукоізоляційні властивості між окремими приміщеннями квартир і допоміжними зонами будівлі.

Плити перекриттів і покриття виконуються монолітними залізобетонними. Вони сприймають навантаження від власної ваги, конструкцій підлоги, перегородок, інженерного обладнання, меблів і людей та передають їх на вертикальні несучі елементи каркаса. Монолітні перекриття також забезпечують жорсткість дисків поверхів і беруть участь у просторовій роботі будівлі.

Плити балконів і лоджій передбачено монолітними залізобетонними. Для підвищення надійності та довговічності цих конструкцій необхідно передбачити належний захист від атмосферних впливів, організоване водовідведення та теплоізоляційні заходи в місцях примикання до зовнішніх стін.

Сходові марші та площадки прийняті збірними залізобетонними індивідуального виготовлення. Внутрішньоквартирні сходи у дворівневих квартирах передбачено металодерев'яними.

Шахти ліфтів виконуються з монолітного залізобетону. Вони є важливими елементами просторової жорсткості будівлі та забезпечують розміщення пасажирського і вантажопасажирського ліфтів.

Екрани балконів і лоджій виконуються у вигляді металевого каркаса із заповненням армованою цегляною кладкою.

Перемички над віконними прорізами прийняті комбінованими: із застосуванням сталевих прокатних профілів і збірних залізобетонних брускових елементів. Над прорізами у внутрішніх цегляних стінах і перегородках передбачаються збірні залізобетонні перемички.

Навіси над входами до житлової частини будинку виконуються на металевому каркасі. Покрівля навісів прийнята плоскою рулонною, стіни — цегляними. Навіси над входами до підвальної частини передбачено з покрівлею з металочерепиці по дерев'яному решетуванню та металевих кроквах; огорожувальні стіни виконуються з цегли.

Зовнішні двері запроєктовані дерев'яними. Вхідні двері до квартир — металеві противандальні, що забезпечує підвищений рівень безпеки мешканців. Внутрішньоквартирні двері передбачено дерев'яними. У місцях, де це вимагається протипожежними нормами, встановлюються металеві протипожежні двері.

Вікна та балконні двері прийняті дерев'яними з потрійним склінням або індивідуального виготовлення відповідно до архітектурного рішення фасадів. Засклення лоджій і балконів виконується індивідуальними віконними блоками з подвійним склінням. Підвіконні дошки передбачено дерев'яними.

Покрівля будинку запроєктована суміщеною рулонною з єврорубероїду типу «Акваізол». Водовідведення з покрівлі організоване. Як утеплювач покрівельного покриття передбачається плитний пінобетон щільністю 500 кг/м³.

Підлоги в приміщеннях приймаються залежно від їх функціонального призначення. У житлових приміщеннях передбачено покриття з лінолеуму, у санітарно-побутових приміщеннях — з керамічної плитки, у технічних і допоміжних приміщеннях — цементні підлоги.

1.4 Інженерне та санітарно-технічне обладнання будівлі

Проектований багатоповерховий монолітний житловий будинок у м. Харків обладнується комплексом інженерних систем, які забезпечують належні санітарно-гігієнічні умови проживання, безпечну експлуатацію будівлі, роботу систем життєзабезпечення та протипожежного захисту.

До складу інженерного обладнання будівлі входять системи опалення, вентиляції, водопостачання, каналізації, гарячого водопостачання, електропостачання, зв'язку, сигналізації, димовидалення, протипожежного захисту та інші допоміжні інженерні мережі.

Особливу увагу в проєкті приділено системам протипожежного захисту та димовидалення. Для забезпечення безпечної евакуації людей у разі виникнення пожежі передбачено керування і сигналізацію роботи системи димовидалення. До її складу входять електроприводи витяжних вентиляційних пристроїв,

обладнання для підпору повітря в ліфтові шахти, поверхові повітрязабірні клапани, ручні кнопкові пости керування, перемикачі режимів запуску, а також світлові та звукові сигналізатори роботи системи.

Керування системою димовидалення передбачено в автоматичному, дистанційному та місцевому режимах. Станційне обладнання керування і сигналізації розміщується у приміщенні охорони на першому поверсі будівлі. Електроживлення систем протипожежного захисту передбачається за першою категорією надійності електропостачання, що забезпечує їх роботу в аварійних умовах.

Для підвищення безпеки експлуатації будівлі в підвальних приміщеннях і на перших поверхах передбачено аварійну сигналізацію на випадок появи вибухонебезпечної концентрації природного газу.

Автоматичною пожежною сигналізацією обладнуються адміністративні та вбудовані приміщення, розташовані на першому поверсі, а також передпокої квартир. Приміщення, які підлягають протипожежному захисту, обладнуються пожежними сповіщувачами, що підключаються до різних шлейфів пожежної сигналізації.

Металеві елементи інженерного обладнання, зокрема стійки, кронштейни, антенні пристрої, металеві частини шаф, ящиків, протяжних коробок, а також інші металоконструкції систем зв'язку і сигналізації, підлягають заземленню відповідно до вимог електробезпеки.

Для колективного приймання телевізійних програм на покрівлі будівлі передбачається встановлення телевізійних антен. Усі квартири житлового будинку обладнуються мережами телефонного зв'язку та радіофікації. Також передбачено можливість підключення сучасних телекомунікаційних мереж відповідно до потреб мешканців.

Система опалення житлового будинку з вбудованими приміщеннями громадського призначення запроєктована роздільною. Окремі системи передбачаються для житлової частини будівлі та для вбудованих адміністративних, службових або громадських приміщень.

Теплопостачання будівлі передбачено від зовнішніх теплових мереж з параметрами теплоносія 150–70 °С. Вузли введення теплових мереж розміщуються у спеціально відведених технічних приміщеннях. Система опалення повинна забезпечувати нормативну температуру внутрішнього повітря у житлових, громадських, допоміжних і технічних приміщеннях упродовж опалювального періоду.

Проектом передбачено влаштування окремих систем вентиляції для житлової частини будинку та приміщень громадського призначення. У вбудованих приміщеннях першого поверху передбачається припливно-витяжна вентиляція з механічним і природним спонуканням.

Вентиляція житлових кімнат, кухонь, санітарних вузлів і ванних кімнат запроектована природною. Видалення повітря здійснюється через вентиляційні канали та шахти. Для запобігання поширенню продуктів горіння під час пожежі у проєкті передбачено влаштування повітряних затворів на поверхових збірних повітропроводах у місцях їх приєднання до вертикального колектора, а також встановлення вогнезатримувальних клапанів.

Водопостачання багатоповерхового житлового будинку передбачено від зовнішніх напірних мереж з використанням насосної станції підкачування. Напір у зовнішній мережі на вводі в будинок забезпечується насосною станцією господарсько-протипожежного водопостачання.

Витрата води на зовнішнє пожежогасіння забезпечується від існуючої кільцевої мережі господарсько-протипожежного водопроводу через пожежні гідранти.

Гаряче водопостачання будівлі передбачено від централізованої районної зовнішньої мережі гарячого водопостачання. Система гарячого водопостачання забезпечує подачу води до житлових квартир, санітарно-побутових приміщень, сміттекамери та інших приміщень, де це передбачено функціональним призначенням.

Побутові стічні води від житлового будинку відводяться у внутрішньоквартальну мережу побутової каналізації. Каналізаційна система

запроектована з урахуванням санітарних вимог, умов експлуатації будівлі та необхідності надійного відведення стічних вод від усіх сантехнічних приладів.

Відведення поверхневих вод з території будівництва здійснюється закритим способом з подальшим випуском в існуючу внутрішньоквартальну дощову каналізацію. Організоване водовідведення дозволяє запобігти підтопленню території, руйнуванню дорожнього покриття, замочуванню ґрунтів основи та погіршенню умов експлуатації підземної частини будівлі.

Для поливання газонів, квітників і зелених насаджень передбачено використання внутрішньої водопровідної мережі будинку. Поливальні крани розташовуються по периметру будівлі, що забезпечує зручність обслуговування елементів благоустрою прибудинкової території.

У сміттекамері передбачено встановлення поливальних кранів з підведенням холодної та гарячої води. Також у цокольному поверсі та на верхньому технічному рівні передбачаються пристрої для промивання сміттепроводу. Це забезпечує належний санітарний стан системи видалення побутових відходів і спрощує її технічне обслуговування.

Крім зовнішнього та внутрішнього протипожежного водопостачання, у будинку передбачено поквартирні засоби пожежогасіння [6].

1.5 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Теплотехнічний розрахунок зовнішньої огорожувальної конструкції виконується з метою перевірки відповідності прийнятої конструкції стіни нормативним вимогам щодо опору теплопередачі.

Проектована зовнішня стіна житлового будинку має багатошарову конструкцію та складається з таких шарів:

- 1) фасадна система з декоративним покриттям товщиною $\delta = 10$ мм, коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,76$ Вт/(м·К);
- 2) замкнений повітряний прошарок товщиною $\delta = 20$ мм, термічний опір якого прийнято $R_{в.п} = 0,15$ м²·К/Вт;

- 3) мінераловатний утеплювач Rockmir щільністю $\gamma = 50 \text{ кг/м}^3$, товщиною $\delta = 100$ мм, коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,036 \text{ Вт/(м·К)}$;
- 4) кладка з піноблока товщиною $\delta = 200$ мм.

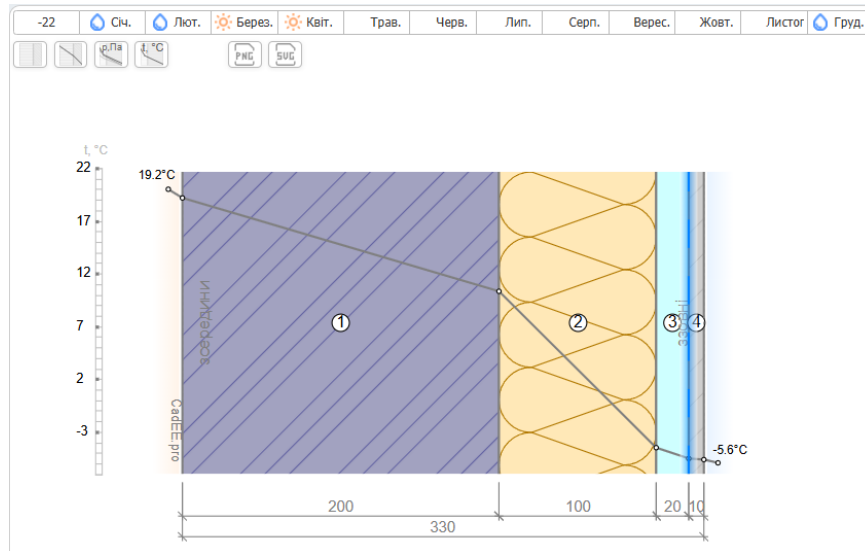


Рис. 1.1 – Схема конструкції зовнішньої стіни [8]

Розрахунок опору теплопередачі зовнішньої стіни виконується відповідно до загальних положень будівельної теплотехніки [7] та виконано за допомогою програми Cadee.pro [8].

Загальний опір теплопередачі огорожувальної конструкції визначається за формулою:

$$R_0 = 1/\alpha_{\text{в}} + R_{\text{к}} + 1/\alpha_{\text{з}}, \quad (1.1)$$

де $\alpha_{\text{в}}$ — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; $\alpha_{\text{з}}$ — коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції для зимових умов, $\alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; $R_{\text{к}}$ — термічний опір шарів конструкції, $\text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$.

Термічний опір багатошарової конструкції визначається як сума термічних опорів окремих шарів:

$$R_{\text{к}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{\text{в.п.}} \quad (1.2)$$

Термічний опір кожного матеріального шару визначається за формулою:

$$R = \delta / \lambda, \quad (1.3)$$

де δ — товщина шару, м; λ — коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/(м·К).

Визначаємо термічний опір окремих шарів конструкції.

Термічний опір фасадного декоративного шару:

$$R_1 = 0,01 / 0,76 = 0,013 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Термічний опір замкненого повітряного прошарку:

$$R_{в.п} = 0,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Термічний опір шару мінераловатного утеплювача:

$$R_2 = 0,10 / 0,036 = 2,78 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Термічний опір кладки з піноблока товщиною 200 мм залежить від марки та густини матеріалу. За відсутності точних паспортних даних для попереднього розрахунку приймаємо орієнтовне значення коефіцієнта теплопровідності $\lambda = 0,18 \text{ Вт/(м·К)}$. Тоді $R_3 = 0,20 / 0,18 = 1,11 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Опір тепловіддачі внутрішньої поверхні $R_v = 1 / 8,7 = 0,115 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Опір тепловіддачі зовнішньої поверхні $R_z = 1 / 23 = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Загальний фактичний опір теплопередачі зовнішньої стіни становить $R_{оф} = 0,115 + 0,013 + 0,15 + 2,78 + 1,11 + 0,043 = 4,21 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Отже, фактичний опір теплопередачі зовнішньої огорожувальної конструкції становить $R_{оф} = 4,21 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

За вихідними даними нормативне значення опору теплопередачі для даної огорожувальної конструкції прийнято $R_{он} = 2,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Виконуємо перевірку умови $R_{оф} \geq R_{он}$; $4,21 \geq 2,4$.

Умова виконується. Отже, прийнята конструкція зовнішньої стіни відповідає вимогам щодо теплозахисту, оскільки фактичний опір теплопередачі перевищує нормативне значення.

При використанні чинних вимог ДБН В.2.6-31:2021 [7] для житлових будівель необхідно додатково перевіряти мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі залежно від температурної зони експлуатації будинку. Для зовнішніх стін житлових і громадських будівель в оновлених вимогах наводяться підвищені показники мінімального опору теплопередачі: $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ для I температурної зони та $3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ для II температурної зони.

У цьому випадку розрахункове значення $R_{0ф} = 4,21 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ також відповідає вимозі для I температурної зони $4,21 \geq 4,0$.

Багатошарова конструкція зовнішньої стіни з мінераловатним утеплювачем Rockmin товщиною 100 мм та кладкою з піноблока товщиною 200 мм забезпечує необхідний рівень теплозахисту будівлі.

1.6 Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники проєктованого багатоповерхового монолітного житлового будинку характеризують основні параметри об'ємно-планувального рішення, функціональну структуру будівлі, її поверховість, площу квартир, кількість житлових приміщень, площу забудови та будівельний об'єм.

Проектований житловий будинок має 25 поверхів. У його складі передбачено 102 квартири різної кімнатності, що забезпечує можливість проживання мешканців з різними потребами щодо площі та планування житла. На першому поверсі розміщуються приміщення громадського призначення, загальна розрахункова площа яких становить 350 м^2 .

Основні техніко-економічні показники будівлі наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні техніко-економічні показники житлового будинку

№п/п	Найменування	1 будинок
1	Поверховість	25поверхи
2	Площа квартир поверху	730 м^2
3	Загальна площа квартир	18250 м^2
4	Площа житлового будинку	1275 м^2
5	Площа забудови	2665 м^2
6	Будівельний обсяг	90600 м^3
	нижче отм. 0,000	19200 м^3
7	Кількість квартир	102 шт.
	1-кімнатних	25шт.
	2-кімнатних	25шт.
	3-кімнатних	25шт.
	4-кімнатних	25шт.
	5-кімнатних	2шт.
8	Розрахункова площа суспільних приміщень першого поверху	350 м^2

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок надземної частини будинку

2.1.1 Збір навантажень на перекриття і покриття

Збір навантажень виконується для визначення постійних і тимчасових навантажень, які діють на монолітні залізобетонні перекриття, покриття та несучі елементи багатоповерхового житлового будинку.

До постійних навантажень належать власна вага монолітної залізобетонної плити перекриття, конструкції підлог, покрівельного покриття, перегородок та інших стаціонарних елементів будівлі. Тимчасові корисні навантаження приймаються залежно від функціонального призначення приміщень відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [9, 12].

Власна вага монолітного залізобетонного перекриття

Таблиця 2.1 – Навантаження на монолітне залізобетонне перекриття

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кПа	Коефіцієнт надійності γ_f	Розрахункове навантаження, кПа
Власна вага монолітної залізобетонної плити перекриття	4,0	1,1	4,4
Корисне навантаження для житлових приміщень	1,5	1,3	1,95
Корисне навантаження для санвузлів	2,0	1,2	2,4
Корисне навантаження для коридорів і сходових кліток	3,0	1,2	3,6

Навантаження від конструкцій підлог

Таблиця 2.2 – Навантаження від конструкцій підлог

Склад конструкції підлоги	Нормативне навантаження	Коефіцієнт надійності γ_f	Розрахункове навантаження, кПа
Вітальні, спальні, коридори першого поверху			
Паркет на клейовій мастиці, 15 мм	0,012	1,1	0,13
Цементно-піщана стяжка, 25 мм	0,0525	1,3	0,68
Усього			0,82

Санвузли			
Керамічна плитка на цементно-піщаному розчині, 8 мм	0,0144	1,3	0,19
Цементно-піщана стяжка, 27 мм	0,0567	1,3	0,74
Два шари гідроізолю, 5 мм	0,01	1,3	0,13
Усього			1,05
Кухні, комори, коридори			
Лінолеум на теплозвукоізоляційній основі, 5 мм	0,005	1,3	0,07
Цементно-піщана стяжка, 35 мм	0,0735	1,3	0,96
Усього			1,02

Навантаження від конструкції покрівлі

Таблиця 2.3 – Навантаження від конструкції покрівлі

Склад покрівлі	Нормативне навантаження	Коефіцієнт γ_f	Розрахункове навантаження, кПа
Єврорубероїд, 4 мм	0,005	1,3	0,07
Цементно-піщана стяжка, 20 мм	0,042	1,3	0,55
Керамзит, $\gamma = 800 \text{ кг/м}^3$, 400 мм	0,320	1,3	4,16
Пінобетон, $\gamma = 400 \text{ кг/м}^3$, 200 мм	0,08	1,3	1,04
Усього	0,447		5,82

Навантаження від цегляних перегородок

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для визначення навантаження від цегляних перегородок

Найменування показника	Позначення	Значення
Об'ємна вага силікатної цегли	γ	1,8 т/м ³
Товщина внутрішньоквартирної перегородки	δ	0,12 м
Товщина міжквартирної перегородки	δ	0,25 м
Висота поверху	H	3,02 м
Товщина монолітного перекриття	h _{пл}	0,16 м
Розрахункова висота перегородки	h = 3,02 - 0,16	2,86 м
Товщина штукатурного шару	$\delta_{ш}$	0,04 м
Об'ємна вага штукатурки	$\gamma_{ш}$	1,6 т/м ³

Таблиця 2.5 – Розрахункове навантаження від цегляних перегородок

Розрахункова формула	Навантаження, т/м	Навантаження, кН/м
Перегородка товщиною 120 мм		
$0,12 \times 1,8 \times 2,86 \times 1,1 + 0,04 \times 1,6 \times 2,86 \times 1,3$	0,92	9,2
Перегородка товщиною 250 мм		
$0,25 \times 1,8 \times 2,86 \times 1,1 + 0,04 \times 1,6 \times 2,86 \times 1,3$	1,65	16,5

Таблиця 2.6 – Навантаження від перегородок, приведені до 1 м² площі стіни

Розрахункова формула	Навантаження, т/м ²	Навантаження, кПа
Перегородка товщиною 120 мм		
$0,92 / 2,86$	0,32	3,2
Перегородка товщиною 250 мм		
$1,65 / 2,86$	0,58	5,8

Таблиця 2.7 – Еквівалентне навантаження від перегородок у санвузлі типу 1

Найменування показника	Розрахункова формула	Значення
Загальна площа стін санвузла з урахуванням прорізів	$(2,28 + 1,64 + 2,78 \times 2) \times 2,86 - (0,8 + 0,71) \times 2$	24,1 м ²
Вага цегляної кладки	$24,1 \times 0,12 \times 1,8 \times 1,1$	5,7 т
Вага штукатурного шару	$24,1 \times 0,04 \times 1,6 \times 1,3$	2,0 т
Загальна вага перегородок санвузла	$5,7 + 2,0$	7,7 т
Загальна вага перегородок санвузла	$7,7 \times 10$	77 кН
Площа ділянки перекриття	$6,3 \times 3,6$	22,68 м ²
Еквівалентне навантаження на перекриття	$7,7 / 22,68$	0,34 т/м ²
Еквівалентне навантаження на перекриття	$0,34 \times 10$	3,4 кПа

Отже, для санвузла типу 1 еквівалентне рівномірно розподілене навантаження від перегородок приймається: $q_{\text{екв}} = 3,4$ кПа.

Для санвузлів із перегородками товщиною 250 мм навантаження від перегородок допускається враховувати як лінійне навантаження від окремих стін. Розрахункове навантаження від перегородки товщиною 250 мм становить $q = 1,65$ т/м.

Для окремих ділянок перегородок навантаження визначається множенням лінійного навантаження на довжину відповідної ділянки:

для перегородки довжиною 1,8 м $P = 1,65 \cdot 1,8 = 3,0$ т;

для перегородки довжиною 2,5 м $P = 1,65 \cdot 2,5 = 4,1$ т;

для перегородки довжиною 1,1 м $P = 1,65 \cdot 1,1 = 1,8$ т;

для перегородки довжиною 2,41 м $P = 1,65 \cdot 2,41 = 4,0$ т.

У разі розташування перегородок уздовж прольоту плити навантаження враховується з прив'язкою до краю плити. Для прольоту 3,6 м відстань прив'язки може бути прийнята $3,6 / 12 = 0,30$ м.

Для перегородок, розташованих поперек прольоту плити, навантаження прикладається відповідно до фактичного положення перегородки в плані.

Навантаження від перегородок у зонах житлових кімнат і коридорів

У житлових кімнатах і коридорах еквівалентне навантаження від внутрішньоквартирних перегородок товщиною 120 мм визначається за формулою: $q_{\text{екв}} = 0,92 / 3,6 = 0,25$ т/м².

