

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

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

КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи бакалавра**

на тему :
**ПРОЕКТУВАННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ В
МІСТІ ХАРКОВІ**

Виконав: студент 4 курсу, групи ХарПЦБ-2022-1з
Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
ОП «Промислове та цивільне будівництво»



Жаворонкова Т.О.

(підпис)



Керівник

Петренко Д.Г.

(підпис)



Рецензент

Набока А.В.

(підпис)

Харків
2026

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

НН Інститут Будівництва, землеустрою та цивільної інженерії
Кафедра будівельних конструкцій
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Галузь знань – 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність – 192 – Будівництво та цивільна інженерія



ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БК
к.т.н., доц. Спіранде К.В.
«01» березня 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА
ЖАВОРОНКОВОЇ ТЕТЯНИ ОЛЕГІВНИ

1. Тема проекту: Проектування багатоповерхового житлового будинку в місті Харкові.

Керівник проекту: к.т.н., доц. Петренко Дмитро Григорович затверджені наказом вищого навчального закладу від “27” лютого 2026 року № 187-03

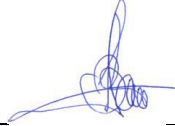
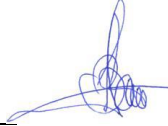
2. Строк подання студентом проекту (роботи): “15” червня 2026 року.

3. Вихідні дані до проекту (роботи): генеральний план з прив'язкою до місцевості, геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій, проектне завдання, архітектурно-планувальне рішення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина підземної та надземної частин будівлі, розділ технології будівельного виробництва, охорони праці на будівельному майданчику

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
архітектурно-будівельна частина: фрагмент генерального плану, фасади, повздовжні та поперечні розрізи, план на відмітці 0.000; розрахунково-конструктивна частина: робочі креслення основних конструктивних елементів будівлі (фундаменти, ригелі, елементи покриття та перекриття, колони); розділ технології будівельного виробництва: технологічна карта

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Архітектурно-будівельний</i>	<i>Петренко Д.Г.</i>		
<i>Розрахунково-конструктивний (підземна)</i>	<i>Александрович В.А.</i>		
<i>Розрахунково-конструктивний (надземна)</i>	<i>Петренко Д.Г.</i>		
<i>Технологічні рішення та організація будівництва</i>	<i>Ватуля Г.Л.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>Косенко Н.О.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Пустовойтова О.М.</i>		

7. Дата видачі завдання: 01 березня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів	Примітка
1.	<i>Архітектурно-будівельний</i>	02.03.26 – 31.03.26	<i>виконано</i>
2.	<i>Розрахунково-конструктивний (підземна)</i>	01.04.26 – 10.05.26	<i>виконано</i>
3.	<i>Розрахунково-конструктивний (надземна)</i>	01.04.26 – 10.05.26	<i>виконано</i>
4.	<i>Технологічні рішення та організація будівництва</i>	01.04.26 – 15.05.26	<i>виконано</i>
5.	<i>Охорона праці</i>	10.05.26 – 25.05.26	<i>виконано</i>
6.	<i>Нормоконтроль</i>	25.05.26 – 31.05.26	<i>виконано</i>

Студент



Жаворонкова Т.О..

Керівник проекту



Петренко Д. Г.

ЗМІСТ

Розділ 1. Архітектурно-будівельна частина	6
1.1. Характеристика об'єкта будівництва	6
1.2. Вихідні дані	7
1.3. Генеральний план ділянки	8
1.4. Об'ємно-планувальне рішення	11
1.5. Теплотехнічний розрахунок	12
1.6. Конструктивне рішення будівлі	13
1.7. Інженерні комунікації	15
1.8. Протипожежні заходи	16
1.9. Техніко-економічні показники будівлі.	18
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина	21
2.1. Розрахунок та проектування підземної частини об'єкта	21
2.1.1. Розрахунок пальового фундаменту	22
2.2 Розрахунок та проектування надземної частини об'єкта	29
2.2.1. Дослідження напружено-деформованого стану (НДС) монолітної плити перекриття методом скінченних елементів	35
2.2.2. Дослідження дискретизації моделі на скінченні елементи	45
2.2.3. Дослідження напружено-деформованого стану вузла з'єднання безбалкової плити перекриття з найбільш навантаженою колоною	47
Розділ 3. Технологічні рішення та організація будівництва	55
3.1. Вибір крана	55
3.2. Проектування загального будівельного генерального плану	57
3.3. Розрахунок системи зовнішнього пожежогасіння	57
3.4. Проектування тимчасових автомобільних доріг	57
3.5. Розрахунок потреб у тимчасових будівлях	58
3.6. Технологія виконання будівельно-монтажних робіт	59
3.7. Вказівки щодо виконання будівельно-монтажних робіт	59
Розділ 4 Охорона праці	65
4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні	65
4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проектування	67
4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування	69
4.4 Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проектування	72
4.5 Висновки	86
Загальні висновки	88
Список використаних джерел	89

Розділ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Характеристика об'єкта будівництва

Об'єктом проектування є 16-поверховий житловий будинок, розташований у місті Харкові. Будівництво багатоповерхового житла є ефективним рішенням в умовах щільної міської забудови, оскільки дозволяє раціонально використовувати земельні ресурси та забезпечувати населення сучасним житлом. Збільшення поверховості будівлі до 16 поверхів сприяє більш інтенсивному використанню території, скороченню протяжності інженерних мереж на одного мешканця та створенню додаткових можливостей для озеленення й благоустрою прибудинкової території. Крім того, такий підхід позитивно впливає на формування комфортного міського середовища, підвищує ефективність забудови та забезпечує раціональне використання земельної ділянки в межах міста.

На екологічний стан території, де розташований об'єкт будівництва, суттєво впливає інтенсивний рух транспортних засобів на автомагістралі, що проходить на відстані близько 200 м від будівельного майданчика. Значний транспортний потік є джерелом підвищеного шумового навантаження, викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та інших негативних техногенних факторів, які впливають на якість навколишнього середовища. Водночас район характеризується розвиненою транспортною інфраструктурою. Громадське транспортне сполучення забезпечується міськими трамвайними лініями, що функціонують на електричній енергії та відзначаються меншим рівнем шкідливих викидів, а також автобусними маршрутами. Наявність різних видів громадського транспорту сприяє належній транспортній доступності території, підвищує комфорт пересування населення та частково зменшує негативний вплив на довкілля порівняно з переважним використанням індивідуального автомобільного транспорту.

1.2. Вихідні дані

Місцем розташування об'єкта будівництва є місто Харків. Проєктом передбачено зведення 16-поверхового житлового будинку з габаритними розмірами в осях $39,0 \times 32,5$ м. Загальна висота будівлі становить 55,9 м, що відповідає параметрам багатоповерхової житлової забудови. Запроєктована поверховість будинку забезпечує раціональне використання земельної ділянки та дозволяє ефективно організувати житловий простір. Прийняті об'ємно-планувальні рішення спрямовані на забезпечення функціональності, комфортності та безпечної експлуатації будівлі, а також відповідають сучасним вимогам до проєктування житлових багатоповерхових будинків.

Щодо природно-кліматичних умов, район будівництва належить до I кліматичної зони та характеризується помірно-континентальним кліматом. Для цієї території характерні помірно тепле літо, відносно холодна зима та достатня кількість атмосферних опадів протягом року. Вологісний режим є нормальним, що забезпечує сприятливі умови для використання більшості сучасних будівельних матеріалів, конструкцій і технологій. Такі кліматичні характеристики дозволяють ефективно застосовувати традиційні конструктивні рішення та сприяють забезпеченню надійності, довговічності й енергоефективності будівлі протягом усього періоду її експлуатації.

Одним із найважливіших кліматичних параметрів, що враховується під час проєктування будівлі, є розрахункова температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки, яка для даного району становить мінус 23°C [4]. Цей показник використовується при розрахунку систем опалення, вентиляції та теплоізоляції будівлі, а також під час визначення необхідних теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій. Урахування зазначеного параметра дає змогу забезпечити нормативний рівень теплозахисту, підтримання комфортних умов перебування мешканців у холодний період року та підвищення енергоефективності будівлі протягом усього терміну її експлуатації.

Важливою інженерно-геологічною характеристикою ділянки є глибина сезонного промерзання ґрунту, яка становить 1,09 м. Даний показник має суттєве значення під час проєктування фундаментів, оскільки безпосередньо впливає на вибір глибини їх закладання та конструктивних рішень основи будівлі. Урахування нормативної глибини промерзання дозволяє запобігти виникненню деформацій, спричинених дією сил морозного пучення ґрунту, що особливо важливо для забезпечення надійності та довговічності будівельних конструкцій. Правильне визначення параметрів фундаменту сприяє підвищенню експлуатаційної стійкості будівлі та мінімізує ризик появи нерівномірних осідань і пошкоджень протягом усього терміну її служби.

1.3. Генеральний план ділянки

Ділянка, відведена під будівництво 16-поверхового житлового будинку, розташована в промисловому районі міста Харкова. Таке розташування обумовлює необхідність урахування особливостей навколишньої забудови, транспортної інфраструктури та можливого впливу промислових підприємств на екологічний стан території. Водночас район характеризується наявністю розвинених інженерних комунікацій і транспортних зв'язків, що створює сприятливі умови для реалізації будівельного проєкту. Під час проєктування об'єкта особлива увага повинна приділятися забезпеченню нормативних санітарно-гігієнічних показників, захисту від шуму, а також створенню комфортного та безпечного середовища для майбутніх мешканців будинку.

На території, відведеній під будівництво, проходять інженерні мережі водопостачання, газопостачання та теплотраса, яка на даний час не експлуатується. У зв'язку з розміщенням зазначених комунікацій у межах забудови проєктом передбачається їх попереднє винесення за межі будівельного майданчика відповідно до вимог чинних нормативних документів та технічних умов експлуатуючих організацій.

Крім того, на ділянці наявні зелені насадження, частина яких розташована безпосередньо в зоні розміщення запроєктованої будівлі. У зв'язку з цим

дерева, що потрапляють під пляму забудови, підлягають видаленню та викорчовуванню в установленому порядку. Виконання зазначених робіт є необхідною умовою підготовки території до будівництва та забезпечення можливості реалізації проєктних рішень.

Рельєф земельної ділянки, відведеної під будівництво, є переважно рівнинним та однорідним, що створює сприятливі умови для виконання будівельних робіт і спрощує підготовку території до забудови. Частина майданчика має асфальтобетонне покриття, яке сформувалося внаслідок попереднього використання території. У південно-східній частині ділянки виявлено значне засмічення поверхневого шару ґрунту будівельними та побутовими відходами. Потужність засміченого шару місцями досягає 0,5 м.

Генеральним планом передбачено розміщення будівлі на земельній ділянці з урахуванням містобудівних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та експлуатаційних вимог, а також виконання комплексу заходів з благоустрою прилеглої території. Проєктом визначено оптимальне розташування корпусу відносно існуючої забудови, інженерних мереж, транспортних під'їздів і пішохідних шляхів.