Таблиця 2.8 – Підсумкові значення навантажень від перегородок

Вид навантаження	Значення, кПа / кН/м
Перегородка товщиною 120 мм, лінійне навантаження	9,2 кН/м
Перегородка товщиною 250 мм, лінійне навантаження	16,5 кН/м
Перегородка 120 мм, приведені навантаження на 1 м ² стіни	3,2 кПа
Перегородка 250 мм, приведені навантаження на 1 м ² стіни	5,8 кПа
Еквівалентне навантаження від перегородок у санвузлі типу 1	3,4 кПа
Еквівалентне навантаження від перегородок у житлових кімнатах і коридорах	2,5 кПа

Підсумкові значення навантажень для розрахунку перекриття

Для подальшого розрахунку монолітних залізобетонних перекриттів приймаються основні навантаження, що наведено в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Основні навантаження

Вид навантаження	Нормативне значення, т/м ²	Розрахункове значення, т/м ²
Власна вага монолітної плити перекриття $h = 160$ мм	0,400	0,440
Конструкція підлоги житлових кімнат	—	0,082
Конструкція підлоги санвузлів	—	0,105
Конструкція підлоги кухонь і коридорів	—	0,102
Корисне навантаження для житлових приміщень	0,150	0,195
Корисне навантаження для санвузлів	0,200	0,240
Корисне навантаження для коридорів і сходів	0,300	0,360
Еквівалентне навантаження від перегородок у житлових кімнатах	—	0,250
Еквівалентне навантаження від перегородок у санвузлах типу 1	—	0,340
Конструкція покрівлі	0,447	0,582

Навантаження на перекриття від зовнішніх стін

Навантаження від зовнішніх стін передається на монолітне залізобетонне перекриття як лінійне рівномірно розподілене навантаження. Для глухих ділянок зовнішніх стін, розташованих уздовж монолітних залізобетонних стін, висота поверху прийнята $H = 3,3$ м

Розрахункове навантаження від зовнішньої стіни визначається з урахуванням власної ваги стінового матеріалу та шару утеплювача $q_1 = (0,8 \times 0,20 \times 3,3) \times 1,1 + (0,05 \times 0,10 \times 3,3) \times 1,2 = 6,0$ кН/м.

Вітрове навантаження

Розрахунок вітрового навантаження на багатоповерховий монолітний житловий будинок виконується відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 “Навантаження і впливи” зі змінами [9]. Згідно з нормами, граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою [9]:

$$W_m = \gamma_{fm} \times W_0 \times C,$$

де W_0 — характеристичне значення вітрового тиску, а C — узагальнений коефіцієнт, що враховує аеродинамічні особливості, висоту споруди, рельєф, напрямок вітру та динамічність будівлі.

Таблиця 2.10 – Вихідні дані для визначення вітрового навантаження

Найменування показника	Позначення	Значення
Вітровий район	—	5
Характеристичне значення вітрового тиску	W_0	0,061 т/м ²
Характеристичне значення вітрового тиску	W_0	0,61 кПа
Тип місцевості	—	IV
Тип споруди	—	вертикальні поверхні
Висота будівлі	H	90 м
Висота розміщення об'єкта над рівнем моря	—	0 км
Поверхня, що розглядається	—	навітряна
Крок розрахункового сканування	—	1 м
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням	γ_{fm}	1,1
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням	γ_{fe}	1,0

Тип місцевості прийнято IV — міські території, на яких не менше 15 % поверхні зайнято будівлями із середньою висотою понад 15 м. Для визначення коефіцієнта висоти споруди C_h враховується висота розташування розрахункової точки над поверхнею землі та тип навколишньої місцевості; проміжні значення коефіцієнта визначаються лінійною інтерполяцією.

Характеристичне значення вітрового тиску для 5-го вітрового району прийнято: $W_0 = 0,061 \text{ т/м}^2 = 0,61 \text{ кПа}$.

Граничне розрахункове значення базового вітрового тиску без урахування висотного коефіцієнта становить:

$$W_{m0} = \gamma_{fm} \times W_0;$$

$$W_{m0} = 1,1 \times 0,61 = 0,671 \text{ кПа}.$$

В експлуатаційному розрахунку:

$$W_{e0} = \gamma_{fe} \times W_0;$$

$$W_{e0} = 1,0 \times 0,61 = 0,61 \text{ кПа}.$$

Узагальнений коефіцієнт C визначається за формулою:

$$C = C_{aer} \times C_h \times C_{alt} \times C_{rel} \times C_{dir} \times C_d,$$

де C_{aer} — аеродинамічний коефіцієнт; C_h — коефіцієнт висоти споруди; C_{alt} — коефіцієнт географічної висоти; C_{rel} — коефіцієнт рельєфу; C_{dir} — коефіцієнт напрямку вітру; C_d — коефіцієнт динамічності.

Оскільки висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря становить 0 км, коефіцієнт географічної висоти приймається $C_{alt} = 1,0$.

За відсутності спеціальних умов рельєфу та додаткового обґрунтування коефіцієнти рельєфу і напрямку вітру приймаються $C_{rel} = 1,0$; $C_{dir} = 1,0$.

Тоді розрахункове значення вітрового навантаження на висоті z можна записати у вигляді $W_m(z) = 0,671 \times C_{aer} \times C_h(z) \times C_d$, кПа.

Для навітряної поверхні при попередньому розрахунку, якщо аеродинамічний коефіцієнт і коефіцієнт динамічності прийняті рівними одиниці, формула набуває вигляду $W_m(z) = 0,671 \times C_h(z)$, кПа.

Для максимальної висоти будівлі $H = 90$ м розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою:

$$W_m(90) = 0,671 \times C_h(90), \text{ кПа.}$$

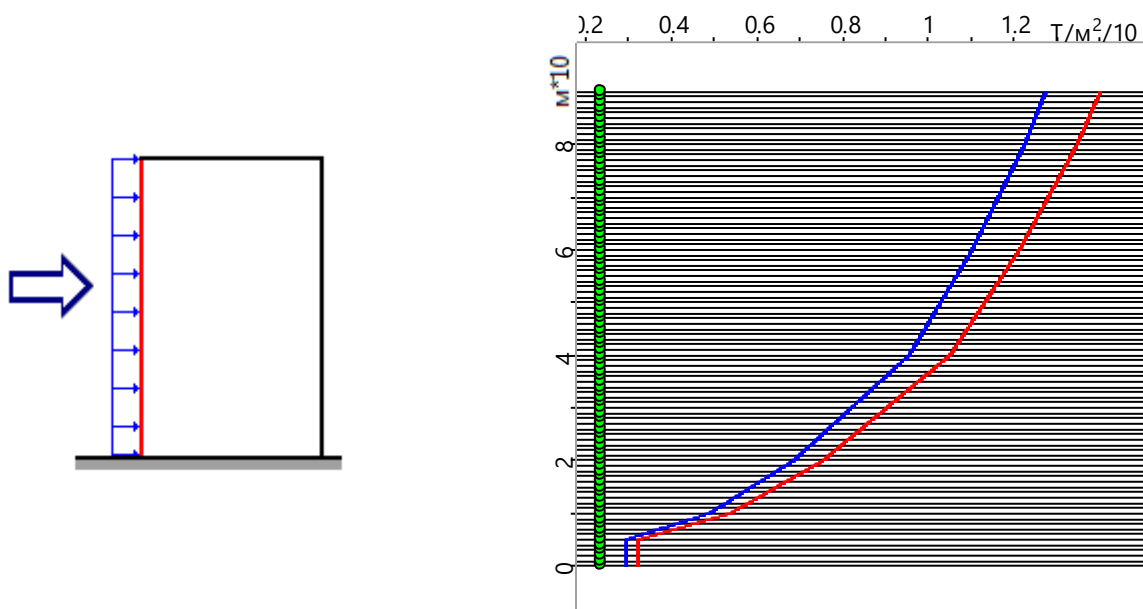


Рисунок 2.1 – Схема вітрового навантаження на навітряну сторону

Результати розрахунку в ПК наведено в додатку А.

Підвітряна поверхня будівлі сприймає дію вітрового відсмоктування, тому в розрахунковій схемі це навантаження враховується зі знаком, протилежним до навантаження на навітряну поверхню.

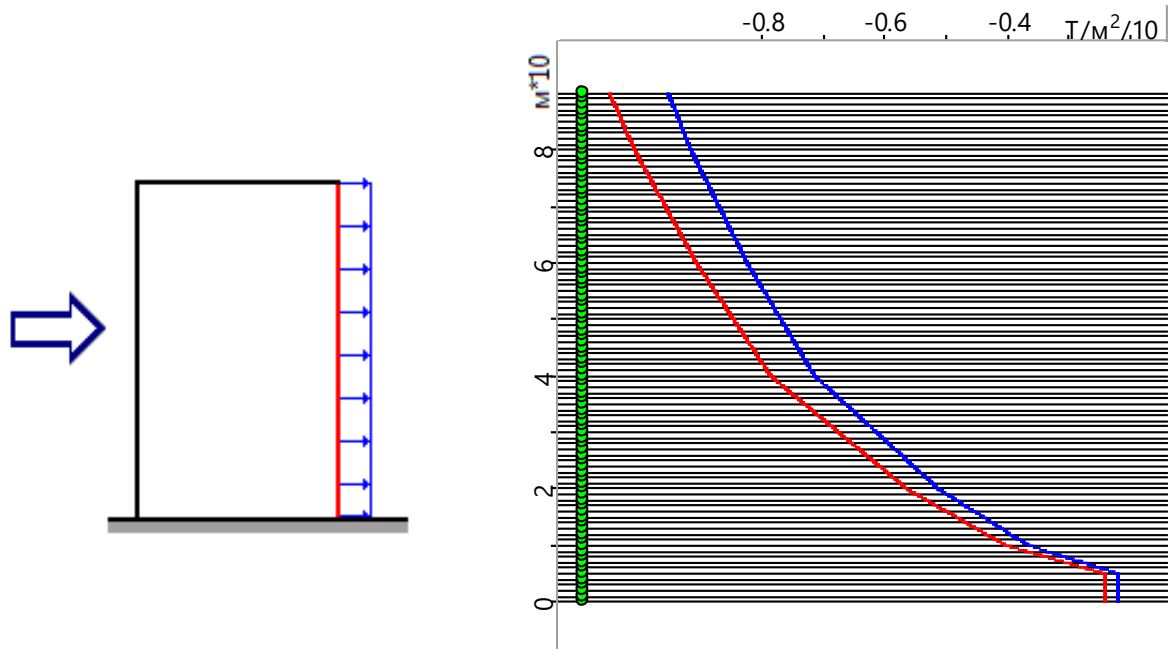


Рисунок 2.2 – Схема вітрового навантаження на підвітряну сторону

2.1.2 Статичний розрахунок будинку

Для побудови розрахункової моделі багатоповерхового монолітного житлового будинку прийнято основні геометричні параметри, відмітки конструктивних елементів, схему сприйняття горизонтальних навантажень, а також характеристики ґрунтової основи.

Будівля розглядається як просторова система з рамно-зв'язковою конструктивною схемою. Горизонтальні навантаження від вітру сприймаються сумісною роботою монолітних залізобетонних рам, діафрагм жорсткості, сходово-ліфтових вузлів та дисків перекриттів [9, 11].

Таблиця 2.11 – Основні характеристики будинку

Найменування показника	Значення
Відмітка планування	-0,200 м

Відмітка верху підколонника	-6,800 м
Відмітка підосви фундаменту	-8,200 м
Схема розподілу горизонтальних навантажень при розрахунку будинку	рамно-зв'язкова

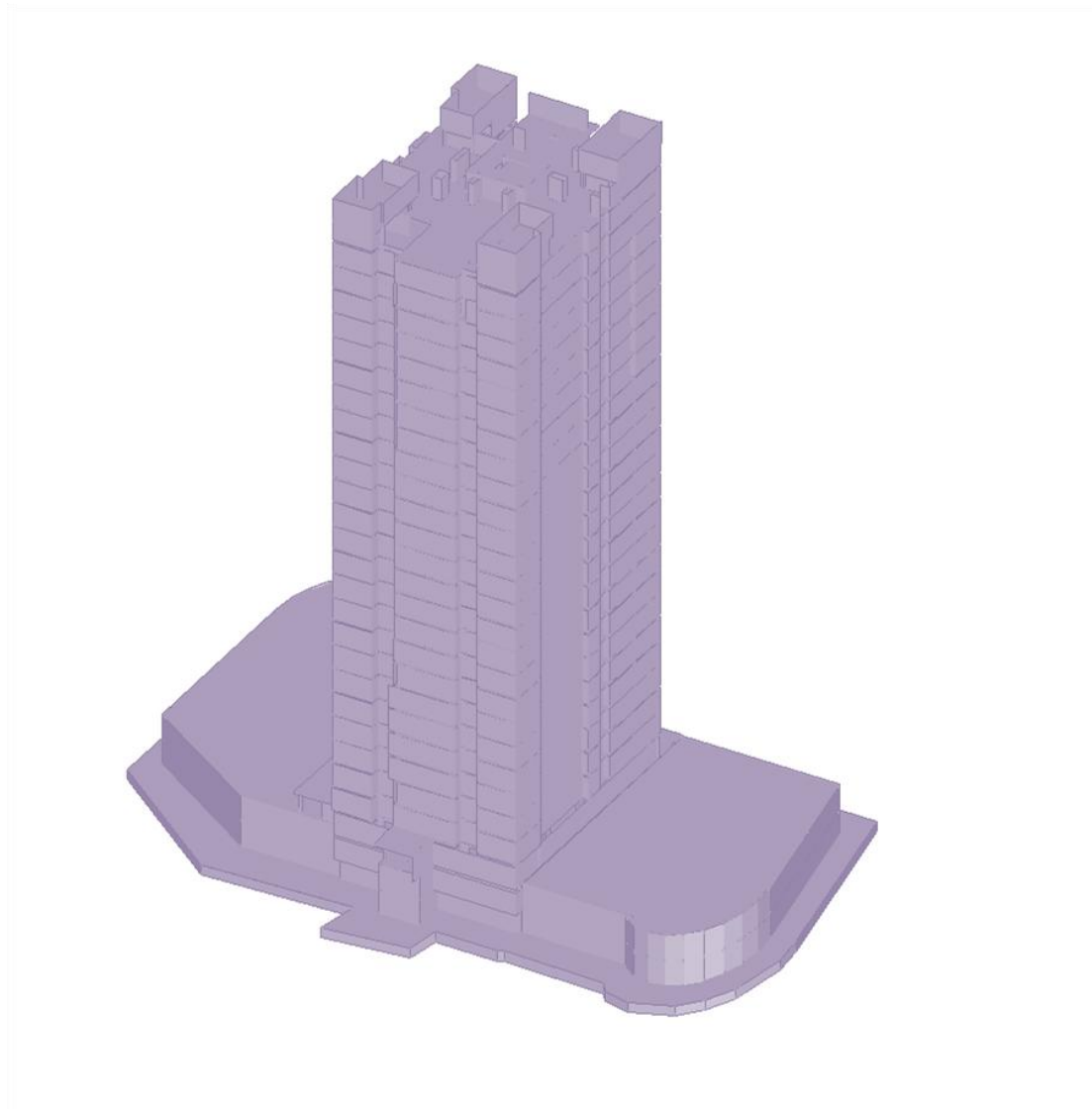


Рисунок 2.3 – Конструктивна схема будинку

Таблиця 2.12 – Характеристики ґрунтової основи

Найменування показника	Позначення	Значення
Об'ємна вага ґрунту	γ	1,804 т/м ³
Кут внутрішнього тертя	φ	17°
Питоме зчеплення ґрунту	c	5 тс/м ²
Модуль деформації ґрунту	E	1000 тс/м ²
Коефіцієнт Пуассона	ν	0,40

Таблиця 2.13 – Додаткові параметри для розрахунку жорсткості пружної основи

Найменування показника	Позначення	Значення
Розрахунковий параметр пружної основи	λ	0,5

Для подальших розрахунків ґрунтова основа приймається як пружне середовище, параметри якого задаються через модуль деформації, коефіцієнт Пуассона та додатковий коефіцієнт λ .

Таблиця 2.14 – Характеристики матеріалів конструктивних елементів розрахункової моделі

Назва елементів	Модуль пружності, тс/м ²	Коефіцієнт Пуассона	Об'ємна вага, т/м ³	Матеріали
Колони	$3,0 \cdot 10^6$	0,20	2,5	Бетон С25/30, арматура А500С, А240С
Балки	$3,0 \cdot 10^6$	0,20	2,5	Бетон С25/30, арматура А500С, А240С
Плити перекриття	$3,0 \cdot 10^6$	0,20	2,5	Бетон С25/30, арматура А500С, А400С
Стіни	$3,0 \cdot 10^6$	0,20	2,5	Бетон С25/30, арматура А500С, А240С
Фундаменти	$3,0 \cdot 10^6$	0,20	2,5	Бетон С12/15, арматура А400С
Перегородки	$3,0 \cdot 10^6$	0,20	2,5	Бетон С15/20, арматура А500С, А240С
Ростверк	$3,0 \cdot 10^6$	0,20	2,5	Бетон С12/15, арматура А400С, А240С

Таблиця 2.15 – Сумарні вертикальні навантаження

Вид навантаження	Постійне навантаження, тс	Тривале навантаження, тс	Короткочасне навантаження, тс
Навантаження на рівні низу стін і колон 1-го поверху	41 646,988	8 584,376	0
Власна вага фундаментних плит і	15 253,945	0	0

додаткові навантаження на них			
Усього	56 900,933	8 584,376	0

Загальне вертикальне навантаження на основу будівлі становить $N = 56\,900,933 + 8\,584,376 = 65\,485,309 \text{ тс} = 654\,853,09 \text{ кН}$.

Результати розрахунку в ПК вітрового навантаження на будинок наведено в додатку Б.

2.1.3 Розрахунок плити перекриття

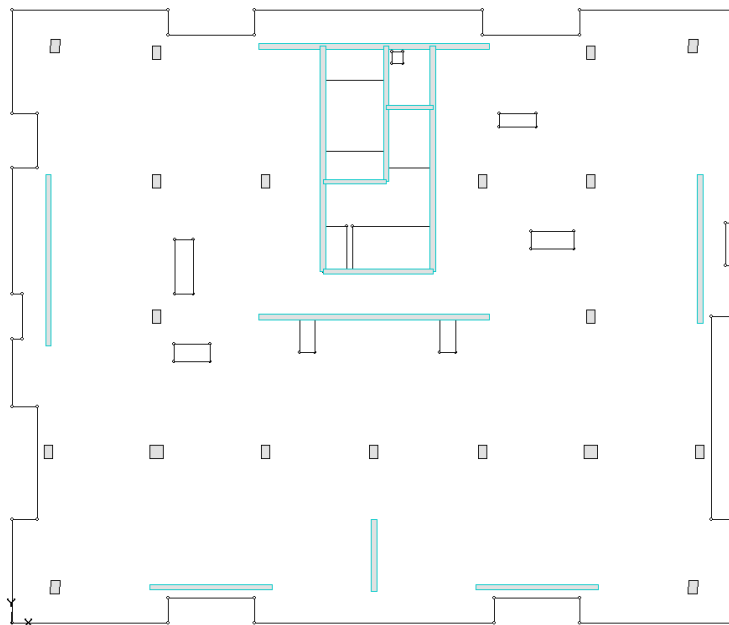


Рисунок 2.4 – Конструктивна схема плити перекриття

Вихідні данні та результати розрахунку в ПК наведено в додатку В.

Таблиця 2.16 – Характеристики матеріалів

Найменування характеристики	Позначення / одиниця виміру	Значення
Клас бетону	—	C25/30
Вид бетону	—	важкий
Розрахунковий опір бетону на стиск	тс/м ²	1730
Модуль пружності бетону	тс/м ²	$3,31 \times 10^6$

Клас поздовжньої арматури вздовж осі X	—	A400C
Розрахунковий опір поздовжньої арматури на розтяг вздовж осі X	тс/м ²	37 500
Модуль пружності арматури вздовж осі X	тс/м ²	2,0×10 ⁷
Клас поздовжньої арматури вздовж осі Y	—	A400C
Розрахунковий опір поздовжньої арматури на розтяг вздовж осі Y	тс/м ²	37 500
Модуль пружності арматури вздовж осі Y	тс/м ²	2,0 ×10 ⁷
Клас поперечної арматури	—	A400C
Розрахунковий опір поперечної арматури на розтяг	тс/м ²	30 000
Модуль пружності поперечної арматури	тс/м ²	2,0×10 ⁷
Об'ємна вага залізобетону	т/м ³	2,5
Жорсткість пружної основи ґрунту на стиск	—	0
Жорсткість пружної основи ґрунту на зсув	—	0
Відстань до центра ваги арматури від нижньої грані	см	3
Відстань до центра ваги арматури від верхньої грані	см	3

За результатами розрахунку монолітної залізобетонної плити перекриття отримано ізополя необхідної площі армування у верхній та нижній зонах плити за напрямками X і Y. Також виконано аналіз деформованого стану плити та визначено раціональну товщину конструкції.

Розподіл армування у верхній зоні плити наведено на рис. 2.5 та рис. 2.6. Верхня арматура працює переважно в зонах дії від'ємних згинальних моментів, які виникають над опорами, стінами, колонами та ділянками защемлення плити.

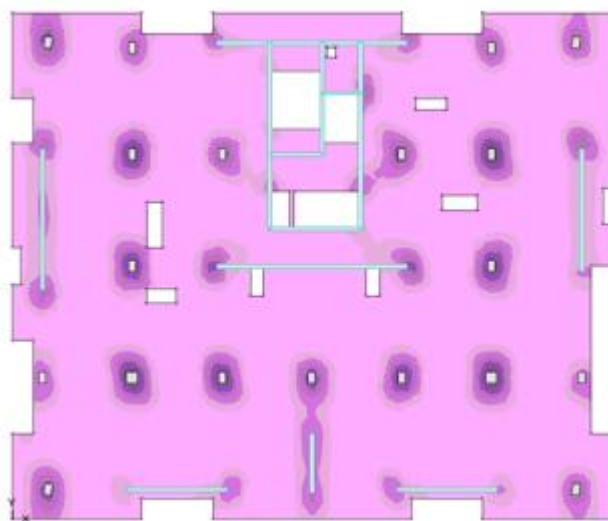


Рисунок 2.5 – Ізополя армування плити у напрямку X, Ах, верхня арматура

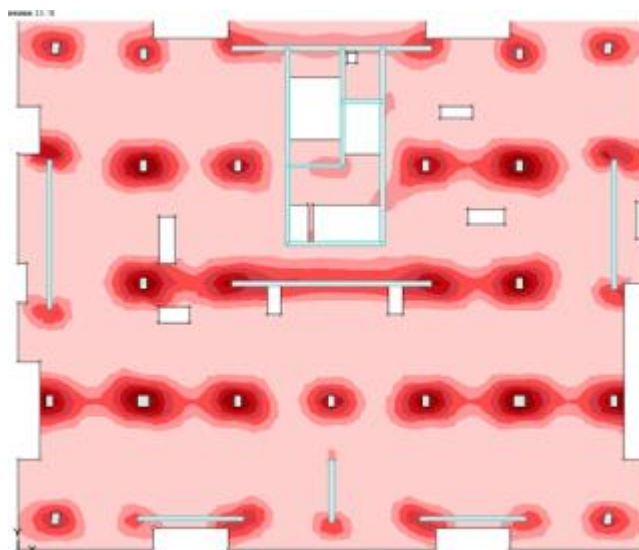


Рисунок 2.6 – Ізополя армування плити у напрямку Y , A_y , верхня арматура

Розподіл нижньої арматури наведено на рис. 2.7 та рис. 2.8. Нижня арматура сприймає розтягувальні зусилля в прольотних ділянках плити, де виникають додатні згинальні моменти.

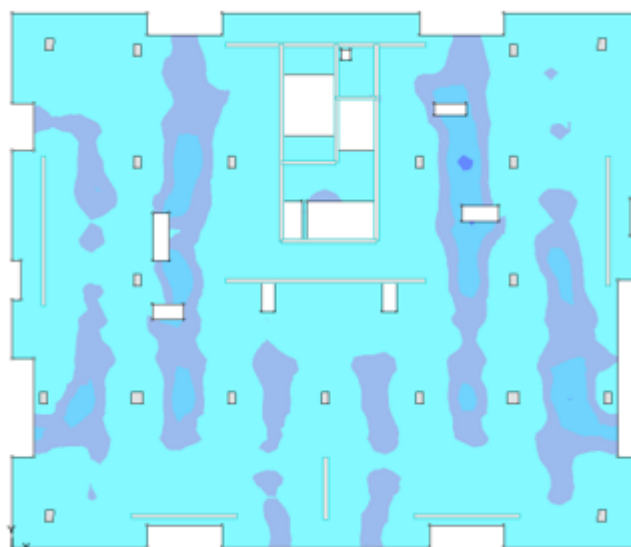


Рисунок 2.7 – Ізополя армування плити у напрямку X , A_x , нижня арматура

Рис. 2.8 – Ізополя армування плити у напрямку Y , A_y , нижня арматура

На рис. 2.9 наведено ізополя прогинів плити. Аналіз прогинів дозволяє оцінити жорсткість конструкції та перевірити її відповідність вимогам

нормальної експлуатації. Найбільші прогини, як правило, виникають у центральних частинах прольотів, де плита має меншу опорну жорсткість.

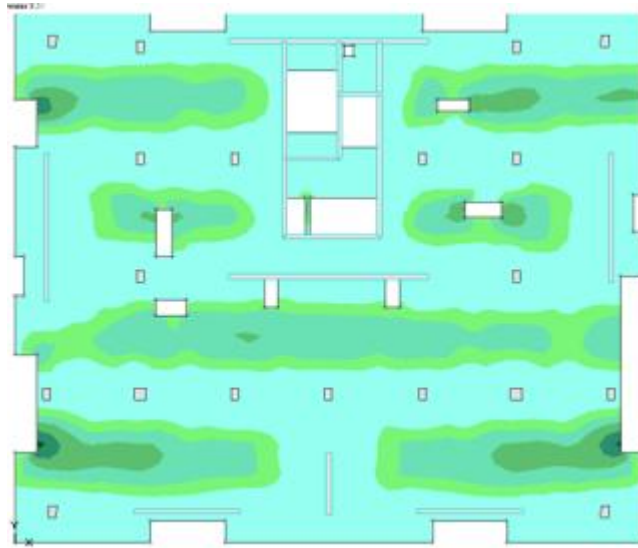


Рисунок 2.9 – Ізополя прогинів монолітної залізобетонної плити

На рис. 2.10 наведено результати підбору оптимальної товщини плити. Оптимізація товщини виконується з урахуванням несучої здатності, жорсткості, допустимих прогинів та раціональної витрати матеріалів.

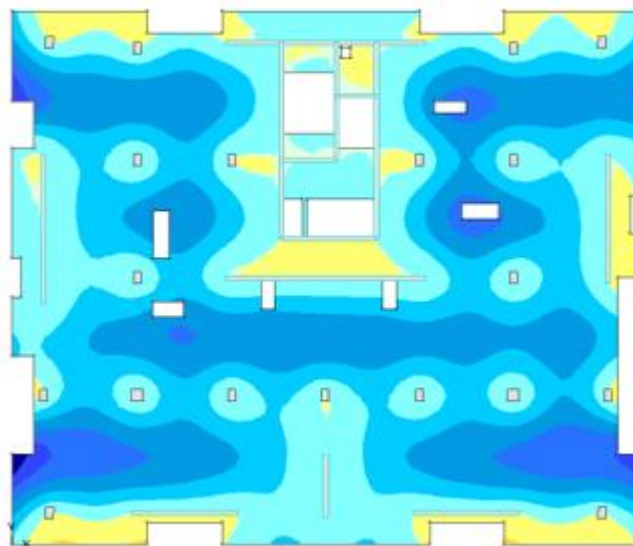


Рисунок 2.10 – Ізополя підбору оптимальної товщини монолітної залізобетонної плити

2.1.4 Розрахунок колони

Розрахунок монолітної залізобетонної колони виконано з метою визначення необхідної площі поздовжньої та поперечної арматури, перевірки несучої здатності перерізу, а також оцінки тріщиностійкості елемента.

Розрахунок виконано для колони прямокутного перерізу розміром 700 × 700 мм. Колона працює на дію поздовжньої сили, згинальних моментів у двох взаємно перпендикулярних площинах, поперечних сил та крутного моменту, отриманих за результатами розрахунку просторової моделі будівлі методом скінченних елементів.

Нормативний документ для арматурної сталі — ДСТУ EN 1996-1-1:2022 [13].

Таблиця 2.17 – Вихідні дані для розрахунку колони

Найменування показника	Значення
Клас бетону	C25/30
Клас поздовжньої арматури	A500C2
Клас поперечної арматури	A240C
Розрахунковий діаметр поздовжньої арматури	32 мм
Захисний шар поздовжньої арматури	32 мм
Прив'язка поздовжньої арматури	48 мм
Використовуваний сортамент поздовжньої арматури	Ø25, Ø28, Ø32
Тип арматурного каркаса	в'язаний
Модуль зменшення кроку поперечної арматури	50 мм
Максимальний діаметр поперечної арматури	10 мм

У розрахунку враховано вимоги щодо розкриття тріщин, необхідність виділення кутових стрижнів, а також конструктивні вимоги до розміщення поперечної арматури.

Таблиця 2.18 – Геометричні характеристики перерізу колони

Найменування показника	Позначення	Значення
Ширина перерізу	b	700 мм
Висота перерізу	h	700 мм
Площа поперечного перерізу	A	4900 см ²

Колона має квадратний поперечний переріз розміром 700 × 700 мм, що забезпечує достатню несучу здатність для сприйняття вертикальних і горизонтальних навантажень від надземної частини будівлі.

Таблиця 2.19 – Відмітки та розрахункова довжина колони

Найменування показника	Значення
Висота поверху	3480 мм
Товщина перекриття	250 мм
Відмітка низу колони	-6,800 м
Відмітка верху перекриття	-3,320 м
Коефіцієнт розрахункової довжини по осі X	0,7
Коефіцієнт розрахункової довжини по осі Y	0,7
Розрахункова довжина по осі X	2436 мм
Розрахункова довжина по осі Y	2436 мм
Гнучкість L_0/h по осі X	3,48
Гнучкість L_0/h по осі Y	3,48

Гнучкість колони в обох напрямках становить 3,48, що свідчить про незначну гнучкість елемента. Колона працює переважно як стиснутий залізобетонний елемент з урахуванням згинальних моментів у двох площинах.

Таблиця 2.20 – Результати МКЕ-розрахунку зусиль у колоні

Вид навантаження	N, тс	M _x , тс·м	M _y , тс·м	Q _x , тс	Q _y , тс	T, тс·м	Переріз
Вітрове 1	14,2	-0,129	-1,59	-0,599	-0,064	0	1
Вітрове 1	14,2	0,094	0,498	-0,599	-0,064	0	2
Вітрове 2	-5,01	-5,81	-0,149	-0,071	-2,06	0	1
Вітрове 2	-5,01	1,37	0,097	-0,071	-2,06	0	2
Постійне	683	3,17	-1,03	-0,388	1,80	0	1
Постійне	678	-3,10	0,316	-0,388	1,80	0	2
Тривале	147	0,505	-0,107	-0,028	0,358	0	1
Тривале	147	-0,743	-0,008	-0,028	0,358	0	2

За результатами розрахунку найбільше стискальне зусилля в колоні виникає від постійного навантаження і становить $N = 683$ тс. Додатково на

колону діють згинальні моменти від тривалих та вітрових навантажень, що враховується під час визначення необхідної площі поздовжньої арматури.

Таблиця 2.21 – Коефіцієнти надійності та тривалості навантажень

Вид коефіцієнта	Постійне	Тривале	Короткочасне	Вітрове	Сейсмічне
Коефіцієнт надійності	1,1	1,2	1,2	1,4	1,0
Коефіцієнт тривалості, варіант 1	1,0	1,0	0,35	0	0
Коефіцієнт тривалості, варіант 2	1,0	1,0	1,0	0	0

У розрахунку враховано автоматично сформовані розрахункові сполучення навантажень, а також сполучення, сформовані для випадків а і б. Для вітрового навантаження враховано можливість зміни знака дії.

Таблиця 2.22 – Коефіцієнти розрахункових сполучень навантажень

Розрахункове сполучення	Постійне	Тривале	Короткочасне	Вітрове	Сейсмічне
1-е основне	1,0	1,0	1,0	1,0	0
2-е основне	1,0	0,95	0,90	0,90	0
3-є особливе	0,90	0,80	0,50	0	1,0

Таблиця 2.23 – Результати розрахункового армування колони

Найменування показника	Значення
Asu	8,04 см ²
As1	12,39 см ²
As2	12,39 см ²
Повна розрахункова площа поздовжньої арматури	81,7387 см ²
Площа арматури за умовою міцності	81,7387 см ²
Відсоток армування за розрахунком	1,67 %
Необхідна поперечна арматура	0,0478449 см ² /м
Ширина розкриття тріщин від нетривалої дії навантаження	0 мм
Ширина розкриття тріщин від тривалої дії навантаження	0 мм

За результатами розрахунку необхідна повна площа поздовжньої арматури становить $A_{s,req} = 81,7387 \text{ см}^2$.

Армування колони прийнято симетричним. Передбачаються випуски арматури у верхню колону.

У кутах перерізу встановлюються 4Ø32. Уздовж граней колони встановлюються 12Ø25. Загальне прийняте армування 4Ø32 + 12Ø25.

Площа прийнятої поздовжньої арматури становить $A_{s,prov} = 91,0748 \text{ см}^2$.

Відсоток армування $\mu = 1,86 \%$.

Оскільки $A_{s,prov} = 91,0748 \text{ см}^2 > A_{s,req} = 81,7387 \text{ см}^2$, прийняте поздовжнє армування забезпечує необхідну несучу здатність колони.

Таблиця 2.24 – Прийняте поздовжнє армування колони

Розташування арматури	Прийняте армування	Площа арматури, см^2
Кутові стрижні	4Ø32	32,17
Стрижні вздовж граней	12Ø25	58,90
Усього	4Ø32 + 12Ø25	91,0748

Для забезпечення надійної передачі зусиль між суміжними елементами каркаса передбачається анкерування та нахльостування поздовжніх стрижнів.

Таблиця 2.25 – Довжина анкерування та нахльостування поздовжньої арматури

Діаметр стрижня, мм	Довжина анкерування, мм	Довжина нахльостування, мм
32	1290	1290
25	1010	1010

Поперечна арматура встановлюється для забезпечення спільної роботи поздовжніх стрижнів, підвищення стійкості стиснутої арматури, сприйняття поперечних сил і забезпечення необхідної тріщиностійкості елемента.

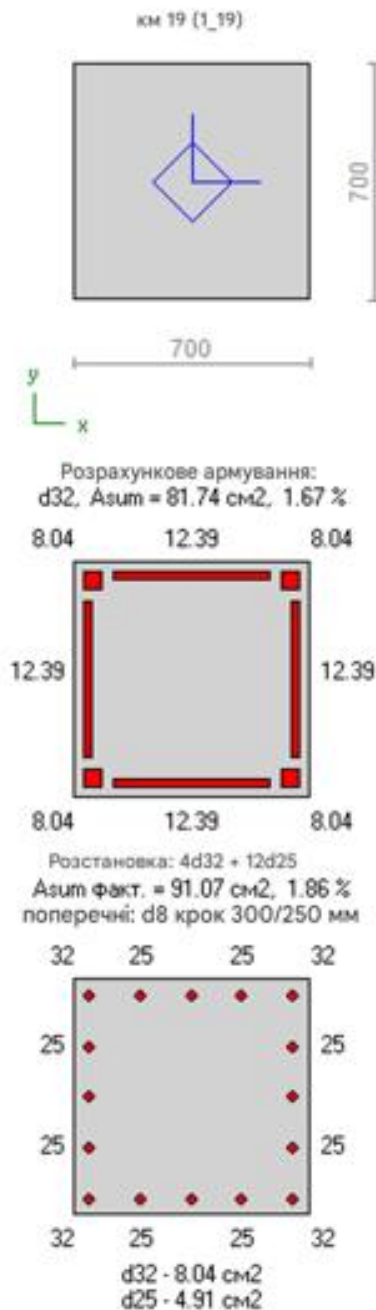
Таблиця 2.26 – Розміщення поперечної арматури колони

Зона армування	Прийнята арматура	Крок, мм	Прив'язка першого стрижня, мм	Зона розкладки, мм	Прив'язка останнього стрижня, мм
Зона анкерування	6Ø8	250	50	1250	1300
Основна зона	6Ø8	300	1600	1500	3100
Добірна зона	1Ø8	80	3180	—	50 мм до верху

Площа поперечної арматури становить 3,35 см²/м. Шпильки у даному перерізі не передбачаються.

Таблиця 2.27 – Обсяги матеріалів для однієї колони

Найменування	Одиниця виміру	Кількість
Бетон	м ³	1,7052
Арматура	кг	350,304
Опалубка	м ²	9,044



Бетон В30
Поздовжня арматура А500С2
Поперечна арматура А240С

Сортамент: 25,28,32; $a = a' = 48.0 \text{ мм}$

Геометричні характеристики:
 $A = 4900 \text{ см}^2$
 $I_x = I_y = 2.00083e + 006 \text{ см}^4$, $W_x = W_y = 57166.7 \text{ см}^3$
 $x_c = y_c = 350 \text{ мм}$, $i_x = i_y = 202.073 \text{ мм}$

Розрахункова довжина:
 $H_0 = 3480 \text{ мм}$, відм. низу - 6.800
 $m_x = m_y = 0.70$, $L_{0x} = L_{0y} = 2436 \text{ мм}$
гнучкість = 12.1 (3.5), $e_a = 23.33 \text{ мм}$

Навантаження. Результати МКЕ розрахунку, тс, тому:

Вид	N	M _x	M _y	Q _x	Q _y	T
Постійна	682.7	3.17	-1.03	-0.39	1.80	0.00
Тривала	678.4	-3.10	0.32	-0.39	1.80	0.00
Вітрова 1	147.0	0.50	-0.11	-0.03	0.36	0.00
Вітрова 2	14.2	-0.13	-1.59	-0.60	-0.06	0.00
	14.2	0.09	0.50	-0.60	-0.06	0.00
	-5.01	-5.81	-0.15	-0.07	-2.06	0.00
	-5.01	1.37	0.10	-0.07	-2.06	0.00

Коефіцієнти до навантажень:
надійний, за відповідальністю, = 1

Вид	надійний	тривал.	продовж.	1-е соц.	2-е тв.	3-тє тв.
Постійна	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90
Тривала	1.20	1.00	1.00	1.00	0.95	0.80
Вітрова	1.40	0.00	0.00	1.00	0.90	0.00

Автоматичне формування комбінацій
Посадження для загального випадку розрахунку (випадок а та випадок б)
Розрахунок з розкриття тріщин
Виділяти кутові стрижні
Обмежувати діаметр поперечної арматури 10 мм

Розрахункові поєднані навантаження. Випадок 6 (одн. навантаження), транспортні засоби, транспортні засоби:

N ^o строки	N	M _x	M _y	Q _x	Q _y	T
1	924.8	11.4	-1.07	-0.37	4.99	0.00
2	920.1	-5.98	0.22	-0.37	4.99	0.00
3	931.8	-4.14	0.97	-1.21	2.31	0.00
4	936.4	3.90	-3.26	-1.21	2.31	0.00
5	770.9	3.30	-3.36	-1.27	1.89	0.00

Розшифрування рядків списку РСН

N ^o строки	Критерії відбору	склад
1	S _{nc} , T _y	ПО+ДЛ-В2_сін1
2	S _{nc}	ПО+ДЛ-В2_сін2
3	I _{nc}	ПО+ДЛ+В1_сін2
4	S _{nc} , N _c	ПО+ДЛ+В1_сін1
5	T _x	ПО+В1_сін1

$A_{sw} = 0.05 \text{ см}^2/\text{м} \leq 3.35 \text{ см}^2/\text{м}$
Захисний шар поздовжньої арматури 32.0 мм, поперечної 24.0 мм

Рисунок 2.11 – Результати розрахунку армування колони в ПК

2.2 Розрахунок підземної частини будинку

2.2.1 Розрахунок плитного фундаменту

Товщина фундаментної плити прийнята $h = 140 \text{ см} = 1,40 \text{ м}$.

Таблиця 2.28 – Характеристики матеріалів для розрахунку фундаментної плити

Найменування характеристики	Позначення / одиниця виміру	Значення
Клас бетону	—	C12/15
Вид бетону	—	важкий
Розрахунковий опір бетону на стиск	тс/м ²	867
Модуль пружності бетону	тс/м ²	$2,35 \times 10^6$
Клас поздовжньої арматури вздовж осі X	—	A240CV
Розрахунковий опір поздовжньої арматури на розтяг вздовж осі X	тс/м ²	52 000
Модуль пружності арматури вздовж осі X	тс/м ²	$1,9 \times 10^7$
Клас поздовжньої арматури вздовж осі Y	—	A240CV
Розрахунковий опір поздовжньої арматури на розтяг вздовж осі Y	тс/м ²	52 000
Модуль пружності арматури вздовж осі Y	тс/м ²	$1,9 \times 10^7$
Клас поперечної арматури	—	A400C
Розрахунковий опір поперечної арматури на розтяг	тс/м ²	30 000
Модуль пружності поперечної арматури	тс/м ²	$2,0 \times 10^7$
Об'ємна вага залізобетону	т/м ³	2,5
Жорсткість пружної основи ґрунту на стиск	тс/м ³	1000
Жорсткість пружної основи ґрунту на зсув	тс/м ³	10 000
Відстань до центра ваги арматури від нижньої грані	см	3
Відстань до центра ваги арматури від верхньої грані	см	3

Розрахунок виконується в ПК. Координати точок контуру фундаментної плити задані в сантиметрах відносно прийнятої системи координат розрахункової моделі. Контур плити має складну конфігурацію в плані, що

відповідає геометрії підземної частини будівлі та прийнятим конструктивним рішенням.

Таблиця 2.29 – Дані розрахункової моделі фундаментної плити

Найменування показника	Значення
Тип розрахункової схеми	просторова скінченно-елементна модель
Тип конструкції	монолітна залізобетонна фундаментна плита
Товщина плити	1,40 м
Тип основи	пружна основа ґрунту
Матеріал плити	важкий бетон
Характер роботи плити	плита на пружній основі

Коефіцієнти комбінацій навантажень використовуються під час формування розрахункових сполучень для визначення напружено-деформованого стану фундаментної плити. У розрахунку враховуються постійні, тривалі, короточасні, вітрові та сейсмічні впливи.

Таблиця 2.30 – Коефіцієнти комбінацій навантажень

Найменування коефіцієнта	Навантаження				
	Вітрове	Короточасне	Постійне	Сейсмічне	Тривале
Коефіцієнт надійності	1,40	1,20	1,10	1,00	1,20
Коефіцієнт тривалості	0,00	0,35	1,00	0,00	1,00
I основна комбінація	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
II основна комбінація	0,90	0,90	1,00	0,00	0,95
III особлива комбінація	0,00	0,50	0,90	1,00	0,80

Для основних сполучень навантажень враховується сумісна дія постійних, тривалих, короточасних і вітрових навантажень. Особлива комбінація застосовується для врахування сейсмічного впливу, при цьому вітрове навантаження у цій комбінації не враховується.

За результатами розрахунку плитного ростверку отримано ізополя необхідної площі армування у верхній та нижній зонах конструкції за напрямками X і Y. Розрахунок дозволяє визначити ділянки найбільшого напруження, зони концентрації згинальних моментів, а також характер деформування плитного ростверку під дією вертикальних і горизонтальних навантажень від будівлі.

Верхня арматура плитного ростверку працює переважно в зонах дії від'ємних згинальних моментів, які виникають у місцях спирання колон, стін, пілонів та інших вертикальних несучих елементів. Розподіл необхідної верхньої арматури за напрямками X і Y наведено на рис. 2.12 та рис. 2.13.