Навколо будівлі проєктом передбачено влаштування проїздів шириною 5,0 м, що забезпечують безперешкодний рух транспортних засобів та можливість під'їзду до центрального входу будинку, а також доступ спеціалізованої техніки, зокрема пожежних і аварійно-рятувальних автомобілів. Покриття проїздів запроектовано у вигляді двошарового асфальтобетонного дорожнього одягу, що забезпечує необхідну міцність, довговічність та зручність експлуатації.

Для безпечного та комфортного пересування мешканців і відвідувачів уздовж проїздів передбачено асфальтобетонний тротуар шириною 1,5 м. Таке рішення сприяє розмежуванню транспортних і пішохідних потоків, підвищуючи рівень безпеки на прибудинковій території.

Поряд з автостоянкою проєктом передбачено спеціально обладнаний майданчик для розміщення контейнерів для збору твердих побутових відходів.

В'їзд на територію житлового комплексу передбачено з двох сторін через контрольно-пропускні пункти, обладнані шлагбаумами, що забезпечує контроль доступу транспортних засобів та підвищує рівень безпеки мешканців. Таке рішення сприяє впорядкуванню транспортних потоків і створенню комфортних умов експлуатації території.

На прибудинковій території проєктом передбачено облаштування декількох майданчиків для відпочинку населення, а також спортивного майданчика для активного дозвілля мешканців різних вікових груп. Вказані елементи благоустрою сприяють створенню комфортного житлового середовища та підвищенню якості проживання.

Внутрішньоквартальні проїзди запроєктовані з урахуванням потреб мешканців та мають спеціальні розширення для тимчасової стоянки автомобілів. Це забезпечує зручність користування транспортом і покращує організацію руху на території житлового комплексу.

Значна увага приділена озелененню території. Проєктом передбачено влаштування газонів, висадження декоративних чагарників і дерев, що сприятиме покращенню санітарно-гігієнічного стану території, зменшенню запиленості та шумового навантаження, а також формуванню сприятливого мікроклімату й естетично привабливого середовища для проживання.

Вертикальне планування території проєктованого житлового будинку виконано з урахуванням існуючої забудови, інженерних комунікацій та природного рельєфу місцевості. При розробленні планувальних рішень особлива увага приділялася максимальному збереженню наявного рельєфу, що дозволяє зменшити обсяги земляних робіт, скоротити витрати на підготовку території та мінімізувати вплив будівництва на навколишнє середовище. Для забезпечення належного водовідведення та безпечної експлуатації транспортних шляхів проєктом передбачено влаштування поперечних ухилів проїздів величиною 25‰, що забезпечує ефективне відведення поверхневих вод. Поздовжні ухили проїздів прийняті до 30‰, що відповідає нормативним вимогам та створює сприятливі умови для руху транспортних засобів і

пішоходів. Запропоновані рішення вертикального планування забезпечують раціональну організацію території, належний благоустрій та комфортні умови експлуатації об'єкта.

Відведення зливових і поверхневих вод з території об'єкта передбачено відкритим способом. Атмосферні опади та талі води відводяться по спланованій поверхні дворових проїздів і покриттів у напрямку до дощоприймальних колодязів зливної каналізації.

1.4. Об'ємно-планувальне рішення

Будівля є 16-поверховою та має складну конфігурацію в плані, що дозволяє раціонально використовувати площу земельної ділянки, забезпечити ефективне функціональне зонування приміщень і створити комфортні умови для проживання мешканців. Таке об'ємно-планувальне рішення сприяє оптимізації внутрішнього простору будівлі та організації різних функціональних зон.

Габаритні розміри будівлі в осях становлять $39,0 \times 32,5$ м, а загальна висота — 55,9 м. Висота першого та другого поверхів прийнята 3,6 м, що забезпечує необхідний об'єм приміщень громадського та допоміжного призначення. Висота типових житлових поверхів з третього по шістнадцятий становить 3,3 м, що відповідає сучасним вимогам до багатоповерхового житлового будівництва та забезпечує комфортні умови експлуатації приміщень.

Перші два поверхи складають офісні приміщення, поверхи з 3 по 16 – житлові квартири.

У будівлі передбачено розміщення 42 житлових квартир різних типів, що забезпечує можливість задоволення потреб різних категорій населення. Квартири характеризуються раціональними планувальними рішеннями та відповідають сучасним вимогам щодо комфортності й функціональності житла.

Загальний квартирний фонд будинку включає:

14 однокімнатних квартир із житловою площею 19,09 м²;

14 однокімнатних квартир із житловою площею 23,40 м²;

14 двокімнатних квартир із житловою площею 74,38 м².

1.5. Теплотехнічний розрахунок

Розрахунок теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій та визначення енергоефективності будівлі виконано відповідно до положень ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», із дотриманням усіх нормативних вимог щодо теплозахисту та енергозбереження.

Вихідні дані:

Місце будівництва м. Харків.

$t_b = 18^{\circ}\text{C}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря.

$t_{оп} = -6.1$

$z_{оп} = 205$ - середня температура та тривалість періоду із середньою добовою температурою повітря $< 8^{\circ}\text{C}$.

$t_n = -30$ - розрахункова зимова температура зовнішнього повітря, що дорівнює середній температурі для найбільш холодної п'ятиденки з забезпеченістю 0.92.

Градусо-добу опалювального періоду (ГДОП) визначають за формулою:

$$\text{ГДОП} = (t_b - t_{оп}) * z_{оп} = (18 + 6.1) * 205 = 5377$$

Наведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій ($R_{тр} = 3,19 \text{ м}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$).