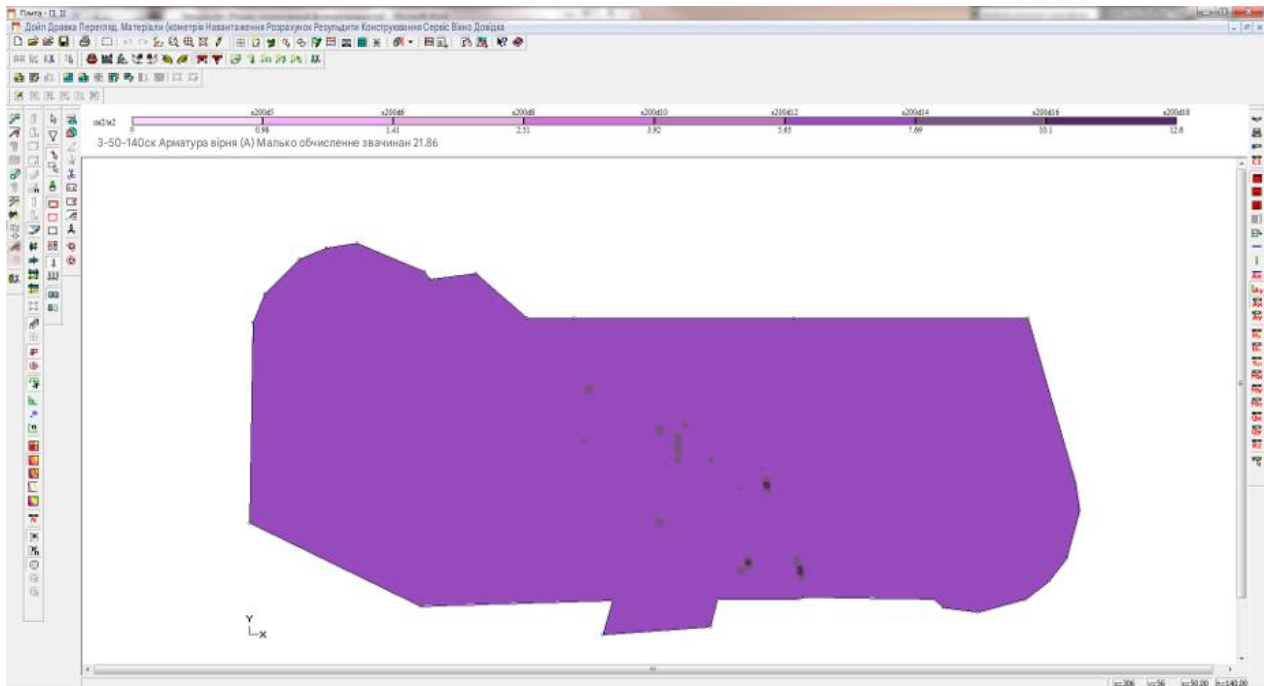


Рисунок 2.12 – Ізополя армування плитного ростверку
у напрямку X, A_x , верхня арматура

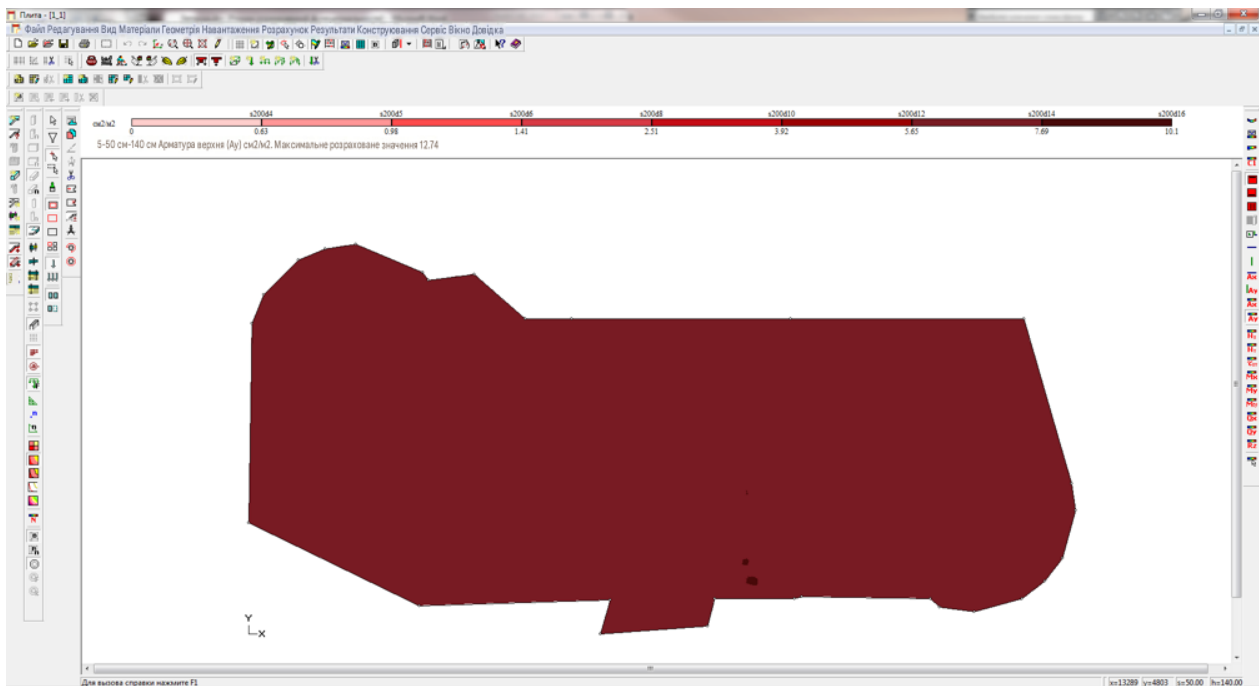


Рисунок 2.13 – Ізополя армування плитного ростверку у напрямку Y, A_y , верхня арматура

Нижня арматура плитного ростверку сприймає розтягувальні зусилля в зонах додатних згинальних моментів, які формуються у прольотних ділянках між опорами та у місцях нерівномірного розподілу реакцій ґрунтової основи. Розподіл нижньої арматури наведено на рис. 2.14 та рис. 2.15.

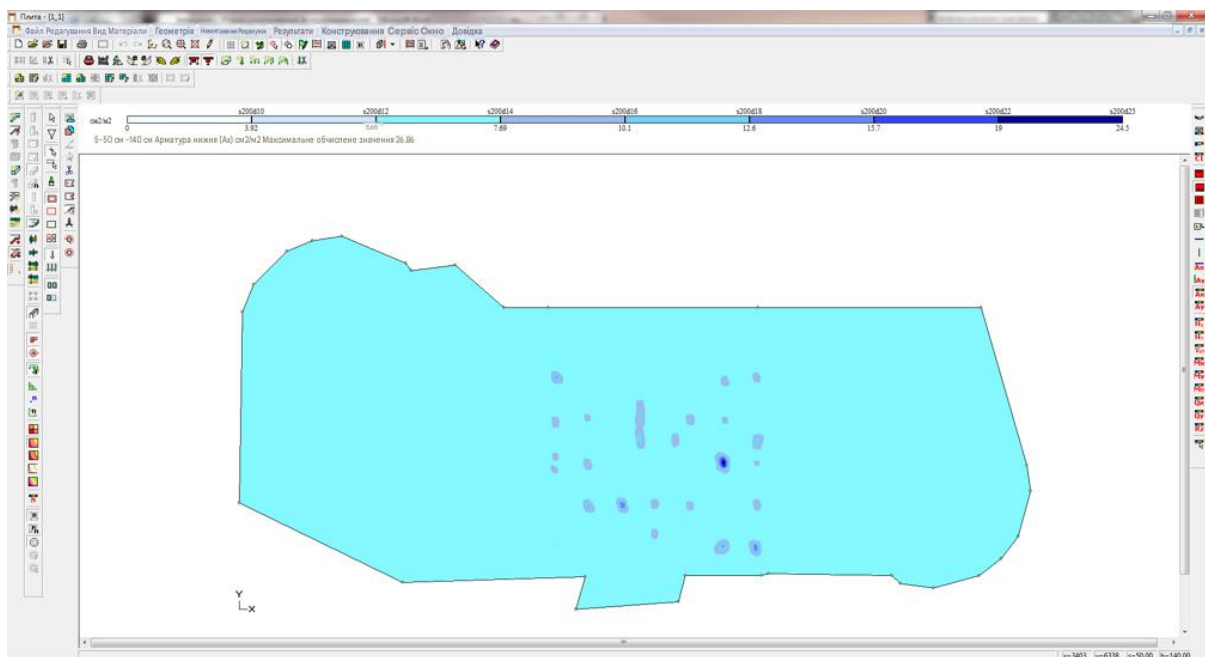


Рисунок 2.14 – Ізополя армування плитного ростверку у напрямку X, A_x , нижня арматура

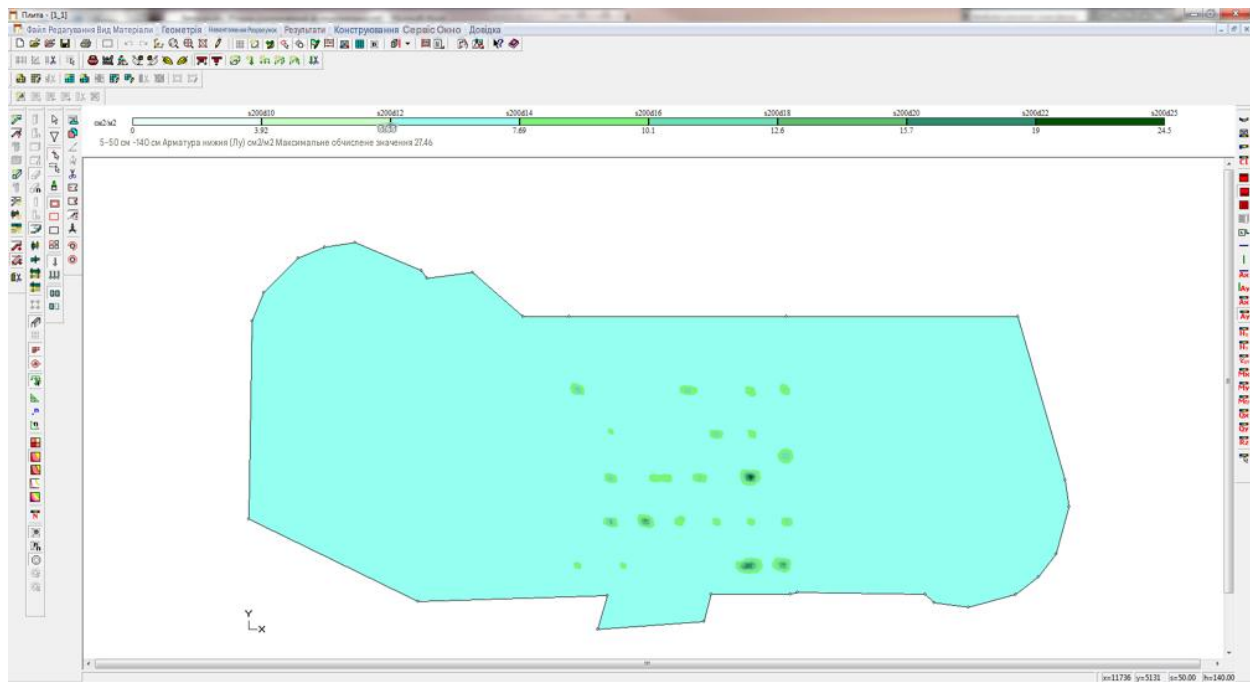


Рисунок 2.15 – Ізополя армування плитного ростверку
у напрямку Y, Au, нижня арматура

На рис. 2.16 наведено ізополя деформацій плитного ростверку. Аналіз деформацій дозволяє оцінити характер роботи фундаментної конструкції на пружній основі, виявити ділянки найбільших переміщень та перевірити рівномірність передачі навантаження від будівлі на ґрунтову основу.

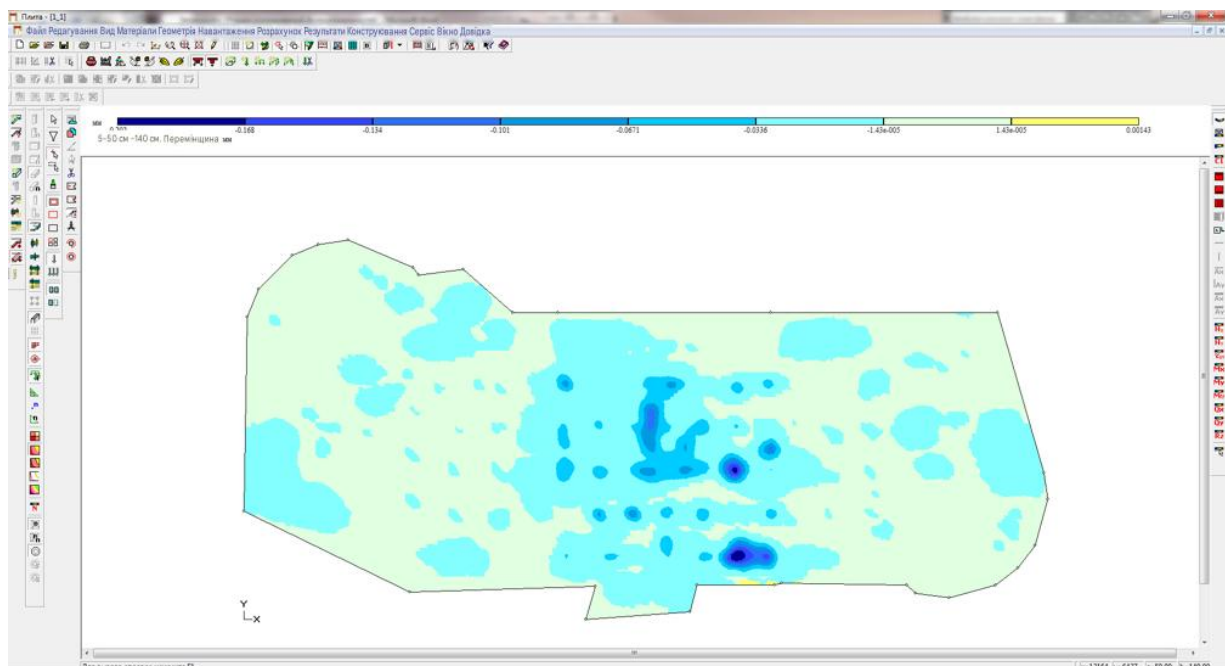


Рисунок 2.16 – Ізополя деформацій плитного ростверку

2.2.2 Розрахунок палі

Розрахунок несучої здатності палі виконано з метою перевірки можливості сприйняття вертикального навантаження від плитного ростверку та надземної частини будівлі.

Вихідні зусилля на одну палю отримано за результатами розрахунку в ПК «Мономах». При заданому розміщенні паль навантаження на одну палю становить $N = 924,8 / 4 + 15 + 4 = 250,2$ тс.

Розрахунок несучої здатності буронабивної палі виконано відповідно до вимог ДБН В.2.1-10:2018 [14], а також Методичних рекомендацій [15].

Тип палі — буронабивна паля, діаметр палі - $D = 1000$ мм = 1,0 м. Площа поперечного перерізу палі становить $A = 0,785$ м². Периметр поперечного перерізу палі- $u = 3,14$ м. Глибина занурення нижнього кінця палі - $H = 15$ м. Глибина котловану $h_k = 8,2$ м. Коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті - $\gamma_c = 1,0$. Коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі - $\gamma_{cR} = 1,0$. Коефіцієнт умов роботи ґрунту на бічній поверхні $\gamma_{cf} = 1,0$.

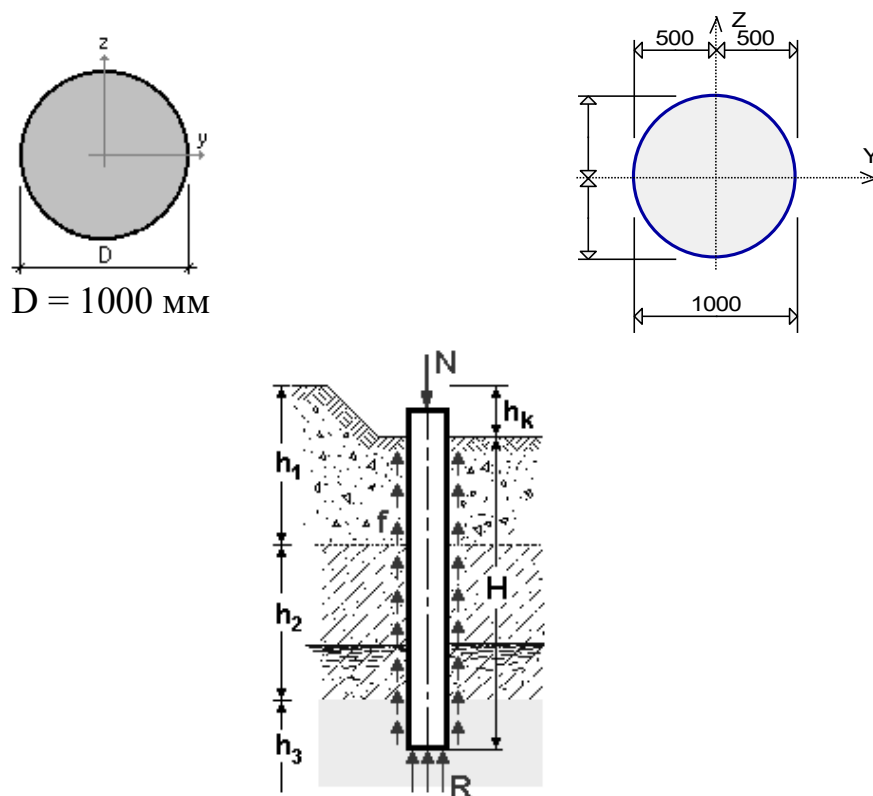


Рисунок 2.17 – Схема буронабивної палі

Таблиця 2.31 – Характеристика ґрунтів основи

Тип ґрунту/ Товщина шару, м	Показник плинності IL	Питома вага, г/см ³	Кут внутрішнього тертя, град	Коефіцієнт пористості e
пилювато-глинистий, 2,3	0,45	19,2	22	—
пилювато-глинистий, 4,4	0,48	19,5	25	—
пилювато-глинистий, 3,3	0,50	19,4	23	—
Піщаний, дрібний, 1,2	—	18,8	36	0,6
пилювато-глинистий, 1,8	0,51	19,3	26	—
пилювато-глинистий, 4,5	0,65	19,8	36	—
пилювато-глинистий, 0,9	0,63	19,2	24	—
пилювато-глинистий, 0,6	0,65	19,1	20	—
Піщаний, середньої крупності, 3,1	—	18,9	33	0,8
пилювато-глинистий, 10,0	0,67	19,4	22	—

Таблиця 2.32 – Результати розрахунку несучої здатності палі

Найменування показника	Значення, тс	Значення, кН
Розрахункове навантаження на одну палю, N	250,2	2502
Несуча здатність палі на вертикальне стискальне навантаження, Fd	261,62	2616,2
Несуча здатність палі на висмикувальне навантаження, Fdu	120,574	1205,74

Перевіряємо умову несучої здатності палі за вертикальним стискальним навантаженням: $F_d \geq N$, $261,62 \text{ тс} \geq 250,2 \text{ тс}$. Умова виконується.

Коефіцієнт запасу несучої здатності палі становить: $k = F_d / N = 261,62 / 250,2 = 1,05$. Запас несучої здатності - $\Delta F = 261,62 - 250,2 = 11,42 \text{ тс}$. У відсотках - $\Delta F = 11,42 / 250,2 \cdot 100 \% = 4,6 \%$.

Несуча здатність буронабивної палі діаметром 1000 мм та глибиною занурення 15 м є достатньою для сприйняття розрахункового вертикального навантаження від будівлі.

За результатами розрахунку несучої здатності палі виконано підбір її конструктивного армування. Для проєктованого пальового фундаменту прийнято буронабивну залізобетонну палю круглого перерізу рис. 2.18.

Таблиця 2.33 – Вихідні дані для конструювання палі

Найменування показника	Значення
Тип палі	буронабивна
Матеріал палі	залізобетон
Довжина палі	15 м
Діаметр палі	1,0 м
Глибина котловану	8,2 м
Клас бетону	C20/25
Форма поперечного перерізу	кругла
Розрахункове вертикальне навантаження	$N = 250,2$ тс
Розрахунковий згинальний момент	$M = 0$ тс·м

Таблиця 2.34– Прийняте армування буронабивної палі

Найменування показника	Значення
Поздовжнє армування	8Ø18 A400C
Діаметр поздовжніх стрижнів	18 мм
Кількість поздовжніх стрижнів	8 шт.
Клас поздовжньої арматури	A400C
Захисний шар бетону	25 мм
Тип перерізу палі	круглий
Діаметр перерізу палі	$D = 1,0$ м

Площа одного стрижня Ø18 становить $A_{s1} = 2,545$ см². Загальна площа поздовжньої арматури - $A_s = 8 \cdot 2,545 = 20,36$ см². Площа поперечного перерізу палі - $A = 7850$ см². Відсоток поздовжнього армування палі $\mu = A_s / A \cdot 100 \% = 0,26 \%$.

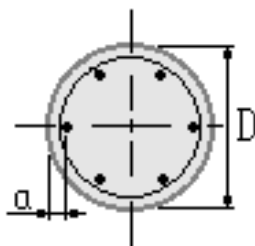


Рисунок 2.18 - Схема армування буронабивної палі

За результатами конструювання для буронабивної залізобетонної палі діаметром 1,0 м і довжиною 15 м прийнято поздовжнє армування 8Ø18 A400C. Паля виконується з бетону класу C20/25. Захисний шар бетону до поздовжньої

арматури прийнято 25 мм. Розрахункове вертикальне навантаження на палю становить $N = 250,2$ тс, згинальний момент у розрахунковому перерізі дорівнює $M = 0$ тс·м. За результатами перевірки міцності нормального перерізу встановлено, що прийняте армування є достатнім.

3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Технологічна карта

Технологічна карта розроблена для організації та виконання комплексу бетонних робіт під час зведення монолітних залізобетонних конструкцій типового поверху 25-поверхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями громадського призначення. До таких конструкцій належать монолітні колони, діафрагми жорсткості, плити перекриття та інші елементи просторового каркаса будівлі.

Розроблення технологічної карти здійснюється з метою встановлення раціональної послідовності виконання робіт, визначення складу робочої ланки, вибору засобів механізації, забезпечення якості бетонування, а також дотримання вимог охорони праці та організації будівельного виробництва. Основні положення щодо організації будівельних процесів, послідовності виконання робіт та раціонального використання трудових і технічних ресурсів прийнято відповідно до рекомендацій підручника з технології будівельного виробництва [16] та вимог ДБН А.3.1-5:2016 [17].