Загальний опір теплопередачі огорожувальної конструкції визначається як сума опорів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь конструкції і термічних опорів усіх шарів матеріалів, що входять до її складу:

$$R_0^{\Phi} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0125}{0,76} + \frac{0,1}{0,042} + \frac{0,4}{0,22} + \frac{1}{23} = 4,35$$

де α_u - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$; $\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ — опір теплопередачі шарів стіни; α_n - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$.

$$R_{\phi} = 4,35 > R_{\text{тр}} = 3,19$$

Отже, прийнята конструкція огорожувальної конструкції відповідає вимогам чинних нормативних документів щодо теплозахисту будівель та забезпечує необхідний опір теплопередачі за умовами енергозбереження.

1.6. Конструктивне рішення будівлі

Об'єкт проектування являє собою шістнадцятиповерховий житловий будинок із монолітним залізобетонним каркасом. Несуча конструктивна система будівлі сформована з основних елементів каркаса, до яких належать колони, ригелі, плити перекриття та покриття, а також діафрагми жорсткості. Спільна робота зазначених конструктивних елементів забезпечує необхідну міцність, просторову жорсткість і стійкість будівлі під дією вертикальних та горизонтальних навантажень.

Колони будівлі запроектовані монолітними залізобетонними та мають прямокутний поперечний переріз розміром 500×500 мм.

Фундаменти будівлі запроектовані у вигляді монолітної залізобетонної фундаментної плити.

Стіни: зовнішні стіни будівлі запроектовані з блоків загальною товщиною 400 мм. Для забезпечення необхідних теплотехнічних характеристик конструкції передбачено додаткове утеплення теплоізоляційними плитами «URSA» товщиною 100 мм.

Архітектурним рішенням фасадів передбачено виконання окремих вставок із цегляної кладки з лицьовим шаром із цегли на основі білих глин, що укладається на розчин марки М50. Таке рішення забезпечує належні експлуатаційні та естетичні характеристики зовнішніх огорожувальних конструкцій. Для покращення архітектурного вигляду будівлі та підвищення довговічності фасадів зовнішні стіни облицьовуються фасадною глазурованою плиткою білого кольору.

Під час виконання цегляної кладки в зоні дверних і віконних прорізів необхідно передбачити встановлення антисептованих дерев'яних брусків

розміром 65 × 120 × 250 мм. У кожному прорізі слід закладати не менше чотирьох брусків, призначених для подальшого кріплення столярних виробів та забезпечення надійності монтажу заповнення прорізів. У цегляних стінах товщиною 250 мм над прорізами шириною від 250 до 550 мм передбачаються рядові перемички, армовані сімома стрижнями діаметром 12 мм класу А-III. Довжина опирання перемичок на кладку повинна становити не менше 150 мм з кожного боку прорізу. Для захисту арматури від корозії та забезпечення її спільної роботи з кладкою необхідно влаштовувати захисний шар цементно-піщаного розчину товщиною 10 мм.

Перегородки: внутрішні перегородки системи «Кнауф» запроектовані з гіпсокартонних листів марки ГКЛ товщиною 12,5 мм, які монтуються на металевий каркас. Для покращення звукоізоляційних і теплоізоляційних характеристик конструкції внутрішній простір перегородок заповнюється ізоляційними плитами «URSA».

Цегляні перегородки товщиною 150 мм передбачається армувати сталевими стрижнями діаметром 3 мм класу Вр-II. Армування виконується через кожні п'ять рядів кладки по висоті перегородки.

У цегляних перегородках товщиною 120 мм над прорізами шириною від 250 до 550 мм передбачено влаштування рядових перемичок, армованих стрижнями діаметром 12 мм класу А400. Перемички повинні мати довжину опирання на кладку не менше 150 мм з кожного боку прорізу. Для захисту арматури від корозії та забезпечення її належної роботи в конструкції передбачається влаштування захисного шару цементно-піщаного розчину товщиною 10 мм.

Перекрыття будівлі запроектовано у вигляді монолітної залізобетонної плити товщиною 200 мм.

Дах: дах будівлі запроектований суміщеного типу та виконаний безгорищним.

Покрівля: Покрівля будівлі запроектована із застосуванням рулонних гідроізоляційних матеріалів, які забезпечують надійний захист конструкцій від

проникнення атмосферної вологи. Як теплоізоляційний шар передбачено використання мінераловатних плит підвищеної жорсткості.

Сходи: Сходові клітки запроектовані відповідно до вимог нормативних документів щодо безпеки та зручності експлуатації. Ширина сходового маршу становить 1200 мм, що забезпечує комфортне пересування мешканців та можливість безпечної евакуації людей у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Довжина основного сходового маршу складає 5770 мм. Ухил сходового маршу прийнято 1:1,75, що відповідає вимогам ергономіки та забезпечує зручність користування сходами. Кожен марш налічує 11 сходинок.

Вікна: Технічні характеристики віконних блоків відповідають вимогам ДСТУ EN 14351-1:2020 «Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері» (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT). Вікна в будівлі прийнято з подвійним склінням.

Двері: у будівлі передбачено застосування трьох типів дверних блоків, розміри яких прийнято залежно від функціонального призначення приміщень. Для приміщень залів запроектовано дверні блоки шириною 0,9 м. У кабінетах передбачено встановлення дверей шириною 0,8. Для санітарних вузлів і балконів прийнято дверні блоки шириною 0,7 м.