До складу робіт, що розглядаються в технологічній карті, входять такі основні процеси: установлення арматурних каркасів і сіток; установлення прорізоутворювачів, закладних деталей та інших допоміжних елементів; монтаж, вивірення і закріплення опалубки; приймання бетонної суміші на будівельному майданчику; вивантаження бетонної суміші з автобетонозмішувача; подача бетонної суміші до місця укладання; укладання бетонної суміші в опалубку; ущільнення бетонної суміші; догляд за бетоном у початковий період твердіння;

розпалублення конструкцій після досягнення бетоном необхідної міцності; очищення опалубки, інструментів та робочої зони після завершення бетонування.

Виконання бетонних робіт на перекриттях передбачається за допомогою баштового крана КБП-160/В, який забезпечує подачу бетонної суміші в бункерах до місця укладання. Застосування баштового крана дає змогу організувати безперервне транспортування матеріалів у межах робочої зони та забезпечити необхідний темп зведення монолітних конструкцій типового поверху [18].

Бетонні роботи виконуються спеціалізованою ланкою у складі шести робітників: Б1 — бетонник 4-го розряду, ланковий — 1 особа; Б2 — бетонник 3-го розряду — 2 особи; Б3 — бетонник 2-го розряду — 3 особи.

Один бетонник 2-го розряду, який має посвідчення стропальника, перебуває на місці приймання вантажів. До його обов'язків входить приймання бетонної суміші з автобетонозмішувача, контроль заповнення бункерів, стропування бункерів для подачі до місця бетонування, приймання порожньої тари після розвантаження, а також її очищення після завершення робіт.

Інші бетонники під керівництвом ланкового виконують приймання бункера з бетонною сумішшю на робочому місці, розвантаження суміші в опалубку, її рівномірний розподіл по площі бетонування та ущільнення. Ущільнення бетонної суміші здійснюється з метою видалення повітряних порожнин, забезпечення щільності бетону та надійного зчеплення суміші з арматурою. Якість виконання цих операцій безпосередньо впливає на міцність, довговічність і тріщиностійкість монолітних залізобетонних конструкцій [16].

Після завершення бетонування робітники виконують очищення робочої зони від залишків бетонної суміші. Бетон, що потрапив на нижчерозміщені ділянки перекриття або робочі майданчики, прибирається за допомогою кельм, скребоків і совкових лопат. Вертикальні поверхні конструкцій очищаються від бризок бетонної суміші та патьоків цементного молока.

Бетонні роботи передбачається виконувати у світлий час доби за середньодобової температури зовнішнього повітря не нижче +5 °С. За таких

умов бетонування може виконуватися без застосування спеціальних заходів, характерних для зимового бетонування.

У разі необхідності виконання робіт у темний час доби робочі місця бетонників повинні бути забезпечені штучним освітленням. Освітленість робочої зони має бути достатньою для безпечного виконання операцій з приймання, подачі, укладання та ущільнення бетонної суміші. У проєкті прийнято освітленість робочих місць не менше 30 лк.

Якщо бетонні роботи виконуються за температури нижче $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, їх необхідно організовувати як роботи в зимових умовах. У такому випадку передбачаються додаткові технологічні заходи: застосування протиморозних добавок, підігрів бетонної суміші, утеплення опалубки, захист забетонованих конструкцій від промерзання, а також контроль температурно-вологісного режиму твердіння бетону. Необхідність таких заходів визначається залежно від температури зовнішнього повітря, масивності конструкцій, складу бетонної суміші та строків досягнення бетоном розпалубної міцності.

Організація бетонних робіт повинна забезпечувати безперервність технологічного процесу, безпечні умови праці, раціональне використання засобів механізації та необхідну якість монолітних залізобетонних конструкцій. Вимоги до підготовки будівельного виробництва, організації робочих місць, послідовності виконання будівельних процесів і контролю якості робіт приймаються відповідно до ДБН А.3.1-5:2016 [17].

3.2 Технологія виконання бетонних робіт

Бетонні роботи під час зведення монолітних залізобетонних конструкцій типового поверху житлового будинку виконуються після завершення опалубних та арматурних робіт. До складу процесу бетонування входять приймання бетонної суміші, її подача до місця укладання, розподілення в опалубці, ущільнення, улаштування робочих швів, догляд за бетоном та контроль якості виконаних робіт [16, 17].

Бетонна суміш доставляється на будівельний майданчик автобетонозмішувачами. Місце приймання бетонної суміші визначається будівельним генеральним планом. Розвантаження суміші передбачається в інвентарні неповоротні бункери, після чого бетонна суміш подається до місця укладання за допомогою баштового крана. Подавання бетонної суміші за схемою «кран — баддя».

Для забезпечення ритмічної та безперервної подачі бетонної суміші розробляється графік руху автобетонозмішувачів, який погоджується з постачальником бетону. Бункери для бетонної суміші повинні відповідати вимогам нормативної документації та перебувати у справному технічному стані.



Рисунок 3.1 – Схема розвантаження бетонної суміші з автобетонозмішувача в приямок

До початку бетонування монолітних залізобетонних перекриттів повинні бути виконані такі підготовчі роботи:

- змонтовані всі елементи опалубки перекриття на відповідній захватці;
- перевірено правильність установлення опалубки, її геометричні розміри, горизонтальність та надійність кріплення;

- встановлено проєктну арматуру, закладні деталі, прорізоутворювачі, гільзи для пропуску електротехнічних і санітарно-технічних комунікацій;
- перевірено наявність мастила на формувальній поверхні опалубки;
- оформлено акт на приховані роботи щодо приймання арматури та закладних деталей;
- отримано дозвіл майстра або виконроба на виконання бетонних робіт;
- за потреби влаштовано освітлення робочих місць бетонників;
- підготовлено і перевірено справність машин, інструментів, інвентарю, бункерів, стропів, вібраторів та інших пристосувань [17].

Бетонну суміш у плиту перекриття рекомендується укладати відразу на всю товщину конструкції, дотримуючись одного напрямку бетонування. Роботи на захватці слід виконувати безперервно, щоб уникнути утворення небажаних технологічних перерв і послаблених зон у тілі бетону. Висота вільного скидання бетонної суміші в опалубку не повинна перевищувати 1,0 м.

Ущільнення бетонної суміші є однією з найважливіших операцій бетонування, оскільки від його якості залежать щільність, однорідність, міцність і довговічність бетону. Основним способом ущільнення є віброущільнення. Глибинні вібратори вводять у шар бетонної суміші, а відстань між точками занурення вібронаконечника не повинна перевищувати 1,5 радіуса його дії; час вібрування в одній точці зазвичай становить 15–30 с залежно від рухливості суміші, параметрів вібратора та насиченості конструкції арматурою.

Кількість глибинних вібраторів визначається за формулою [18]:

$$m = 1,35 \times I_{\text{пр.бет}} / (Q_z \times n) = 1,35 \times 5 / (3,12 \times 1) = 2,1,$$

де $I_{\text{пр.бет}} = 5 \text{ м}^3/\text{год}$ — інтенсивність укладання бетонної суміші, що залежить від способу подачі бетону за схемою «кран — баддя»; Q_z — експлуатаційна продуктивність одного вібратора, $\text{м}^3/\text{год}$; $n = 1$ — кількість шарів бетонування.

Для виконання робіт приймаємо 2 робочі глибинні вібратори.

Під час ущільнення бетонної суміші необхідно дотримуватися таких технологічних вимог:

- крок перестановки глибинного вібратора не повинен перевищувати 1,5 радіуса його дії;
- у разі пошарового бетонування вібратор потрібно занурювати в раніше укладений шар на 5–10 см для забезпечення монолітності конструкції;
- під час роботи не допускається спирання вібратора на арматуру, закладні деталі, тяжі, опалубку та інші елементи;
- особливо ретельно ущільнюють бетонну суміш біля стінок опалубки, у кутах, біля густоармованих ділянок і закладних деталей;
- після закінчення ущільнення в одній точці вібратор слід повільно витягувати з бетонної суміші у ввімкненому стані, щоб запобігти утворенню порожнин;
- зони вібрування повинні частково перекривати одна одну [17, 16].

Достатність ущільнення бетонної суміші визначається візуально. Основними ознаками якісного віброущільнення є припинення осідання бетонної суміші, поява цементного молока на поверхні та припинення виділення повітряних бульбашок [16].

Під час застосування поверхневих вібраторів їх переміщують на нову позицію після завершення ущільнення відповідної ділянки. Не допускається повільне протягування працюючого вібратора по поверхні бетону, оскільки це ускладнює контроль якості ущільнення та може призвести до нерівномірної структури бетону. Поверхнєве вібрування виконується віброрейками, вібробрусами або майданчиковими вібраторами; швидкість переміщення майданчикового вібратора по поверхні ущільнюваної суміші становить приблизно 0,5–1,0 м/хв [18].

Влаштування робочих швів

Плита перекриття розбивається на окремі блоки бетонування. Розміри та форма блоків повинні забезпечувати зручність виконання робіт і зменшувати негативний вплив температурних деформацій та усадкових напружень, які виникають у процесі твердіння бетону.

Розміри блоків бетонування визначаються з урахуванням інтенсивності подачі бетонної суміші, товщини шару бетонування, тривалості транспортування та часу, необхідного для перекриття раніше укладеного шару новою порцією бетонної суміші.

Робочий шов є потенційно послабленою ділянкою конструкції, оскільки зчеплення нового бетону зі старим нижче, ніж у монолітній частині конструкції. Тому робочі шви потрібно розміщувати в місцях, найменш небезпечних для міцності та жорсткості плити. Улаштування робочих швів допускається лише за умови їх конструктивного оформлення та належної підготовки поверхні перед подальшим бетонуванням [16-17].

Перед укладанням свіжої бетонної суміші з поверхні робочого шва видаляють слабкі шари бетону, цементну плівку, бруд, пил і сторонні включення. Поверхню шва очищають металевими щітками, промивають водою і продувають стисненим повітрям. Безпосередньо перед відновленням бетонування поверхню шва зволожують і наносять шар цементного розчину на тому самому або вищому за маркою цементі. Це сприяє підвищенню міцності зчеплення між старим і новим бетоном.

Після тривалої перерви бетонування дозволяється продовжувати лише після досягнення раніше укладеним бетоном міцності не менше 1,5 МПа та після відповідної обробки поверхні робочого шва [16-17].

Догляд за бетоном

У початковий період твердіння бетон необхідно захищати від атмосферних опадів, надмірного випаровування вологи, різких температурних коливань, ударів, вібрацій та передчасного навантаження. У нормальних температурно-вологісних умовах бетонні роботи виконують за звичайною технологією за середньодобової температури приблизно від +5 °С до +25 °С і відносної вологості понад 50 %; за підвищеної температури потрібні додаткові заходи для захисту бетону від пересихання .

Поливання бетону виконують за допомогою брандспойтів із розпилювачами, підключених до тимчасового водопроводу. Щоб не допустити

вимивання цементного тіста струменем води, поливання починають орієнтовно через 5–10 годин після укладання бетонної суміші. У разі накривання поверхні вологоутримувальними матеріалами — матами, рогами, тирсою або іншими покриттями — інтервали між поливаннями можна збільшити.

Великі горизонтальні поверхні замість регулярного поливання можуть покриватися захисними плівками, полімерними матеріалами, водно-бітумними емульсіями або іншими матеріалами, які зменшують випаровування вологи. У суху та жарку погоду бетон і опалубку необхідно зволожувати протягом перших днів твердіння [16, 20].

Свіжоукладений бетон не повинен зазнавати дії ударів, струсів і технологічних навантажень. Рух людей по забетонованих конструкціях, а також установлення на них риштувань, інвентарю або опалубки допускається лише після досягнення бетоном необхідної міцності, встановленої проєктом або технологічною картою.

Допустимі відхилення

Відхилення розмірів і положення виконаних монолітних залізобетонних перекриттів, якщо вони окремо не зазначені в робочому проєкті, не повинні перевищувати: довжина або проліт елемента — ± 20 мм; відхилення за висотою — ± 5 мм.

Під час укладання бетонної суміші в опалубку перекриття необхідно періодично перевіряти товщину плити щупом. Контроль товщини виконується в точках сітки з кроком не більше 1 м. Для забезпечення проєктної товщини плити бетон укладають за заздалегідь установленими тимчасовими напрямними з труб діаметром 25 мм, розміщеними з кроком приблизно 1 м. Після набору бетоном необхідної початкової міцності напрямні витягають, очищають від бетону, а залишені борозни заповнюють цементним розчином складу 1:2 [20].

Організація робіт під час бетонування перекриття

Приймання та вивантаження бетонної суміші триває орієнтовно 5 хв. Бетонник БЗ приймає бетонну суміш з автобетонозмішувача в бункери,

послідовно їх заповнюючи. Бетон, що випадково просипався, збирається совковою лопатою та повертається в бункер.

Стропування бункера і подача його до місця укладання виконуються протягом орієнтовно 5 хв. Бетонник Б3 зачіплює бункер за всі гаки чотиригілкового стропа та перевіряє справність петель. Після цього подає сигнал машиністу крана підняти бункер на 0,2–0,3 м для перевірки надійності стропування. Переконавшись у безпечності підйому, бетонник відходить на безпечну відстань і подає сигнал на переміщення бункера до місця бетонування.

Приймання бункера, розвантаження та укладання бетонної суміші тривають приблизно 10 хв. Машиніст крана зупиняє бункер на висоті близько 1 м над місцем укладання. Бетонники Б1 і Б2 після виходу в безпечну зону закріплюють запобіжні пояси, спрямовують бункер над зоною бетонування і порціями випускають бетонну суміш у межах захватки. Переміщення бункера виконується за сигналами ланкового Б1. Порожній бункер повертається краном до місця приймання бетонної суміші.

Ущільнення бетонної суміші виконується протягом приблизно 10 хв. Бетонник Б2 вмикає вібратор, а Б1 занурює наконечник у бетонну суміш і переставляє його з урахуванням радіуса дії. Після завершення ущільнення бетонник Б3 розподіляє надлишки бетону по місцях, зазначених ланковим, зрізає напливи та загладжує поверхню ручними гладилками. Після завершення бетонування необхідно очистити нижчерозміщений поверх, елементи опалубки, стіни та колони від цементного молока, патьоків і залишків бетонної суміші [16, 17, 20].

Бетонування діафрагм і колон

Діафрагми жорсткості та стіни бетонують окремими ділянками, обмеженими дверними або технологічними прорізами. Бетонну суміш укладають шарами товщиною 30–40 см. Кожний шар ретельно ущільнюють глибинними вібраторами. При ущільненні свіжоукладеного шару наконечник вібратора занурюють у попередній шар на 5–10 см, щоб забезпечити надійне зчеплення шарів.

Крок перестановки вібратора не повинен перевищувати 1,5 радіуса його дії. У кутах, біля стінок опалубки та в густоармованих зонах бетонну суміш додатково ущільнюють ручним штикуванням. Торкання вібратором арматури та опалубки не допускається. Вібрування на одній позиції завершують після припинення осідання суміші та появи цементного молока на поверхні. Вібратор слід витягувати повільно, не вимикаючи його, щоб порожнина під наконечником рівномірно заповнювалася бетонною сумішшю.

Перерва між укладанням окремих шарів бетонної суміші повинна становити не менше 40 хв, але не більше 2 год, щоб не допустити порушення монолітності конструкції.

Колони висотою до 6 м допускається бетонувати на всю висоту із завантаженням бетонної суміші зверху. Перед укладанням основної бетонної суміші на дно опалубки укладають шар цементного розчину складу 1:2–1:3 або дрібнозернистої бетонної суміші товщиною 10–20 см. Це забезпечує краще заповнення нижньої частини колони та підвищує якість контакту бетону з основою.

Вищі колони бетонують ярусами. Бетонну суміш подають зверху або через спеціальні отвори в бокових щитах опалубки, розміщені по висоті колони орієнтовно через 2 м. Для подачі суміші використовують лотки, труби або хоботи. Бетонну суміш подають краном у бункерах і укладають шарами товщиною 30–50 см. Після укладання кожного шару суміш ущільнюють внутрішніми вібраторами типу И-21 або И-116 протягом 20–40 с на одній позиції.

Якість укладеного бетону контролюють за зовнішніми ознаками, появою цементного молока, відсутністю повітряних бульбашок, а також простукуванням опалубки після ущільнення. Нещільний бетон із раковинами має характерний глухий або деренчливий звук, що свідчить про необхідність додаткового ущільнення [16, 17, 20].

3.3 Вибір основних механізмів та пристосувань

Згідно з положеннями технології будівельного виробництва вибір механізмів здійснюється за такими основними критеріями [16, 17]:

- відповідність вантажопідйомності механізму масі елементів, що подаються;
- забезпечення необхідної висоти підйому вантажу;
- достатній виліт стріли для обслуговування всієї робочої зони;
- можливість безперервної подачі бетонної суміші, арматури та елементів опалубки;
- відповідність продуктивності механізмів прийнятому темпу виконання робіт;
- безпечність виконання вантажопідіймальних і монтажних операцій;
- можливість роботи в умовах обмеженого будівельного майданчика.

Монтажний комплект включає ведучу машину, допоміжні машини, вантажозахоплювальні пристрої, засоби тимчасового закріплення та інше технологічне оснащення.

Для виконання основних вантажопідіймальних операцій прийнято баштовий кран КБП-160. Він використовується для подачі елементів опалубки, арматурних стрижнів і каркасів, бункерів з бетонною сумішшю, інвентарю, дрібного обладнання та допоміжних матеріалів на робочі горизонти будівлі.

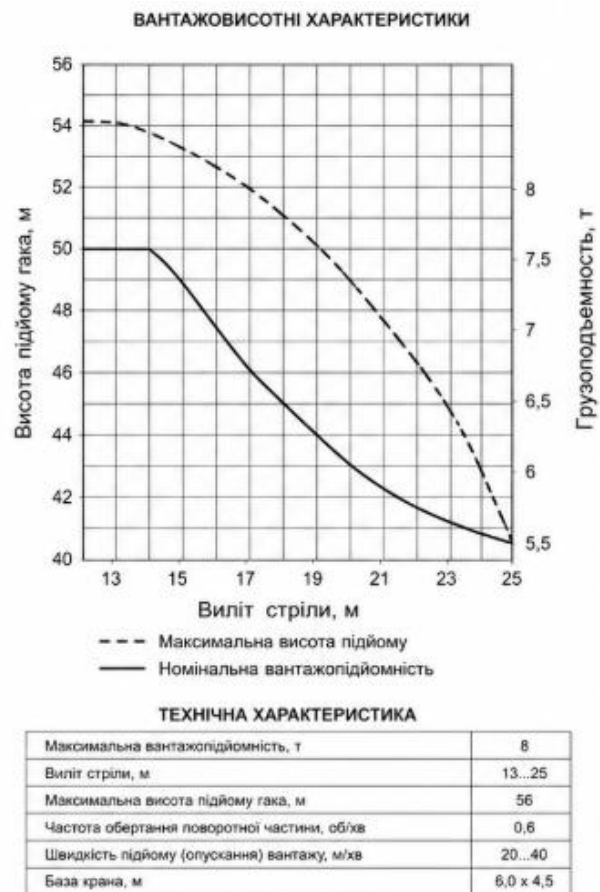


Рисунок 3.2- Вантажновисотні та технічні характеристики
баштовий кран КБП-160

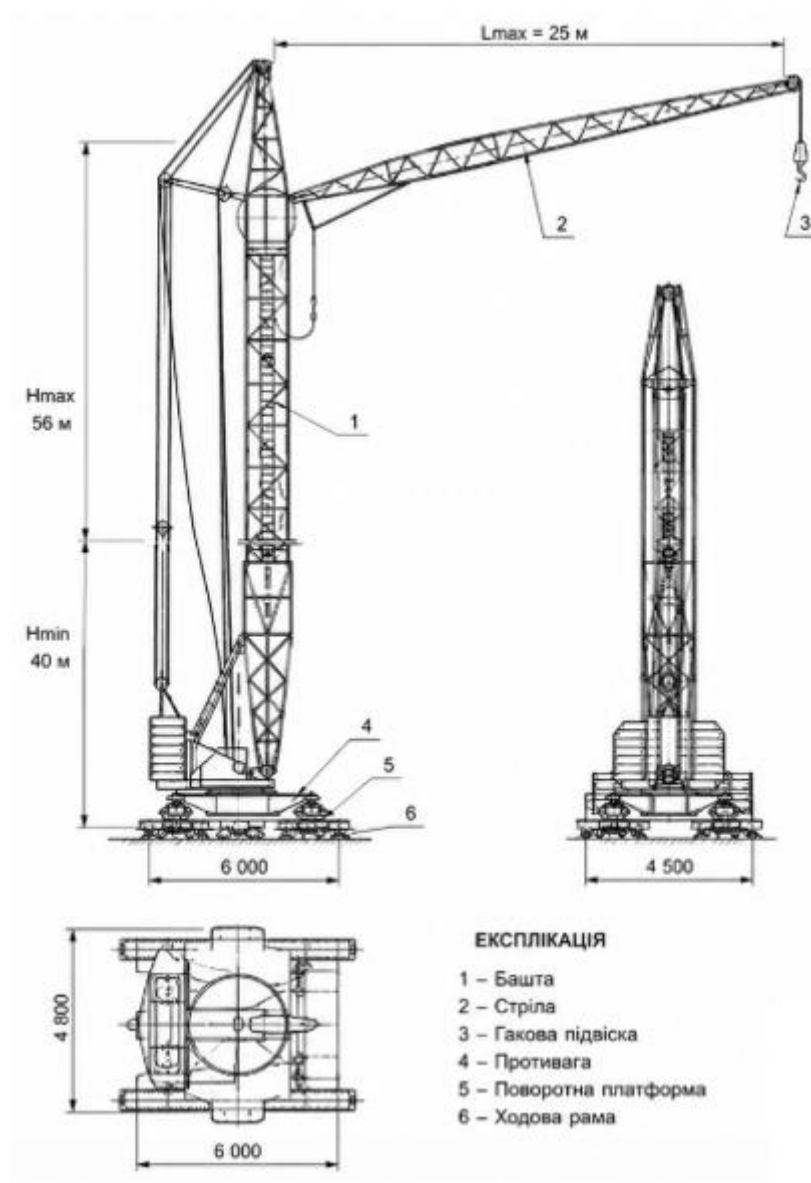


Рисунок 3.3 – Схема баштовий кран КБП-160

Для доставки бетонної суміші на будівельний майданчик приймаються автобетонозмішувачі СБ-92В-2. Вони забезпечують транспортування бетонної суміші від бетонозмішувального вузла до об'єкта з дотриманням необхідної рухливості та однорідності суміші. На майданчику бетонна суміш розвантажується в інвентарні бункери, після чого подається баштовим краном до місця укладання.

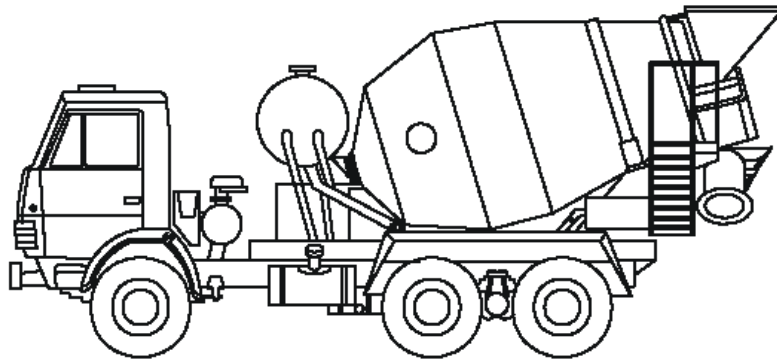


Рисунок 3.4 - Автобетонозмішувач СБ-92В-2

Для укладання бетонної суміші у плити перекриття, колони та діафрагми застосовуються інвентарні бункери БПВ-1,0. Вони повинні мати справні вантажні петлі, затворний механізм і забезпечувати дозоване вивантаження бетонної суміші в опалубку. Бункери стропуються чотиригілковими стропами та переміщуються баштовим краном.

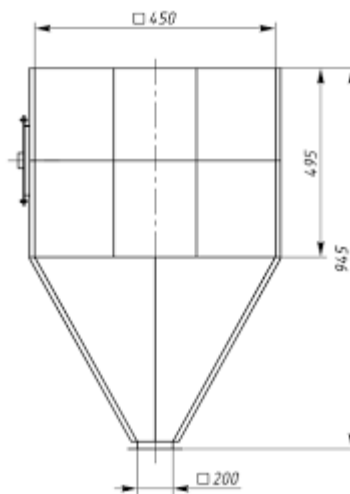


Рисунок 3.5 - Бункер БПВ-1,0

Для ущільнення бетонної суміші приймаються глибинні вібратори. Вони застосовуються під час бетонування плит перекриття, колон і діафрагм жорсткості. Кількість вібраторів приймається за результатами розрахунку продуктивності. У попередньому підрозділі було визначено, що для заданої інтенсивності укладання бетонної суміші необхідно прийняти 2 глибинні вібратори.

Для формування монолітних перекриттів використовується інвентарна опалубна система типу Дока, до складу якої входять телескопічні стійки, головні та другорядні балки, ламінована фанера, бортові елементи, підкоси, кріплення та інші комплектуючі.

Для опалубки колон використовуються щитові опалубні елементи, шворні, підкоси, кронштейни та навісні робочі площадки. Щити дозволяють формувати колони заданого перерізу, а підкоси забезпечують вивірення опалубки у вертикальне положення та її стійкість під час бетонування.

Для виконання арматурних робіт застосовуються арматурні стрижні, готові каркаси, сітки, фіксатори захисного шару, підставки під верхню арматуру, в'язальний дріт, ручні гачки або механізовані пристрої для в'язання. Подача арматурних пучків і каркасів виконується баштовим краном із застосуванням стропів або траверс.

Вантажозахоплювальні пристрої підбираються залежно від виду вантажу, його маси, габаритів і способу подачі. Для переміщення бункерів з бетонною сумішшю, контейнерів, арматурних пучків та елементів опалубки застосовуються чотиригілкові стропа. Для довгомірних елементів арматури доцільно використовувати траверси, які зменшують прогин вантажу та забезпечують безпечне переміщення.

Для геодезичного та операційного контролю застосовуються нівелір, лазерний рівень, рулетки, шаблони, щупи для перевірки товщини плити, виски та контрольні рейки.

Вибір допоміжних пристосувань також пов'язаний із забезпеченням безпеки виконання робіт. По периметру плит перекриття, біля сходових кліток, ліфтових шахт і технологічних прорізів встановлюються інвентарні огороження. Робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту, а вантажопідіймальні операції виконуються тільки із застосуванням справних і випробуваних стропів, траверс та інших вантажозахоплювальних пристроїв [21].

Таблиця 3.1 – Основне устаткування

Найменування оснащення, інструмента, реманенту й пристосувань	Марка, ДСТУ, ТУ або організація- розроблювач, № робочого креслення	Кількість на ланку (бригаду), шт.	Технічна характеристика	Призначення
Бункер поворотний	БПВ-1,0	4	Місткість 1,0м ³	Подача бетонної суміші
Бак красконагнетательний	З-12А	1	Ємність - 20л. Маса - 20кг	Змащення щитів опалубки
Фарборозпилювач ручний пневматичний	З-71	1	Маса 0,66кг	Змащення щитів опалубки
Влаштування для в'язання арматурних стрижнів	-	1		Складання укрупнительних каркасів
Фіксатор для тимчасового кріплення арматурних сіток	-	1		Арматурні роботи
Фіксатор для тимчасового кріплення арматурних каркасів	-	1		Арматурні роботи
Кондуктор для складання арматурних каркасів	-	1		Арматурні роботи
Закрутчик	ТУ 67-399-82	1		Арматурні роботи
Дриль універсальний	-	1	Діаметр свердла до 13мм. Маса 2кг	Свердлення отворів
Електродотримач	-	1		Зварювальні роботи
Вібратор глибинний	ВЕРБ-102А	2	Довжина вибронаконечника 440мм, маса 15кг	Ущільнення бетонної суміші
Строп шестиветвевой універсальний	-	1		Стропування конструкцій
Лом монтажний	ЛМ-24	1	Маса 4,4кг	Рихтування елементів
Зубило слюсарне	-	1	Маса 0,2кг	Очищення місць зварювання
Молоток слюсарний	-	1	Маса 0,8кг	Очищення місць зварювання
Молоток сталевий будівельний	МКУ-2	1	Маса 2,2кг	Простукування бетону
Кельма	КБ	1	Маса 0,34кг	Розрівнювання розчину

Кувалда ковальська тупоноса	-	1	Маса 4,5кг	Підгинання арматурних стрижнів
Лопатка розчинна	-	2	Маса 2,04кг	Подача розчину
Щітка металева	ТУ 494-01-04-76	2	Маса 0,26кг	Очищення арматур від іржі
Шкребок металевий	-	2	Маса 21кг	Очищення опалубки від бетону
Ключі гайкові	-	1 комплект		Опалубні роботи
Ножиці для різання арматур	-	1	Маса 2,9кг	Арматурні роботи
Плоскогубці комбіновані	P-200	1	Маса 0,2кг	Арматурні роботи
Гострозубці торцеві	-	1	Маса 0,22кг	Арматурні роботи
Напилон	A-400	1	Маса 1,33кг	Арматурні роботи
Рулетка вимірювальна	-	1		Контрольно-вимірювальні роботи
Висок сталевий будівельний	ПРО-400	1	Маса 0,425кг	Контрольно-вимірювальні роботи
Рівень будівельний	ВУС1-300	1	Маса 0,4кг	Контрольно-вимірювальні роботи
Окуляри захисні	ЗП2-84	2	Маса 0,07кг	Техніка безпеки
Щиток захисний для електрозварювача	-	1	Маса 0,48кг	Техніка безпеки
Каска будівельна	-	на всю ланку		Техніка безпеки
Пояс запобіжний	-	на всю ланку		Техніка безпеки
Рукавички гумові	-	2		Бетонні роботи
Чоботи гумові	-	2		Бетонні роботи

3.4 Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники технологічної карти характеризують ефективність прийнятих організаційно-технологічних рішень під час виконання бетонних робіт при зведенні монолітних залізобетонних конструкцій типового поверху житлового будинку [17].

До основних показників належать трудомісткість виконання робіт на одиницю продукції, виробіток одного робітника та тривалість виконання

будівельного процесу. Наведені показники дозволяють оцінити раціональність прийнятого складу ланки, продуктивність праці та загальну тривалість виконання робіт [16, 17].

Таблиця 3.2 – Техніко-економічні показники виконання бетонних робіт

Показник	Одиниця виміру	Значення
Трудомісткість на одиницю продукції	люд.-дні/м ³	0,093
Виробіток одного робітника	м ³ /люд.-дні	10,72
Тривалість виконання робіт	дні	38

Трудомісткість на одиницю продукції становить 0,093 люд.-дні/м³, що характеризує витрати праці робітників на виконання одного кубічного метра монолітного залізобетону. Виробіток одного робітника складає 10,72 м³/люд.-дні, що свідчить про достатню продуктивність праці за умови застосування баштового крана, інвентарної опалубки, бункерної подачі бетонної суміші та механізованого ущільнення бетону.

Тривалість виконання робіт за технологічною картою прийнята 38 днів. Прийняті техніко-економічні показники підтверджують доцільність використання обраної технології виконання бетонних робіт для зведення монолітних конструкцій багатоповерхового житлового будинку.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Завдання з охорони праці в будівництві

На будівельному майданчику одночасно виконуються різні технологічні процеси, працюють будівельні машини, механізми, вантажопідіймальне обладнання, електрифікований інструмент, а також перебуває значна кількість робітників різних спеціальностей. У зв'язку з цим створення безпечних і нешкідливих умов праці є одним із головних завдань під час зведення багатоповерхового монолітного житлового будинку.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» державна політика у сфері охорони праці базується на принципі пріоритету життя і здоров'я працівників порівняно з результатами виробничої діяльності підприємства. Власник або роботодавець несе повну відповідальність за створення безпечних і нешкідливих умов праці на робочих місцях [23]. У навчальних матеріалах з охорони праці також зазначено, що цей закон визначає основні положення щодо реалізації права працівників на безпечні та здорові умови праці, а також регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

У будівельному виробництві завдання охорони праці мають комплексний характер. Вони охоплюють організацію безпечного виконання будівельно-монтажних робіт, виробничу санітарію, пожежну безпеку, електробезпеку, безпечну експлуатацію машин і механізмів, використання засобів індивідуального та колективного захисту, а також контроль за дотриманням працівниками встановлених норм і правил.

Основними завданнями охорони праці під час будівництва є:

- запобігання нещасним випадкам і виробничому травматизму;
- попередження професійних захворювань;
- створення безпечних умов праці на робочих місцях;
- організація безпечного руху транспорту і працівників на будівельному майданчику;
- забезпечення справного стану будівельних машин, механізмів, пристроїв та інструменту;
- обмеження доступу сторонніх осіб до небезпечних зон;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- організація навчання, інструктажів і перевірки знань з питань охорони праці;
- контроль за дотриманням вимог пожежної, електричної та виробничої безпеки.

Особливу увагу в будівництві необхідно приділяти правильній організації будівельного майданчика. Важливим фактором зниження виробничого

травматизму є раціональне розміщення тимчасових доріг, проходів, складів матеріалів, зон роботи кранів, місць розвантаження конструкцій, побутових приміщень і небезпечних зон. У джерелах з технології будівельного виробництва зазначено, що відповідальність за стан охорони праці покладається на майстрів, виконробів, начальників діляниць і головних інженерів будов, а правильна організація будівельного майданчика є одним з основних засобів зниження травматизму.

Під час організації будівельного майданчика мають бути передбачені такі заходи безпеки:

- огороження території будівництва;
- позначення небезпечних зон дії вантажопідіймальних механізмів;
- улаштування безпечних проходів і проїздів;
- освітлення робочих місць, складів, проїздів, проходів і зон виконання робіт;
- установлення попереджувальних, заборонних і вказівних знаків безпеки;
- облаштування місць складування матеріалів і конструкцій;
- улаштування тимчасових огорожень відкритих прорізів, країв перекриттів, сходових кліток і шахт;
- забезпечення будівельного майданчика засобами пожежогасіння;
- організація безпечної експлуатації електромереж, електрообладнання та механізованого інструменту.

Небезпечні зони, що виникають під час роботи баштового крана, подачі бетонної суміші, переміщення арматурних каркасів, монтажу опалубки та виконання робіт на висоті, повинні бути позначені на будівельному генеральному плані. У цих зонах необхідно встановлювати сигнальні огороження, попереджувальні знаки, а також обмежувати перебування працівників, які не беруть участі у виконанні відповідних робіт.

Важливе значення має навчання працівників з питань охорони праці. До виконання будівельно-монтажних робіт допускаються лише працівники, які пройшли вступний і первинний інструктажі, навчання безпечним методам виконання робіт, перевірку знань і, за потреби, спеціальне навчання для робіт

підвищеної небезпеки. Відповідальність за організацію інструктажів, навчання і перевірки знань працівників покладається на роботодавця .

Під час зведення монолітного житлового будинку особливу увагу необхідно приділяти безпечному виконанню опалубних, арматурних і бетонних робіт. При монтажі опалубки слід перевіряти надійність стійок, балок, щитів, підкосів і кріплень. Під час армування необхідно забезпечити безпечну подачу арматури краном, правильне стропування пучків і каркасів, а також стійке складування арматурних виробів. Під час бетонування слід дотримуватися правил безпечної роботи з бункерами, глибинними вібраторами, електроінструментом і тимчасовими робочими площадками.

Окремим завданням охорони праці є забезпечення пожежної безпеки. На будівельному майданчику необхідно передбачити пожежні проїзди, місця розташування первинних засобів пожежогасіння, пожежні щити, вогнегасники, ящики з піском, а також порядок евакуації працівників у разі виникнення пожежі. Складування горючих матеріалів, паливно-мастильних речовин і відходів повинно здійснюватися у спеціально відведених місцях з дотриманням протипожежних розривів.

Усі рішення щодо охорони праці мають бути відображені в проєкті організації будівництва, проєкті виконання робіт, технологічних картах і будівельному генеральному плані. У цих документах визначаються небезпечні зони, схеми руху транспорту і працівників, місця розташування кранів, складів, тимчасових будівель, мереж електро- і водопостачання, а також заходи щодо безпечного виконання окремих видів будівельних робіт.

4.2 Аналіз умов праці на будівельному майданчику

Аналіз умов праці на будівельному майданчику виконується з метою виявлення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть виникати під час зведення багатоповерхового монолітного житлового будинку, а також для розроблення заходів щодо запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням, аварійним ситуаціям і пожежам.

Проектом передбачено будівництво монолітного житлового будинку. Загальна тривалість будівництва, визначена за календарним графіком, становить 589 днів. Змінність виконання робіт прийнята з урахуванням характеру будівельних процесів, технологічної послідовності їх виконання та необхідності забезпечення заданого темпу зведення будівлі. Для земляних робіт, бетонування, монтажу конструкцій та опоряджувальних робіт прийнято роботу у дві зміни.

Під час виконання бетонних робіт висота робочої зони становить до 2,0 м, а під час виконання кам'яної кладки — до 1,2 м. Роботи виконуються в умовах відкритого будівельного майданчика, тому на працівників можуть впливати атмосферні фактори: температура зовнішнього повітря, вітер, опади, зміна освітленості протягом доби, а також сезонні умови будівництва.

До основних машин, механізмів і обладнання, що застосовуються на будівельному майданчику, належать:

- бульдозер ДЗ-8;
- екскаватор ЕО-652Б;
- бурова машина БС-1М;
- бетононасос БН-80-20;
- баштовий кран КБП-160/В;
- зварювальний апарат ТД-300;
- поверхневий вібратор ВЕРБ-66;
- трамбувальне обладнання;
- автобетоновоз та автобетонозмішувачі.

Застосування зазначених машин і механізмів забезпечує комплексну механізацію основних будівельних процесів, однак одночасно з цим створює додаткові небезпечні зони, пов'язані з переміщенням машин, роботою вантажопідіймального обладнання, подачею бетонної суміші, бурінням свердловин, зварюванням, ущільненням бетону та транспортуванням матеріалів.

Відповідно до вимог охорони праці під час організації будівельного майданчика необхідно визначити та позначити зони, у межах яких постійно діють або потенційно можуть діяти небезпечні виробничі фактори. Закон

України «Про охорону праці» визначає право працівників на безпечні та здорові умови праці й встановлює обов'язки роботодавця щодо їх забезпечення. ДБН А.3.2-2-2009 регламентує основні положення з охорони праці та промислової безпеки у будівництві [22].

Небезпечні зони на будівельному майданчику повинні бути огорожені або позначені попереджувальними знаками безпеки, сигнальними стрічками, написами та іншими засобами візуального інформування. До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів належать:

- зони поблизу неізольованих струмоведучих частин електроустановок;
- ділянки біля неогорожених перепадів по висоті 1,3 м і більше;
- місця переміщення будівельних машин, механізмів, їхніх робочих органів і транспортних засобів;
- зони, над якими здійснюється переміщення вантажів баштовим краном;
- місця можливого впливу шуму, вібрації, пилу або шкідливих речовин у концентраціях, що перевищують допустимі значення.

До зон потенційно діючих небезпечних виробничих факторів належать ділянки території поблизу споруджуваного будинку, поверхи будівлі в межах захваток, над якими виконуються монтажні, арматурні, опалубні або бетонні роботи, а також місця складування матеріалів, подачі вантажів і тимчасового розміщення конструкцій.

Під час розміщення тимчасових будівель, огорожень, складів матеріалів, риштувань, проїздів і проходів необхідно враховувати габарити наближення до транспортних засобів, зон роботи кранів і будівельних машин. Проїзди мають забезпечувати безпечний рух будівельного транспорту, а пішохідні проходи — безпечне пересування працівників між побутовими приміщеннями, складами, робочими зонами та місцями виконання робіт.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт на майданчику можуть діяти фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні виробничі фактори. У навчальному конспекті з охорони праці та безпеки життєдіяльності зазначено, що небезпечні та шкідливі фактори можуть мати фізичне, хімічне, біологічне,

соціальне та психофізіологічне походження, а їхній вплив залежить від характеру джерела небезпеки та умов виконання робіт.

Фізичні фактори є найбільш характерними для будівельного майданчика. До них належать рухомі машини і механізми, робочі органи бурових установок, екскаваторів і бульдозерів, вантажі, що переміщуються краном, підвищений рівень шуму, вібрація, запиленість повітря, перепади температури, недостатнє або надмірне освітлення, робота на висоті, а також небезпека ураження електричним струмом.

Під час земляних робіт небезпеку становлять робочі органи екскаватора, рух транспортних засобів, можливе обвалення укосів котловану або траншей, а також підвищена запиленість повітря. Під час улаштування буронабивних паль додатковими небезпечними факторами є робота бурової установки, обертання бурового інструменту, переміщення арматурних каркасів і подача бетонної суміші.

Під час бетонних робіт на працівників впливають вібрація від глибинних і поверхневих вібраторів, шум від механізмів, небезпека травмування під час подачі бункерів з бетонною сумішшю, а також ризик падіння з висоти під час роботи на перекриттях. Особливу увагу необхідно приділяти огороженню країв плит перекриття, отворів, шахт ліфтів, сходових кліток і технологічних прорізів.

Під час зварювальних робіт небезпечними факторами є підвищена яскравість світла, ультрафіолетове випромінювання, іскри, бризки розплавленого металу, підвищена температура окремих елементів, а також можливість ураження електричним струмом. Зварювальники повинні використовувати захисні щитки, рукавиці, спецодяг і взуття, а місця виконання зварювальних робіт мають бути очищені від горючих матеріалів.

Хімічні фактори можуть виникати під час роботи з бетонною сумішшю, цементом, паливно-мастильними матеріалами, бензином, мастилами, фарбами, розчинниками та іншими речовинами. За характером впливу на організм людини такі речовини можуть бути подразнювальними або токсичними. Вони можуть

потрапляти в організм через органи дихання у вигляді пилу чи парів, а також через шкіру під час безпосереднього контакту.

Під час бетонних робіт цементне тісто та бетонна суміш можуть подразнювати шкіру працівників, тому необхідно використовувати рукавиці, спецодяг і захисне взуття. Під час роботи з паливом і мастилами необхідно уникати відкритого вогню, забезпечувати провітрювання місць зберігання та дотримуватися правил пожежної безпеки.

Біологічні фактори на будівельному майданчику можуть бути пов'язані з наявністю мікроорганізмів у ґрунті, воді, забруднених матеріалах або побутових відходах. Для зменшення їх впливу необхідно забезпечувати належний санітарний стан будівельного майданчика, своєчасне прибирання території, організоване збирання відходів, наявність побутових приміщень, місць для миття рук і питної води.

Психофізіологічні фактори виникають унаслідок значних фізичних навантажень, вимушених робочих поз, напруженості праці, монотонності окремих операцій, роботи в умовах підвищеної відповідальності та необхідності постійної уваги. До таких факторів належать статичні й динамічні перевантаження, втома, нервово-емоційне напруження, робота на висоті та виконання операцій у зоні дії машин і механізмів.

Для зменшення негативного впливу психофізіологічних факторів необхідно раціонально організовувати робочі місця, застосовувати засоби малої механізації, дотримуватися режиму праці та відпочинку, забезпечувати працівників справним інструментом і не допускати виконання робіт працівниками без відповідної підготовки.

4.3 Організація безпечного виконання робіт на будівельному майданчику

Для запобігання впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, виявлених під час аналізу умов праці, у проєкті передбачено комплекс організаційних та інженерно-технічних заходів щодо безпечного виконання будівельно-монтажних робіт. Рішення з охорони праці прийняті відповідно до

вимог ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», Закону України «Про охорону праці» та положень навчальної літератури з охорони праці в будівельній галузі [21–23].

Безпечна організація робіт на будівельному майданчику передбачає правильне розміщення тимчасових будівель, складів, проїздів, проходів, зон роботи будівельних машин і механізмів, а також визначення та позначення небезпечних зон. Усі небезпечні ділянки повинні бути огорожені або позначені попереджувальними знаками, сигнальними стрічками та написами встановленої форми.

У зоні дії баштового крана, де розміщуються приоб'єктні склади та здійснюється переміщення вантажів, перебування сторонніх осіб забороняється. Небезпечна зона при роботі крана прийнята радіусом 37 м. У межах цієї зони допускається перебування тільки працівників, безпосередньо зайнятих виконанням робіт, за умови дотримання вимог безпеки.

Під'їзні шляхи до будівельного майданчика передбачені у вигляді тимчасових автомобільних доріг. Ширина проїзної частини прийнята 3,6 м, що забезпечує можливість руху будівельного транспорту, автобетонозмішувачів, автокранів та інших машин. Проїзди повинні утримуватися у справному стані, очищатися від будівельного сміття, снігу та льоду, а в темний час доби — освітлюватися.