1.7. Інженерні комунікації

Система вентиляції житлового будинку запроектована як витяжна з примусовим спонуканням руху повітря. Вентиляційні канали передбачено роздільними від місця забору повітря через вентиляційні решітки до його викиду в атмосферу.

Для відведення атмосферних опадів із покрівлі будівлі передбачено систему внутрішнього водовідведення. На даху встановлюються спеціальні водоприймальні воронки, через які дощові та талі води надходять у систему водостоків. Воронки з'єднуються з чавунними стояками, прокладеними всередині будівлі, що забезпечує надійне відведення води незалежно від

погодних умов. Від стояків зібрані атмосферні води відводяться до підземної мережі зливової каналізації або системи водовідведення.

Система опалення будівлі запроєктована центральною водяною. З теплотехнічної точки зору найбільш раціональним є розміщення опалювальних приладів у підвіконній зоні зовнішніх стін. Для зниження непродуктивних тепловтрат через зовнішні огорожувальні конструкції за опалювальними приладами передбачається влаштування шару ефективного теплоізоляційного матеріалу.

Системи гарячого та холодного водопостачання, а також внутрішньої каналізації запроєктовані з концентрованим розташуванням у зоні несучих конструкцій будівлі. У санітарно-технічних кабінах розміщуються всі необхідні сантехнічні прилади, а також трубопроводи гарячого і холодного водопостачання та каналізаційні відводи. Стояки систем водопостачання та каналізації розташовуються у спеціальних нішах кабін, відокремлених від основного приміщення легкими знімними перегородками або ревізійними дверцятами.

Мережі електропостачання та слаботочних пристроїв розміщується у спеціальних електропанелях, які передбачено в сходових клітках. У спеціально передбачених нішах розміщуються розподільні пристрої електричних мереж, а також обладнання систем зв'язку, зокрема телефонного зв'язку, телебачення та радіотрансляції.

Внутрішнє розведення електричної та слаботочної мереж передбачено прихованим способом.

1.8. Протипожежні заходи

Протипожежні заходи, передбачені проєктом, спрямовані на запобігання виникненню пожеж, своєчасне виявлення та локалізацію осередків загоряння, а також обмеження поширення вогню і продуктів горіння по будівлі. Важливим завданням є створення умов для ефективного гасіння пожежі та мінімізації можливих матеріальних збитків.

Особлива увага приділяється забезпеченню необхідної вогнестійкості будівельних конструкцій, збереженню їх несучої здатності та стійкості під впливом високих температур, відкритого вогню та води, що використовується під час пожежогасіння. Крім того, проєктні рішення передбачають створення безпечних умов для евакуації людей, забезпечення вільного доступу до евакуаційних шляхів і можливості проведення рятувальних робіт у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Протипожежні вимоги в об'ємно-планувальних рішеннях реалізуються шляхом поділу будівлі на окремі пожежні відсіки за допомогою протипожежних стін, перегородок та перекриттів із підвищеними показниками вогнестійкості. Важливим елементом забезпечення пожежної безпеки є також улаштування нормативних шляхів евакуації, які забезпечують безпечне та своєчасне виведення людей з будівлі у разі виникнення пожежі. У конструктивних рішеннях протипожежний захист досягається застосуванням будівельних матеріалів і виробів, що відповідають встановленим вимогам щодо горючості, займистості, димоутворювальної здатності та межі вогнестійкості. Крім того, конструкції проєктуються з урахуванням необхідної тріщиностійкості та здатності зберігати свої несучі й огорожувальні функції в умовах впливу високих температур під час пожежі, що сприяє підвищенню загального рівня пожежної безпеки будівлі.

Для обмеження поширення пожежі в межах будівлі проєктом передбачено влаштування протипожежних стін, межа вогнестійкості яких становить не менше 4 годин. Цокольні поверхи відокремлюються вогнестійкими стінами з межею вогнестійкості не менше 1 години.

Для забезпечення безпечної евакуації людей у разі виникнення пожежі проєктом передбачено систему протидимного захисту будівлі. Коридори обладнуються шахтами димовидалення з примусовою витяжкою, які забезпечують ефективне видалення диму та продуктів горіння із шляхів евакуації. Сходові клітки обладнуються системою підпору повітря, що створює надлишковий тиск не менше 20 Па при одних відкритих дверях. Системи

підпору повітря передбачаються у вестибюлях, тамбур-шлюзах та незадимлюваних сходових клітках.

Для забезпечення можливості оперативного гасіння пожежі проєктом передбачено влаштування внутрішнього протипожежного водопроводу. В коридорах, починаючи з другого поверху, встановлюються пожежні крани (вентилі), які забезпечують швидкий доступ до води. На першому поверсі біля головного входу передбачається розміщення протипожежної шафи, укомплектованої необхідним пожежним інвентарем та спеціальними інструментами. Будівля оснащується первинними засобами пожежогасіння — вогнегасниками.

1.9. Техніко-економічні показники будівлі.

Загальна площа забудови земельної ділянки становить 4891 м². Площа проєктованої будівлі складає 1393 м². Будівельний об'єм споруди становить 77 869 м³. Експлікацію приміщень будівлі наведено в таблицях 1.1–1.3, де відображено функціональне призначення приміщень, їх площі та основні планувальні характеристики.