Закриті склади, а також склад легкозаймистих матеріалів розміщуються на безпечній відстані від споруджуваної будівлі та поза межами основних небезпечних зон. Їх розташування передбачено на будівельному генеральному плані. Складування матеріалів повинно виконуватися з урахуванням протипожежних розривів, зручності під'їзду транспорту та можливості безпечного виконання вантажно-розвантажувальних робіт.

Будівельний майданчик забезпечується тимчасовим водопроводом за кільцевою схемою.

Для забезпечення безпечного виконання робіт у темний час доби передбачається зовнішнє освітлення будівельного майданчика. Світильники

встановлюються на дерев'яних або інвентарних опорах по периметру майданчика поза зоною дії крана. У кутах будівельного майданчика встановлюються прожектори, які забезпечують освітлення складів, робочих місць, проходів, проїздів і виробничих ділянок.

Територія будівництва огорожується тимчасовою огорожею. У проєкті прийнято бетонну огорожу висотою 3 м, що обмежує доступ сторонніх осіб на будівельний майданчик і підвищує безпеку виконання робіт. На в'їзді встановлюються інформаційні щити, схема руху транспорту, знаки безпеки та попереджувальні написи.

Санітарно-побутові приміщення розміщуються біля в'їзду на будівельний майданчик і виносяться за межі небезпечних зон роботи крана та інших механізмів. До складу таких приміщень входять гардеробні, приміщення для відпочинку та обігріву працівників, санітарні вузли, умивальні та місця для приймання їжі.

Робітники допускаються до виконання робіт лише за наявності необхідних засобів індивідуального захисту: касок, спецодягу, захисного взуття, рукавиць, запобіжних поясів, захисних окулярів, респіраторів та інших засобів залежно від характеру виконуваних робіт. Працівники, які виконують роботи на висоті, повинні користуватися запобіжними поясами або страхувальними системами. Місця кріплення карабінів визначаються виконавцем робіт заздалегідь.

Під час роботи баштового крана забороняється перевищувати допустиму вантажопідйомність. Підйом вантажів масою понад 4 т на максимальному вильоті стріли та понад 12,5 т на мінімальному вильоті стріли не допускається. Стропування виробів, арматурних каркасів, бункерів з бетонною сумішшю та елементів опалубки необхідно виконувати тільки інвентарними стропами або спеціальними вантажозахоплювальними пристроями.

Зона, небезпечна для перебування людей під час переміщення, встановлення та закріплення вантажів, повинна бути позначена добре видимими попереджувальними знаками. Розстропування встановлених конструкцій допускається тільки після їх надійного та стійкого закріплення. На порталі

баштового крана повинні бути вивішені схеми стропування, а також дані про масу й марки елементів, що підіймаються.

На знімних вантажозахоплювальних пристроях і тарі повинні бути бирки або написи із зазначенням інвентарного номера, вантажопідйомності, власної маси та дати останнього випробування. Виконавець робіт повинен щоденно перевіряти справність затворів бадей, підйомних петель, зварних швів та інших елементів, що впливають на безпеку вантажопідймальних операцій.

Монтажні роботи забороняється виконувати при силі вітру понад 5 балів, а також під час грози, сильного снігопаду, ожеледиці, туману або інших умов, які погіршують видимість і створюють загрозу безпеці працівників.

Працівники, які працюють із вібраційним інструментом, повинні забезпечуватися спеціальними рукавицями з м'якою прокладкою на долонній частині. Під час експлуатації вібраторів не допускається обмивати їх водою під час роботи, переміщувати «волоком» за електрокабель, а також використовувати обладнання з пошкодженою ізоляцією або несправними з'єднаннями.

Електрообладнання, машини, механізми, металеві щити, побутові приміщення та інші елементи, що потребують захисного заземлення, повинні бути заземлені. Опір заземлювальних пристроїв не повинен перевищувати 4 Ом. Тимчасові електромережі повинні прокладатися з дотриманням вимог електробезпеки, а місця підключення електроінструменту — захищатися від механічних пошкоджень і зволоження.

Будівельно-монтажні роботи виконуються відповідно до розроблених технологічних карт. У технологічних картах повинні бути передбачені безпечні способи виконання робіт, склад ланок, послідовність операцій, схеми стропування, вимоги до механізмів, пристосувань, засобів індивідуального захисту та порядок контролю якості й безпеки робіт.

Таблиця 4.1 – Основні заходи безпеки на будівельному майданчику

Небезпечний фактор	Заходи безпеки
Робота баштового крана	Позначення небезпечної зони радіусом 37 м, застосування справних стропів, заборона перебування людей під вантажем
Переміщення будівельного транспорту	Улаштування тимчасових доріг шириною 3,6 м, знаки руху, освітлення проїздів
Робота на висоті	Огородження країв перекриттів, використання запобіжних поясів, позначення небезпечних зон
Електрообладнання та інструмент	Захисне заземлення, перевірка ізоляції кабелів, опір заземлення не більше 4 Ом
Вібраційний інструмент	Використання спеціальних рукавиць, заборона переміщення вібратора за кабель
Легкозаймисті матеріали	Розміщення складів поза небезпечними зонами, дотримання протипожежних розривів
Роботи у темний час доби	Улаштування зовнішнього освітлення, прожектори по кутах майданчика
Перебування сторонніх осіб	Тимчасова огорожа будівельного майданчика висотою 3 м

4.4 Захист будівлі від блискавки

Окремим елементом забезпечення безпечної експлуатації будинку є влаштування системи блискавкозахисту. Проектований житловий будинок попередньо віднесено до III рівня блискавкозахисту.

До III рівня блискавкозахисту можуть бути віднесені житлові та громадські будівлі, які значно перевищують середню висоту навколишньої забудови, а також окремо розташовані будівлі значної висоти. Для таких споруд передбачається влаштування блискавкоприймальної сітки, струмовідводів і заземлювального пристрою.

Для забезпечення захисту будівлі від прямих ударів блискавки приймається захисна сітка з кроком комірки 10 м. У розрахунку прийнята висота будівлі 85 м. За даними таблиці для III рівня захисту радіус фіктивної сфери становить 45 м, а крок комірки блискавкоприймальної сітки — 10 м.

Таблиця 4.2 – Параметри для розрахунку зон блискавкозахисту

Рівень захисту	Радіус фіктивної сфери R, м	Кут α при висоті будівлі 20 м	Кут α при висоті будівлі 30 м	Кут α при висоті будівлі 45 м	Кут α при висоті будівлі 60 м	Крок комірки сітки, м
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	10
IV	60	55	45	35	25	20

Примітка: знак «*» означає, що для відповідної висоти будівлі метод захисного кута не застосовується або потребує уточнення за іншою методикою.

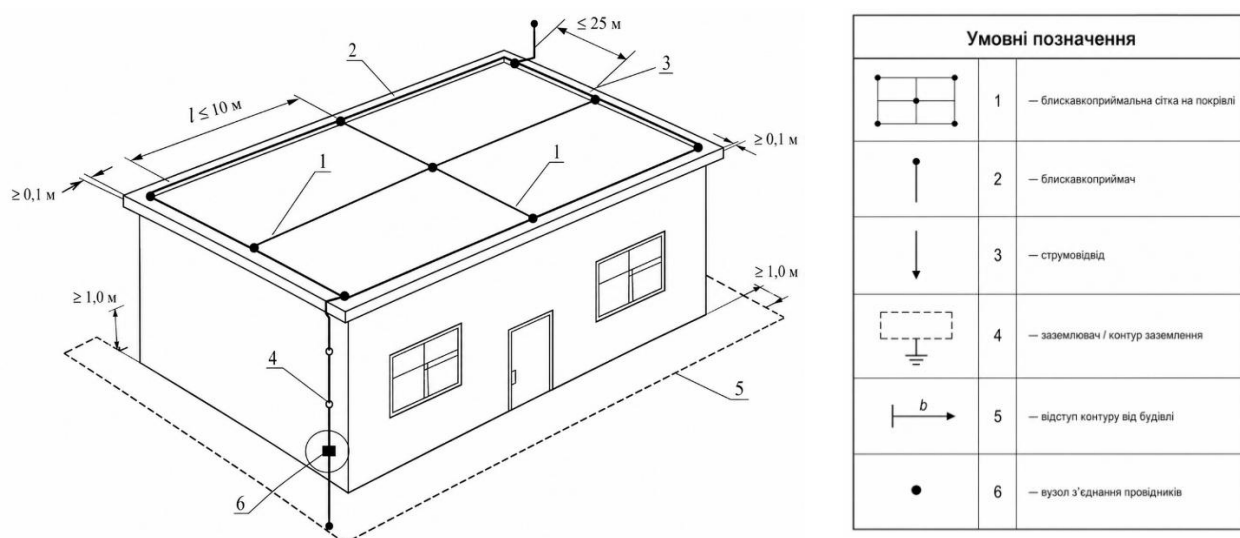


Рисунок 4.1 - Схема блискавкозахисту будівлі

Блискавкоприймальна сітка повинна бути прокладена по покрівлі будівлі з дотриманням прийнятого кроку комірки. Струмовідводи прокладаються до заземлювального пристрою найкоротшими шляхами. Усі металеві елементи, які можуть опинитися під небезпечною напругою під час грози, повинні бути приєднані до системи вирівнювання потенціалів.

4.5 Пожежна безпека

Пожежна безпека на будівельному майданчику є важливою складовою загальної системи охорони праці та промислової безпеки. Під час зведення

багатоповерхового монолітного житлового будинку на майданчику одночасно виконуються земляні, арматурні, опалубні, бетонні, зварювальні, монтажні та оздоблювальні роботи, що можуть супроводжуватися підвищеним ризиком виникнення пожежі.

Відповідальність за забезпечення пожежної безпеки будівельного майданчика, складів, тимчасових будівель і робочих зон покладається на посадових осіб, у віданні яких перебувають відповідні ділянки, а також на начальників будівельних ділянок. Загальний контроль за дотриманням правил пожежної безпеки здійснює генеральний підрядник.

Протипожежні заходи при будівництві проєктованого житлового будинку прийняті відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [24] та ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення» [25].

У конструктивних і технологічних рішеннях споруджуваного будинку враховано вимоги пожежної безпеки. Перед початком виконання робіт працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, спецодягом, а робочі місця — первинними засобами пожежогасіння.

До основних організаційно-технічних заходів пожежної безпеки належать:

- організація пожежної охорони будівельного майданчика у встановленому порядку;
- забезпечення території будівництва первинними засобами пожежогасіння;
- розроблення інструкцій щодо дотримання протипожежного режиму;
- проведення інструктажів працівників з питань пожежної безпеки;
- контроль за справністю електромереж, електрообладнання та зварювальних апаратів;
- організація безпечного зберігання легкозаймистих і горючих матеріалів;
- розміщення наочних матеріалів, знаків пожежної безпеки та планів евакуації;
- забезпечення вільного під'їзду пожежної техніки до будівлі та джерел водопостачання.

Оскільки ширина об'єкта перевищує 18 м, під'їзд пожежних автомобілів до споруджуваної будівлі передбачається з двох сторін. Тимчасові проїзди повинні бути вільними для руху пожежної техніки, не захащуватися будівельними матеріалами, обладнанням або транспортом.

Протипожежні розриви між основними будівлями I ступеня вогнестійкості та допоміжними тимчасовими будівлями IV ступеня вогнестійкості приймаються не менше 12 м. Склади легкозаймистих і горючих матеріалів розміщуються на відстані від побутових приміщень і споруджуваної будівлі. Біля складів передбачається встановлення пожежних щитів, укомплектованих вогнегасниками, лопатами, баграми, відрами, ящиком з піском та іншими засобами пожежогасіння.

Склади горючих матеріалів повинні розташовуватися в зоні дії пожежних гідрантів. Водопостачання будівельного майданчика для протипожежних потреб забезпечується від тимчасової або існуючої мережі водопроводу.

Особливу увагу необхідно приділяти виконанню зварювальних та інших вогневих робіт. Такі роботи допускається виконувати лише за наявності відповідного дозволу, справного зварювального обладнання, засобів пожежогасіння та після очищення робочої зони від горючих матеріалів. Під час виконання зварювальних робіт необхідно дотримуватися вимог НПАОП 28.52-1.31-13.

Евакуація працівників у разі пожежі

Для безпечної евакуації людей у разі виникнення пожежі на одному з поверхів будівлі передбачається система організаційних, об'ємно-планувальних та інженерно-технічних заходів. План евакуації необхідний для швидкого і безпечного виведення працівників із небезпечної зони з мінімальними ускладненнями.

До можливих надзвичайних ситуацій на будівельному майданчику належать:

- пожежа внаслідок необережного поводження з вогнем;
- займання через несправність електрообладнання;

- коротке замикання в тимчасових електромережах;
- пожежа під час виконання зварювальних робіт;
- займання легкозаймистих матеріалів;
- пожежа природного характеру, зокрема від удару блискавки.

Для забезпечення безпечної евакуації людей повинні бути передбачені такі заходи:

- створення умов для своєчасної та безперешкодної евакуації працівників;
- захист людей на шляхах евакуації від дії небезпечних факторів пожежі;
- позначення евакуаційних виходів і напрямків руху;
- забезпечення достатньої ширини проходів, коридорів і сходових кліток;
- підтримання шляхів евакуації у вільному стані;
- наявність планів евакуації та інструкцій щодо дій у разі пожежі.

Евакуація людей у випадку пожежі повинна здійснюватися по шляхах евакуації через евакуаційні виходи. Частини будівлі різного функціонального призначення, які відокремлені протипожежними стінами 1-го типу, повинні мати самостійні шляхи евакуації.

Ліфти, ескалатори та інші механічні засоби транспортування людей не враховуються як шляхи евакуації. У разі пожежі евакуація працівників повинна здійснюватися сходовими клітками та іншими передбаченими проєктом евакуаційними шляхами.

Евакуаційними вважаються виходи, які ведуть:

- з приміщень першого поверху — безпосередньо назовні або через коридор, вестибюль чи сходову клітку;
- з приміщень надземних поверхів, крім першого, — через коридор до сходової клітки;
- із сусіднього приміщення на тому ж поверсі, яке має евакуаційний вихід;
- із цокольного, підвального або підземного поверху — назовні безпосередньо, через сходову клітку або через коридор, що веде до сходової клітки з виходом назовні.

Для цокольних, підвальних і підземних поверхів допускається передбачати евакуаційні виходи через загальні сходові клітки за умови влаштування окремого виходу назовні, відокремленого від іншої частини сходової клітки протипожежною перегородкою 1-го типу.

Оскільки площа будівельного майданчика становить менше 15 га, у розрахунку приймається одна одночасна пожежа.

Розрахунок протипожежного запасу води

Для визначення необхідного протипожежного запасу води приймається витрата води на зовнішнє пожежогасіння відповідно до призначення будівлі, її поверховості та будівельного об'єму.

Таблиця 4.3 – Витрата води на зовнішнє пожежогасіння житлових і громадських будівель

Призначення будівлі	Кількість поверхів	До 1 тис. м³	Понад 1 до 5 тис. м³	Понад 5 до 25 тис. м³	Понад 25 до 50 тис. м³	Понад 50 до 150 тис. м³
Житлові будинки	до 2	10	10	—	—	—
Житлові будинки	понад 2 до 12	10	15	15	20	—
Житлові будинки	понад 12 до 16	—	—	20	25	—
Житлові будинки	понад 16 до 25	—	—	—	25	30
Громадські будівлі	до 2	10	10	15	—	—
Громадські будівлі	понад 2 до 6	10	15	20	25	30
Громадські будівлі	понад 6 до 12	—	—	25	30	35
Громадські будівлі	понад 12 до 16	—	—	—	30	35

Для проєктованого житлового будинку приймаємо витрату води на одну пожежу $q = 30$ л/с. Тривалість гасіння пожежі для будівель II ступеня

вогнестійкості з наявністю приміщень категорій Г і Д приймається $t = 2$ год.

Необхідний об'єм протипожежного запасу води визначається за формулою:

$$V = q \cdot 3600 \cdot t = 216000 \text{ л} = 216 \text{ м}^3,$$

де q — витрата води на одну пожежу, л/с; t — тривалість гасіння пожежі, год;
3600 — кількість секунд в одній годині.

Строк відновлення протипожежного запасу води приймається 36 год.

Додатковий протипожежний запас допускається не передбачати за умови, що довжина водоводу становить менше 500 м.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. - Київ: Мінбуд України, 2006. 69 с.
URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=6911
2. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. Київ: Мінрегіон України, 2019. 183 с.
URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=83211
3. Архітектура будівель і споруд: Навчальний посібник / З.І.Котеньова. - Харків: ХНАМГ, 2007. - 170 с.
4. Куліков П. М., Плоский В. О., Гетун Г. В.: Конструкції будівель і споруд. Книга 1: підручник / Під ред. Гетун Г. В. – Київ.: Ліра-К, – 2021 р. – 816 с.
5. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Київ: Мінрегіон України, 2019. 44 с.
6. Санітарно-технічне обладнання будівель: Навчальний посібник / Гуденко В.І., Гуденко В.М., – К., 2010. – 303 с.
7. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та експлуатаційні показники будівель»
8. <https://www.cadee.pro>
9. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ: Мінбуд України, 2006. 69 с.
10. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну / [Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін.]. – К. : Толока, 2017. – 627 с.
11. Программный комплекс ЛИРА-САПР. Руководство пользователя. Обучающие примеры : электр. изд. / [Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Артамонова А.Е. и др.]; под ред. акад. РААСН А.С. Городецкого. – 2017. – 535с.

12. Бамбура А.М. Проектування залізобетонних конструкцій : посібник / А.М. Бамбура, І.Р. Сазонова, О.В. Дорогова, О.В. Войцехівський; за ред. А.М. Бамбури. – К. : Майстер книг, 2018. – 240 с.
13. ДСТУ EN 1996-1-1:2022 Єврокод 6. Проектування цегляних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила для армованих і неармованих цегляних конструкцій (EN 1996-1-1:2022, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022, 138с. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Чинний від 2018-08-02. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 40 с.
14. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Чинний від 2018-08-02. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 40 с.
15. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт із навчальної дисципліни «Основи та фундаменти» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : Ю. І. Кобзар, О. В. Гаврилюк, В. А. Александрович. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. 69 с.
16. Технологія будівельного виробництва : підручник / В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін. ; за ред. В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка. Київ : Вища школа, 2002. 430 с.
17. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.
18. Лівінський О. М. Будівельні машини та обладнання: підручник / О. М. Лівінський, О. М. Пшінько, М. В. Савицький та ін. – Київ : Українська академія наук; «МП Леся», 2015. – 612 с.
19. <https://www.doka.com/ua/index>
20. <https://www.slideshare.net/slideshow/ss-57026275/57026275>
21. Батлук В. А. Охорона праці в будівельній галузі : навчальний посібник. Львів : Афіша, 2006. 550 с.
22. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Чинний від 2009-01-27. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012.

120 с.

23. Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ Про охорону праці.

24. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Чинний від 2017-06-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 38 с.

25. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. Чинний від 2020-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2020. 87 с.

ДОДАТОК А

Результати розрахунку вітрового навантаження на навітряну сторону

Висота (м)	Експлуатаційне значення (Т/м ²)	Граничне значення (Т/м ²)
0	0,029	0,032
1	0,029	0,032
2	0,029	0,032
3	0,029	0,032
4	0,029	0,032
5	0,029	0,032
6	0,033	0,037
7	0,037	0,041
8	0,041	0,045
9	0,045	0,05
10	0,049	0,054
11	0,051	0,056
12	0,053	0,058
13	0,055	0,06
14	0,057	0,062
15	0,059	0,065
16	0,061	0,067
17	0,063	0,069
18	0,065	0,071
19	0,067	0,073
20	0,068	0,075
21	0,07	0,077
22	0,071	0,078
23	0,073	0,08
24	0,074	0,081
25	0,075	0,083
26	0,077	0,084
27	0,078	0,086
28	0,079	0,087
29	0,081	0,089
30	0,082	0,09
31	0,083	0,092
32	0,085	0,093
33	0,086	0,095
34	0,087	0,096
35	0,089	0,098
36	0,09	0,099
37	0,091	0,101
38	0,093	0,102
39	0,094	0,103
40	0,095	0,105
41	0,096	0,106
42	0,097	0,107
43	0,098	0,107
44	0,098	0,108

Висота (м)	Експлуатаційне значення (Т/м ²)	Граничне значення (Т/м ²)
45	0,099	0,109
46	0,1	0,11
47	0,101	0,111
48	0,101	0,111
49	0,102	0,112
50	0,103	0,113
51	0,103	0,114
52	0,104	0,115
53	0,105	0,115
54	0,106	0,116
55	0,106	0,117
56	0,107	0,118
57	0,108	0,119
58	0,109	0,119
59	0,109	0,12
60	0,11	0,121
61	0,111	0,122
62	0,111	0,122
63	0,112	0,123
64	0,113	0,124
65	0,113	0,124
66	0,114	0,125
67	0,114	0,126
68	0,115	0,126
69	0,116	0,127
70	0,116	0,128
71	0,117	0,129
72	0,117	0,129
73	0,118	0,13
74	0,119	0,131
75	0,119	0,131
76	0,12	0,132
77	0,12	0,133
78	0,121	0,133
79	0,122	0,134
80	0,122	0,135
81	0,123	0,135
82	0,123	0,136
83	0,124	0,136
84	0,124	0,137
85	0,125	0,137
86	0,125	0,138
87	0,126	0,138
88	0,126	0,139
89	0,127	0,139
90	0,127	0,14

Результати розрахунку вітрового навантаження на підвітряну сторону

Висота (м)	Експлуатаційне значення (Т/м ²)	Граничне значення (Т/м ²)
0	-0,022	-0,024
1	-0,022	-0,024
2	-0,022	-0,024
3	-0,022	-0,024
4	-0,022	-0,024
5	-0,022	-0,024
6	-0,025	-0,027
7	-0,028	-0,031
8	-0,031	-0,034
9	-0,034	-0,037
10	-0,037	-0,04
11	-0,038	-0,042
12	-0,04	-0,044
13	-0,041	-0,045
14	-0,043	-0,047
15	-0,044	-0,048
16	-0,046	-0,05
17	-0,047	-0,052
18	-0,048	-0,053
19	-0,05	-0,055
20	-0,051	-0,057
21	-0,052	-0,058
22	-0,053	-0,059
23	-0,054	-0,06
24	-0,055	-0,061
25	-0,056	-0,062
26	-0,057	-0,063
27	-0,058	-0,064
28	-0,059	-0,065
29	-0,06	-0,067
30	-0,061	-0,068
31	-0,062	-0,069
32	-0,063	-0,07
33	-0,064	-0,071
34	-0,066	-0,072
35	-0,067	-0,073
36	-0,068	-0,074
37	-0,069	-0,075
38	-0,07	-0,076
39	-0,071	-0,078
40	-0,072	-0,079
41	-0,072	-0,079
42	-0,073	-0,08
43	-0,073	-0,081
44	-0,074	-0,081
45	-0,074	-0,082

Висота (м)	Експлуатаційне значення (Т/м²)	Граничне значення (Т/м²)
46	-0,075	-0,082
47	-0,075	-0,083
48	-0,076	-0,084
49	-0,077	-0,084
50	-0,077	-0,085
51	-0,078	-0,085
52	-0,078	-0,086
53	-0,079	-0,087
54	-0,079	-0,087
55	-0,08	-0,088
56	-0,08	-0,088
57	-0,081	-0,089
58	-0,081	-0,09
59	-0,082	-0,09
60	-0,083	-0,091
61	-0,083	-0,091
62	-0,083	-0,092
63	-0,084	-0,092
64	-0,084	-0,093
65	-0,085	-0,093
66	-0,085	-0,094
67	-0,086	-0,094
68	-0,086	-0,095
69	-0,087	-0,095
70	-0,087	-0,096
71	-0,088	-0,096
72	-0,088	-0,097
73	-0,089	-0,097
74	-0,089	-0,098
75	-0,089	-0,098
76	-0,09	-0,099
77	-0,09	-0,099
78	-0,091	-0,1
79	-0,091	-0,1
80	-0,092	-0,101
81	-0,092	-0,101
82	-0,092	-0,102
83	-0,093	-0,102
84	-0,093	-0,103
85	-0,094	-0,103
86	-0,094	-0,103
87	-0,094	-0,104
88	-0,095	-0,104
89	-0,095	-0,105
90	-0,095	-0,105

ДОДАТОК Б

Вітрове навантаження на будинок

Поверх	Вітер 1, Період коливань = 3.97 з, Нормативне прискорення = 0.068 м/с ²			Вітер 2, Період коливань = 6.32 з, Нормативне прискорення = 0.082 м/с ²		
	Стат. сост., тс	Пульс. сост., тс	Сума, тс	Стат. сост., тс	Пульс. сост., тс	Сума, тс
25	5.462	5.862	11.324	6.426	7.098	13.524
24	5.369	5.576	10.945	6.317	6.751	13.068
23	5.276	5.291	10.567	6.207	6.407	12.614
22	5.183	5.01	10.192	6.097	6.066	12.163
21	5.089	4.73	9.82	5.987	5.728	11.715
20	4.996	4.454	9.45	5.878	5.393	11.27
19	4.903	4.18	9.083	5.768	5.062	10.829
18	4.779	3.902	8.681	5.622	4.725	10.347
17	4.654	3.627	8.281	5.476	4.392	9.867
16	4.53	3.355	7.885	5.329	4.062	9.392
15	4.406	3.088	7.493	5.183	3.738	8.921
14	4.281	2.824	7.106	5.037	3.42	8.457
13	4.157	2.566	6.723	4.89	3.108	7.998
12	4.004	2.323	6.327	4.71	2.813	7.523
11	3.848	2.083	5.931	4.527	2.522	7.049
10	3.693	1.845	5.538	4.344	2.234	6.579
9	3.537	1.612	5.149	4.161	1.952	6.113
8	3.382	1.384	4.765	3.978	1.675	5.654
7	3.226	1.162	4.388	3.795	1.407	5.202
6	2.99	0.945	3.935	3.518	1.144	4.662
5	2.741	0.733	3.475	3.225	0.888	4.113
4	2.493	0.531	3.024	2.933	0.643	3.576
3	2.141	0.342	2.483	2.518	0.414	2.933
2	2.222	0.206	2.428	2.855	0.272	3.127
1	1.994	0.017	2.01	4.722	0.041	4.763
-1	0	0	0	0	0	0
-2	0	0	0	0	0	0

ДОДАТОК В

Контур Плити (Товщина плити 20.00 см)								
Точка	X(см)	Y(см)	Точка	X(см)	Y(см)	Точка	X(см)	Y(см)
1	-160.00	2560.00	2	530.00	2560.00	3	530.00	2450.00
4	910.00	2450.00	5	910.00	2560.00	6	1920.00	2560.00
7	1920.00	2450.00	8	2350.00	2450.00	9	2350.00	2560.00
10	3040.00	2560.00	11	3040.00	1616.00	12	2995.00	1616.00
13	2995.00	1426.00	14	3040.00	1426.00	15	3040.00	1200.00
16	2930.00	1200.00	17	2930.00	300.00	18	3040.00	300.00
19	3040.00	-160.00	20	2350.00	-160.00	21	2350.00	-50.00
22	1970.00	-50.00	23	1970.00	-160.00	24	910.00	-160.00
25	910.00	-50.00	26	530.00	-50.00	27	530.00	-160.00
28	-160.00	-160.00	29	-160.00	300.00	30	-50.00	300.00
31	-50.00	800.00	32	-160.00	800.00	33	-160.00	1100.00
34	-115.00	1100.00	35	-115.00	1300.00	36	-160.00	1300.00
37	-160.00	1860.00	38	-50.00	1860.00	39	-50.00	2100.00
40	-160.00	2100.00						

ОТВОРУ						
№ отвору	№ Точки	X(см)	Y(см)	№ Точки	X(см)	Y(см)
1	1	560.00	1540.00	2	560.00	1300.00
	3	640.00	1300.00	4	640.00	1540.00
2	1	560.00	1540.00	2	560.00	1300.00
	3	640.00	1300.00	4	640.00	1540.00
3	1	560.00	1540.00	2	560.00	1300.00
	3	640.00	1300.00	4	640.00	1540.00
4	1	560.00	1540.00	2	560.00	1300.00
	3	640.00	1300.00	4	640.00	1540.00
5	1	560.00	1540.00	2	560.00	1300.00
	3	640.00	1300.00	4	640.00	1540.00
6	1	560.00	1540.00	2	560.00	1300.00
	3	640.00	1300.00	4	640.00	1540.00
7	1	560.00	1540.00	2	560.00	1300.00
	3	640.00	1300.00	4	640.00	1540.00
8	1	560.00	1540.00	2	560.00	1300.00
	3	640.00	1300.00	4	640.00	1540.00
9	1	560.00	1540.00	2	560.00	1300.00
	3	640.00	1300.00	4	640.00	1540.00
10	1	560.00	1540.00	2	560.00	1300.00
	3	640.00	1300.00	4	640.00	1540.00

Колони											
№ кіл.	X,см	Y,см	Тип перетину	b(d),см	h(d1),см	b1,см	h1,см	b2,см	h2,см	b3,см	h3,см
1	0.00	600.00	прямокутник	40.0	60.0						
2	480.00	600.00	прямокутник	60.0	60.0						
3	480.00	1800.00	прямокутник	40.0	60.0						
4	960.00	600.00	прямокутник	40.0	60.0						
5	1920.00	600.00	прямокутник	40.0	60.0						
6	1920.00	1800.00	прямокутник	40.0	60.0						
7	2400.00	600.00	прямокутник	60.0	60.0						
8	2400.00	1800.00	прямокутник	40.0	60.0						
9	480.00	1200.00	прямокутник	40.0	60.0						
10	2400.00	1200.00	прямокутник	40.0	60.0						
11	2880.00	600.00	прямокутник	40.0	60.0						
12	1440.00	600.00	прямокутник	40.0	60.0						

Колони											
№ кіл.	X,см	Y,см	Тип перетину	b(d),см	h(d1), м	b1,см	h1,см	b2,см	h2,см	b3,см	h3,см
13	30.00	2400.00	прямокутник	40.0	60.0						
14	30.00	0.00	прямокутник	40.0	60.0						
15	2850.00	2400.00	прямокутник	40.0	60.0						
16	2850.00	0.00	прямокутник	40.0	60.0						
17	480.00	2370.00	прямокутник	40.0	60.0						
18	2400.00	2370.00	прямокутник	40.0	60.0						
19	960.00	1800.00	прямокутник	40.0	60.0						

Навантаження										
Тип	Вид	Величин а	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4
Пост.	Р-Расп.	0.15								
Длит.	Р-Расп.	0.20								
Длит.	Лин.	0.14	-150.00	1300.00	-180.00	1300.00				
Длит.	Лин.	0.14	-150.00	1300.00	-150.00	1100.00				
Длит.	Лин.	0.14	-150.00	1100.00	-180.00	1100.00				
Длит.	Лин.	0.14	-50.00	300.00	-180.00	300.00				
Длит.	Лин.	0.14	-180.00	-180.00	-180.00	300.00				
Длит.	Лин.	0.14	530.00	-50.00	530.00	-180.00				
Длит.	Лин.	0.14	530.00	-180.00	-180.00	-180.00				
Длит.	Лин.	0.14	910.00	-50.00	910.00	-180.00				
Длит.	Лин.	0.14	910.00	-180.00	1970.00	-180.00				
Длит.	Лин.	0.14	1970.00	-50.00	1970.00	-180.00				
Длит.	Лин.	0.14	2350.00	-50.00	2350.00	-180.00				
Длит.	Лин.	0.14	3060.00	-180.00	2350.00	-180.00				
Длит.	Лин.	0.14	3060.00	-180.00	3060.00	300.00				
Длит.	Лин.	0.14	3060.00	300.00	2950.00	300.00				
Длит.	Лин.	0.14	2930.00	1200.00	3060.00	1200.00				
Длит.	Лин.	0.14	3060.00	1200.00	3060.00	1426.00				
Длит.	Лин.	0.14	3060.00	1426.00	3010.00	1426.00				
Длит.	Лин.	0.14	3010.00	1426.00	3010.00	1616.00				
Длит.	Лин.	0.14	3010.00	1616.00	3060.00	1616.00				
Длит.	Лин.	0.14	3060.00	1616.00	3060.00	2580.00				
Длит.	Лин.	0.14	3060.00	2580.00	2350.00	2580.00				
Длит.	Лин.	0.14	2350.00	2580.00	2350.00	2450.00				
Длит.	Лин.	0.14	1920.00	2450.00	1920.00	2580.00				
Длит.	Лин.	0.14	1920.00	2580.00	910.00	2580.00				
Длит.	Лин.	0.14	910.00	2580.00	910.00	2450.00				
Длит.	Лин.	0.14	530.00	2450.00	530.00	2580.00				
Длит.	Лин.	0.14	530.00	2580.00	-180.00	2580.00				
Длит.	Лин.	0.14	-180.00	2580.00	-180.00	2100.00				
Длит.	Лин.	0.14	-180.00	2100.00	-50.00	2100.00				
Длит.	Лин.	0.14	-50.00	1600.00	-180.00	1600.00				
Длит.	Лин.	0.14	-180.00	1600.00	-180.00	1300.00				
Длит.	Лин.	0.14	-180.00	1100.00	-180.00	800.00				
Длит.	Лин.	0.14	-180.00	800.00	-50.00	800.00				
Пост.	Лин.	1.40	1213.50	2249.00	1493.50	2249.00				
Пост.	Лин.	1.40	1493.50	1932.50	1213.50	1932.50				
Пост.	Лин.	0.80	-115.00	1300.00	-115.00	1100.00				
Пост.	Лин.	0.80	2995.00	1616.00	2995.00	1426.00				
Пост.	Лин.	0.60	530.00	-50.00	800.00	-50.00				
Пост.	Лин.	0.60	480.00	-50.00	480.00	300.00				
Пост.	Лин.	0.72	480.00	-50.00	530.00	-50.00				
Пост.	Лин.	0.57	960.00	1200.00	960.00	2400.00				
Пост.	Лин.	0.72	560.00	1540.00	560.00	1300.00				
Пост.	Лин.	0.72	640.00	1300.00	640.00	1540.00				
Пост.	Лин.	0.57	1110.00	1200.00	1110.00	1040.00				
Пост.	Лин.	0.57	960.00	1200.00	1920.00	1200.00				

Навантаження										
Тип	Вид	Величин а	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4
Пост.	Лин.	0.60	1670.00	2400.00	1920.00	2400.00				
Пост.	Лин.	0.57	1920.00	1800.00	1670.00	1800.00				
Пост.	Лин.	0.72	1390.00	1800.00	1190.00	1800.00				
Пост.	Лин.	0.60	800.00	-50.00	2080.00	-50.00				
Пост.	Лин.	0.57	1440.00	300.00	1440.00	1200.00				
Пост.	Лин.	0.60	-50.00	300.00	480.00	300.00				
Пост.	Лин.	0.60	450.00	2100.00	450.00	2450.00				
Пост.	Лин.	0.60	450.00	2450.00	910.00	2450.00				
Пост.	Лин.	0.57	0.00	1200.00	480.00	1200.00				
Пост.	Лин.	0.72	450.00	1830.00	960.00	1830.00				
Пост.	Лин.	0.72	0.00	1650.00	450.00	1650.00				
Пост.	Лин.	0.72	-50.00	870.00	560.00	870.00				
Пост.	Лин.	0.72	480.00	300.00	480.00	760.00				
Пост.	Лин.	0.72	480.00	760.00	1110.00	760.00				
Пост.	Лин.	0.72	450.00	1540.00	960.00	1540.00				
Пост.	Лин.	0.72	450.00	2100.00	450.00	1540.00				
Пост.	Лин.	0.57	480.00	1300.00	480.00	1080.00				
Пост.	Лин.	0.57	480.00	1300.00	960.00	1300.00				
Пост.	Лин.	0.72	2400.00	1800.00	2400.00	1580.00				
Пост.	Лин.	0.72	2880.00	1200.00	2200.00	1200.00				
Пост.	Лин.	0.72	2200.00	750.00	2200.00	1200.00				
Пост.	Лин.	0.72	1800.00	750.00	2930.00	750.00				
Пост.	Лин.	0.72	2400.00	750.00	2400.00	300.00				
Пост.	Лин.	0.60	2400.00	-50.00	2080.00	-50.00				
Пост.	Лин.	0.60	2400.00	-50.00	2400.00	300.00				
Пост.	Лин.	0.72	1920.00	600.00	1920.00	-50.00				
Пост.	Лин.	0.60	1920.00	2450.00	2430.00	2450.00				
Пост.	Лин.	0.60	-50.00	800.00	-50.00	300.00				
Пост.	Лин.	0.60	-50.00	800.00	-50.00	1600.00				
Пост.	Лин.	0.60	-50.00	1600.00	-50.00	2100.00				
Пост.	Лин.	1.50	1493.50	2140.50	1696.00	2140.50				
Пост.	Лин.	1.50	1190.00	1600.00	1699.00	1600.00				
Пост.	Лин.	0.57	1920.00	2400.00	1920.00	1200.00				
Пост.	Лин.	0.72	2155.00	2100.00	2155.00	2040.00				
Пост.	Лин.	0.72	1920.00	2100.00	2155.00	2100.00				
Пост.	Лин.	0.72	1920.00	2040.00	2430.00	2040.00				
Пост.	Лин.	0.60	2430.00	2450.00	2430.00	1800.00				
Пост.	Лин.	0.72	1920.00	1800.00	2430.00	1800.00				
Пост.	Лин.	0.60	1140.00	2400.00	910.00	2400.00				
Пост.	Лин.	0.41	1333.00	1600.00	1333.00	1400.00				
Пост.	Лин.	0.72	1180.00	1040.00	1180.00	1200.00				
Пост.	Лин.	0.72	1730.00	1040.00	1730.00	1200.00				
Пост.	Лин.	0.72	1180.00	1040.00	1110.00	1040.00				
Пост.	Лин.	0.72	1730.00	1040.00	1800.00	1040.00				
Пост.	Лин.	0.72	480.00	1080.00	690.00	1080.00				
Пост.	Лин.	0.72	960.00	580.00	1920.00	580.00				
Пост.	Лин.	0.72	1920.00	580.00	2400.00	580.00				
Пост.	Лин.	0.72	480.00	580.00	960.00	580.00				
Пост.	Лин.	0.72	690.00	760.00	690.00	580.00				
Пост.	Лин.	0.72	1110.00	580.00	1110.00	1200.00				
Пост.	Лин.	0.72	1800.00	1200.00	1800.00	580.00				
Пост.	Лин.	0.72	715.00	1080.00	715.00	1000.00				
Пост.	Лин.	0.72	555.00	1080.00	555.00	760.00				
Пост.	Лин.	0.57	1110.00	1000.00	560.00	1000.00				
Пост.	Лин.	0.72	2135.00	1580.00	2135.00	1320.00				
Пост.	Лин.	0.72	2325.00	1580.00	2325.00	1200.00				
Пост.	Лин.	0.72	1920.00	1320.00	2325.00	1320.00				
Пост.	Лин.	0.72	2325.00	1500.00	2135.00	1500.00				
Пост.	Лин.	0.57	2135.00	1580.00	2880.00	1580.00				
Пост.	Лин.	0.57	2120.00	1580.00	1920.00	1580.00				

Навантаження										
Тип	Вид	Величин а	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4
Пост.	Лин.	0.57	2120.00	1500.00	1920.00	1500.00				
Пост.	Лин.	0.60	2910.00	2100.00	2910.00	300.00				
Пост.	Лин.	0.15	3040.00	1200.00	3040.00	1426.00				
Пост.	Лин.	0.15	-160.00	1100.00	-160.00	800.00				
Пост.	Лин.	0.15	-160.00	1600.00	-160.00	1300.00				
Пост.	Лин.	0.15	910.00	2560.00	1920.00	2560.00				
Пост.	Лин.	0.15	1920.00	2560.00	1920.00	2400.00				
Пост.	Лин.	0.60	2430.00	2100.00	3040.00	2100.00				
Пост.	Лин.	0.15	2930.00	1200.00	3040.00	1200.00				
Пост.	Лин.	0.15	-160.00	2560.00	530.00	2560.00				
Пост.	Лин.	0.15	-160.00	2560.00	-160.00	2100.00				
Пост.	Лин.	0.60	-160.00	2100.00	450.00	2100.00				
Пост.	Лин.	0.15	-50.00	1600.00	-160.00	1600.00				
Пост.	Лин.	0.15	530.00	2560.00	530.00	2450.00				
Пост.	Лин.	0.15	910.00	1600.00	910.00	2560.00				
Пост.	Лин.	0.15	-160.00	800.00	-50.00	800.00				
Пост.	Лин.	0.15	-160.00	1300.00	-50.00	1300.00				
Пост.	Лин.	0.15	-50.00	1100.00	-160.00	1100.00				
Пост.	Лин.	0.15	-50.00	300.00	-160.00	300.00				
Пост.	Лин.	0.15	-160.00	300.00	-160.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.15	530.00	-160.00	-160.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.15	530.00	-50.00	530.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.15	910.00	-150.00	1970.00	-150.00				
Пост.	Лин.	0.15	910.00	-50.00	910.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.72	960.00	580.00	960.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.15	1970.00	-50.00	1970.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.15	2350.00	-160.00	2350.00	-50.00				
Пост.	Лин.	0.15	3030.00	300.00	3030.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.15	2350.00	-150.00	3040.00	-150.00				
Пост.	Лин.	0.60	2400.00	300.00	3040.00	300.00				
Пост.	Лин.	0.15	2350.00	2450.00	2350.00	2560.00				
Пост.	Лин.	0.15	2350.00	2560.00	3040.00	2560.00				
Пост.	Лин.	0.15	3040.00	2560.00	3040.00	1616.00				
Пост.	Лин.	0.15	3040.00	1616.00	2910.00	1616.00				
Пост.	Лин.	0.15	3040.00	1426.00	2910.00	1426.00				
Пост.	Лин.	0.33	531.00	2560.00	-160.00	2560.00				
Пост.	Лин.	0.33	-160.00	2560.00	-160.00	2100.00				
Пост.	Лин.	0.33	-160.00	2100.00	-50.00	2100.00				
Пост.	Лин.	0.33	-50.00	1861.00	-160.00	1861.00				
Пост.	Лин.	0.33	-116.00	1301.00	-160.00	1301.00				
Пост.	Лин.	0.33	-160.00	1301.00	-160.00	1861.00				
Пост.	Лин.	0.33	-116.00	1101.00	-160.00	1101.00				
Пост.	Лин.	0.33	-160.00	1101.00	-160.00	799.00				
Пост.	Лин.	0.33	-160.00	799.00	-50.00	799.00				
Пост.	Лин.	0.33	-160.00	300.00	-160.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.33	-160.00	300.00	-50.00	300.00				
Пост.	Лин.	0.33	531.00	-160.00	-160.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.33	531.00	-50.00	531.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.33	909.00	-50.00	909.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.33	909.00	-160.00	1971.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.33	1971.00	-50.00	1971.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.33	2349.00	-50.00	2349.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.33	2349.00	-160.00	3041.00	-160.00				
Пост.	Лин.	0.33	3041.00	-160.00	3041.00	300.00				
Пост.	Лин.	0.33	2930.00	1201.00	3041.00	1201.00				
Пост.	Лин.	0.33	3041.00	1201.00	3041.00	1427.00				
Пост.	Лин.	0.33	3041.00	1427.00	2996.00	1427.00				
Пост.	Лин.	0.33	2996.00	1616.00	3041.00	1616.00				
Пост.	Лин.	0.33	3041.00	1616.00	3041.00	2089.00				
Пост.	Лин.	0.33	3041.00	2089.00	3041.00	2560.00				

Навантаження										
Тип	Вид	Величин а	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4
Пост.	Лин.	0.33	3041.00	2560.00	2349.00	2560.00				
Пост.	Лин.	0.33	2349.00	2560.00	2349.00	2449.00				
Пост.	Лин.	0.33	1921.00	2449.00	1921.00	2560.00				
Пост.	Лин.	0.33	531.00	2449.00	531.00	2560.00				
Пост.	Лин.	0.33	909.00	2449.00	909.00	2560.00				
Пост.	Лин.	0.33	909.00	2560.00	1921.00	2560.00				