Таблиця 1.1. Експлікацію приміщень

№	Найменування	Площа, м ²	Примітка
1	2	3	4
Однокімнатна квартира (Ж – 19,09 м2)			
1.	Кімната	19,09	
2.	Кухня	14,0	
3.	Санвузол	4,47	
5.	Передпокій	4,17	
6.	Лоджія	5,53	
Однокімнатна квартира (Ж – 25,34 м2)			
1.	Кімната	23,4	
3.	Кухня	15,84	
4.	Санвузол	5,0	
6.	Передпокій	5,33	
7.	Лоджія	8,2	
Двокімнатна квартира (Ж – 74,38 м2)			
2.	Кімната	48,23	
3.	Кімната	28,99	
4.	Кухня	18,67	
5.	Санвузол	5,99	
7.	Передпокій	13,33	
8.	Лоджія	7,3	

Таблиця 1.2. Експлікація приміщень типового поверху

№ приміщ.	Найменування	Площа, м ²
1	Сходова клітка	20,22
2	Хол	27,43
3	Тамбур	6,36
4	Коридор	54,94
5	Кухня	82,30
6	Кімната	227,81
7	Зона проходу комунікацій	
	разом	419,1

Таблиця 1.3. Експлікація приміщень 1-го, 2-го поверху

№ приміщ.	Найменування	Площа, м ²
1	Сходова клітка	20,22
2	Перехідна лоджія	25,77
3	Тамбур	6,36
4	Сходова клітка	22,42
5	Сходово-ліфтовий хол	29,70
6	Коридор	44,94
7	ЕКГ	22,54
8	Процедурний кабінет	15,96
9	Процедурний кабінет для внутрішньовенних вливань	13,31
10	Кабінет лікаря	14,83
11	Перев'язувальна	11,50
12	Масажний кабінет	19,00
13	Технічне приміщення	7,14
14	КЛГЗ	3,10
15	Жіночий с/в	5,75
16	Чоловічий с/в	4,95
17	Душова	4,03
18	Коридор	11,50
19	Жіночий с/в	7,14
20	Кімната збирального інвентарю	9,15
21	Робоче приміщення	48,18
22	Робоче приміщення	25,72
23	Робоче приміщення	41,24
24	Робоче приміщення	50,80
25	Робоче приміщення	53,00
26	Робоче приміщення	27,05
27	Робоче приміщення	46,24
28	Технічне приміщення	29,90
29	Технічне приміщення	34,13
30	Кімната збирального інвентарю	4,30
31	Тамбур	4,19
32	Жіночий гардероб	11,07
33	Жіночий с/в	4,32
34	Чоловічий с/в	4,25
35	Душова	1,70
36	Чоловічий гардероб	12,28
37	Тамбур	5,22
38	Зона проходу комунікацій	

Розділ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок та проектування підземної частини об'єкта

У даному розділі необхідно виконати проектування та розрахунок двох варіантів фундаментів для одного й того самого розрахункового перерізу. Порівняння отриманих результатів дозволить оцінити ефективність кожного конструктивного рішення, визначити їх техніко-економічні показники та обґрунтувати вибір найбільш раціонального варіанта для заданих інженерно-геологічних і експлуатаційних умов. Перший варіант – пальовий фундамент з ростверком під стіни та колони; другий варіант – монолітна фундаментна плита товщиною $h=1500$ мм.

За результатами проведених інженерно-геологічних вишукувань встановлено інженерно-геологічну будову майданчика будівництва та визначено основні фізико-механічні характеристики ґрунтів. Отримані дані узагальнено у відомості фізико-механічних властивостей ґрунтів (табл. 2.1), яка містить необхідні показники для виконання розрахунків основ і фундаментів, оцінки несучої здатності ґрунтової основи та прогнозування можливих деформацій будівлі в процесі експлуатації. Наведені характеристики ґрунтів використовуються як вихідні дані при проектуванні фундаментів і є основою для вибору найбільш раціонального конструктивного рішення з урахуванням інженерно-геологічних умов будівельного майданчика.

Таблиця 2.1. Узагальнена характеристика ґрунтів

N пп	Характеристика ґрунтів	Познач.	Розм-сть	Шар ґрунту		
				1	2	3
1.	Потужність шару	hi	м	3	6	11
2.	Щільність ґрунту	ρ	г/см ³	2	1,92	2,03
3.	Щільність частинок ґрунту	ρ_s	г/см ³	2,66	2,72	2,7
4.	Вологість природна	ω	д.од.	0,16	0,22	0,27
5.	Вологість на межі плинності	ω_L	д.од.	0	0,35	0,33
6.	Вологість на межі розкочування	ω_p	д.од.	0	0,19	0,16
7.	Щільність сухого ґрунту	ρ_d	г/см ³	1,72	1,57	1,6
8.	Питома вага	γ	кН/м ³	20	19,2	20,3
9.	Питома вага частинок ґрунту	γ_s	кН/м ³	26,6	27,2	27
10.	Питома вага сухого ґрунту	γ_d	кН/м ³	17,2	15,7	16
11.	Питома вага насиченого водою ґрунту	γ_{sat}	кН/м ³	-	20	20,03
12.	Питома вага зваженого водою ґрунту	γ_{sb}	кН/м ³	10,72	-	-
13.	Пористість	n	д.од.	0,35	0,42	0,41
14.	Коефіцієнт пористості	e		0,54	0,72	0,69
15.	Коефіцієнт пористості при $\omega=\omega_L$	e_L		-	0,952	0,89
16.	Ступінь вологості	S_r		0,79	0,83	1
17.	Число пластичності	J_p	д.од.	0	0,16	0,16
18.	Показник плинності	J_L		-	0,19	0,19
19.	Показник J_{ss}	J_{ss}		-	0,135	0,135
20.	Ступінь неоднорідності	C_u		2,21	-	-
21.	Висота капілярного підняття води	d_{cap}	см	5,7	362,3	356,6
22.	Питоме зчеплення	c	кПа	0	26,8	23
23.	Модуль деформацій	E	МПа	41	18,5	15
24.	Кут внутрішнього тертя	ϕ	град.	38	23	19
25.						
26.	Повне найменування ґрунту			Пісок середньої крупності, щільний, вологий, однорідний	Суглинок напівтвердий, непродковий ненабухаючий	Суглинок м'якопластичний, непродковий, ненабухаючий

2.1.1. Розрахунок пальового фундаменту

На першому етапі розрахунку визначаємо вантажні площі для кожного розрахункового перерізу.

У перерізі 1–1 виконується збір навантажень на 1 погонний метр позацентрово навантаженої стіни. Оскільки з внутрішнього боку будівлі на стіну спираються плити перекриття та покриття, при розрахунку необхідно враховувати всі навантаження, що передаються через зазначені конструкції на

стіну. До складу розрахункового навантаження включаються постійні навантаження від власної ваги покрівлі, міжповерхових перекриттів, покриття та перегородок, а також тимчасові навантаження, зокрема корисне навантаження на перекриття та снігове навантаження на покрівлю.

$$A_{\text{гр}}^{1-1} = 2,15 \text{ м}^2$$

У перерізі 2–2 розглядається центрально навантажена стіна, на яку спираються плити міжповерхових перекриттів і плита покриття. У зв'язку з цим при визначенні розрахункового навантаження необхідно враховувати всі постійні та тимчасові навантаження, що передаються на стіну через зазначені конструктивні елементи.

$$A_{\text{гр}}^{2-2} = 5,38 \text{ м}^2$$

У перерізі 3–3 розглядається монолітна залізобетонна колона, яка сприймає навантаження від плит міжповерхових перекриттів та плити покриття. Для визначення розрахункового навантаження на колону необхідно виконати збір усіх постійних і тимчасових навантажень, що передаються на неї від конструктивних елементів будівлі.

$$A_{\text{гр}}^{3-3} = 27 \text{ м}^2$$

Визначені вантажні площі є вихідними даними для подальшого розрахунку лінійних і зосереджених навантажень, що діють на несучі елементи конструктивної системи будівлі. На їх основі здійснюється збір навантажень від власної ваги конструкцій, тимчасових експлуатаційних впливів та кліматичних навантажень, які передаються на стіни, колони та фундаменти. Виконаний розподіл навантажень дозволяє встановити розрахункові зусилля в кожному конструктивному елементі та оцінити його напружено-деформований стан залежно від схеми роботи — центрального або позацентрового стиску. Крім того, визначення вантажних площ забезпечує коректний підрахунок сумарних вертикальних навантажень, що передаються на нижчерозташовані конструкції та основу будівлі. Отримані результати є необхідними для подальшого розрахунку несучої здатності елементів, проєктування фундаментів і перевірки

надійності конструктивної системи в цілому, що забезпечує безпечну та довговічну експлуатацію будівлі.

Таблиця 2.2. Визначення навантажень у характерних перерізах.

№	Вид навантаження	A _{гр} , м ²	Нормативна величина, кН/м.п.		γ _f	Розрахункова величина, кН,кН/м.п.			
			Формула підрахунку	γ _s					
1	2	3	4	5	6	7			
1-1	Постійні	2,15		0,95	1,3	20,87			
	- вага покриття та покрівлі								
	- вага між поверх. перекриттів				N*g _{м.п.} *A _{гр} ¹⁻¹ = =16*5,15*2,15 =265,74	1,1	277,69		
	- вага перегородок				N*g _{пер.} * A _{гр} ¹⁻¹ = =16*1,45*2,15 =74,82	1,1	78,19		
	- вага несучої стіни				0,7*δ _{ст.} *H _{зд.} *1м.п*γ _{кл.} = 0,7*0,50**55,9*1*6=172,83	1,1	180,61		
	- вага колони				b _k *h _k *H* γ _{бет.} = 0,5*0,5**55,9 = 20,58	1,1	21,5		
	ΣF _{v02} ^{пост} =253,33				ΣF _{v01} ^{пост} =578,86				
	Тимчасові					0,95			
	- Снігова						P _{сн.} *A _{гр} ¹⁻¹ =2* *2,15=4,3	1,4	5,72
	- Корисна						N*P _{пол.} *A _{гр} ¹⁻¹ = =16*1,5*2,15=77,4	1,3	95,59
			ΣF _{v02} ^{вп} =81,4			ΣF _{v01} ^{вп} = 101,31			
ΣF _{v02} ¹⁻¹ =523,33+77,33=600,66				ΣF _{v01} ¹⁻¹ = 578,86 + 101,31 =680,17					

Продовження таблиці 2.2.

1	2	3	4	5	6	7				
2-2	Постійні	5,38	0,95	1,3	52,22					
	- вага покриття та покрівлі						$g_{п. і покр.} * A_{гр}^{1-1} = 7,86 * 2,15 = 16,9$			
	- вага між поверх. перекриттів							$N * g_{м.п.} * A_{гр}^{1-1} = 16 * 5,15 * 2,15 = 265,74$		
	- вага перегород.								$N * g_{пер.} * A_{гр}^{1-1} = 16 * 1,45 * 2,15 = 74,82$	
	- вага несучої стіни									$0,7 * \delta_{ст.} * H_{зд.} * 1 м.п * \gamma_{кл.} = 0,7 * 0,50 * 55,9 * 1 * 6 = 172,83$
	- вага стіни підвалу									
	$\Sigma F_{v02}^{пост} = 253,33$			$\Sigma F_{v01}^{пост} = 578,86$						
	Тимчасові	5,38	0,95	1,4	14,31					
	- Снігова						$P_{сн.} * A_{гр}^{1-1} = 2 * 2,15 = 4,3$			
	- Корисна							$N * P_{пол.} * A_{гр}^{1-1} = 16 * 1,5 * 2,15 = 77,4$		
$\Sigma F_{v02}^{BP} = 81,4$									$\Sigma F_{v01}^{BP} = 253,50$	
$\Sigma F_{v02}^{1-1} = 523,33 + 77,33 = 600,66$			$\Sigma F_{v01}^{1-1} = 578,86 + 101,31 = 680,17$							

Продовження таблиці 2.2.

1	2	3	4	5	6	7
3-3	Постійні - вага покриття та покрівлі	27	$g_{п. и кр.} * A_{гр}^{3-3} =$ $= 7,86*27=212,22$	0,95	1,3	262,09
	- вага між поверх. перекриттів		$N*g_{м.п.} * A_{гр}^{3-3} =$ $=16*5,15*27=3337,2$		1,1	3487,37
	- вага прегородок		$N*g_{пер.} * A_{гр}^{3-3} =$ $= 16*0,92*27=596,16$		1,1	622,99
	- вага несучої стіни		$0,7*\delta_{ст.} * H_{зд.} * 1м.п. * \gamma_{кл.} =$ $0,7*0,50* *55,9*1*6=$ $=172,83$		1,1	180,61
	- вага стіни підвалу		$\delta_{ФБС} * h * 1м.п. *$ $*\gamma_{бет.}=0,2*2,7*1*25 = 13,5$		1,1	14,11
	$\Sigma F_{v02}^{пост}=4115,31$				$\Sigma F_{v01}^{пост}=4567,17$	
	Тимчасові - Снігова	27	$P_{сн.} * A_{гр}^{3-3} =$ $=2,0*27=54$	0,95	1,4	71,82
- Корисна	$N*P_{пол.} * A_{гр}^{3-3}=$ $16*1,5*27=$ $=972$		1,3		1200,42	
$\Sigma F_{v02}^{вп} =974,7$					$\Sigma F_{v01}^{вп} =$ 1272,24	
$\Sigma F_{v02}^{3-3} =5090,01$			$\Sigma F_{v01}^{3-3} = 58939,41$			

Для визначення необхідної кількості паль у пальному фундаменті необхідно знати розрахункове навантаження, що діє на обріз фундаменту, а також розрахункову несучу здатність однієї палі. На основі цих даних встановлюється кількість паль, здатних сприйняти та передати навантаження від будівлі на ґрунтову основу з необхідним запасом надійності.

У першому наближенні для проєктування пального фундаменту приймається буронабивна паля діаметром 800 мм і довжиною 11 м.

Несуча здатність палі визначається з урахуванням умов її роботи в ґрунті як палі тертя за формулою:

$$F_d^n = 0,8 * (1 * 1347 * 0,5024 + 2,512 * 0,7 * 372,099) = 1064,83 \text{ кН}$$

де γ_c – коефіцієнти умови роботи паль; $\gamma_c = 0,8$ оскільки основою для фундаменту є тверді та напівтверді глини; $\gamma_{CR} = 1$ – коефіцієнти умови роботи ґрунту під нижнім кінцем паль; $\gamma_{cf} = 0,7$ – коефіцієнти умови роботи ґрунту на бічній поверхні паль; $R = 1347$ кПа - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі; A - площа спирання палі; U - периметр поперечного перерізу стовбура палі; f_i - розрахунковий опір i -го шару ґрунту на бічній поверхні палі; h_i - товщина i -го шару ґрунту, що стикається з бічною поверхнею палі.

Для зручності подальших розрахунків визначення коефіцієнтів (f_i) та глибин (z_i) виконується у табличній формі:

Таблиця 2.3. Визначення коефіцієнтів (f_i) та глибин (z_i)

i	z_i (м)	f_i (кПа)	h_i (м)	$f_i * h_i$, (кН/м)
1	1.45	38.15	0.9	34.335
2	2.9	47.4	2	94,8
3	4.55	25.6	1.3	33,28
4	5.9	28	1.4	39,2
5	7.25	32.25	1.3	41.925
6	8.65	33.325	1.5	50
7	10.15	34.12	1.5	51,18
8	11.45	24.89	1.1	27.379
				Σ 372.099

Розрахункову несучу здатність однієї палі визначають за встановленою нормативною формулою:

$$F_d = \frac{F_d^n}{\gamma_k} = \frac{1064,83}{1,4} = 760,6 \text{ кН.}$$

Визначення кількості паль у фундаменті виконується на основі співвідношення розрахункового навантаження, що передається на фундамент, та розрахункової несучої здатності однієї палі.

Для перетину 1-1:

$$n = \frac{N}{F_d} = \frac{680,17}{760,6} = 0,89 \text{ шт. Приймаємо 1 палю.}$$

Для перетину 2-2:

$$n = \frac{N}{F_d} = \frac{1896,78}{760,6} = 2,4 \text{ шт. Приймаємо 3 палі.}$$

Для перетину 3-3:

$$n = \frac{N}{F_d} = \frac{5839,41}{760,6} = 7,4 \text{ шт. Приймаємо 7 палей.}$$

Визначення розмірів ростверку виконується на основі прийнятого розташування палей у фундаменті, їх кількості, а також конструктивних та технологічних вимог до пального фундаменту.

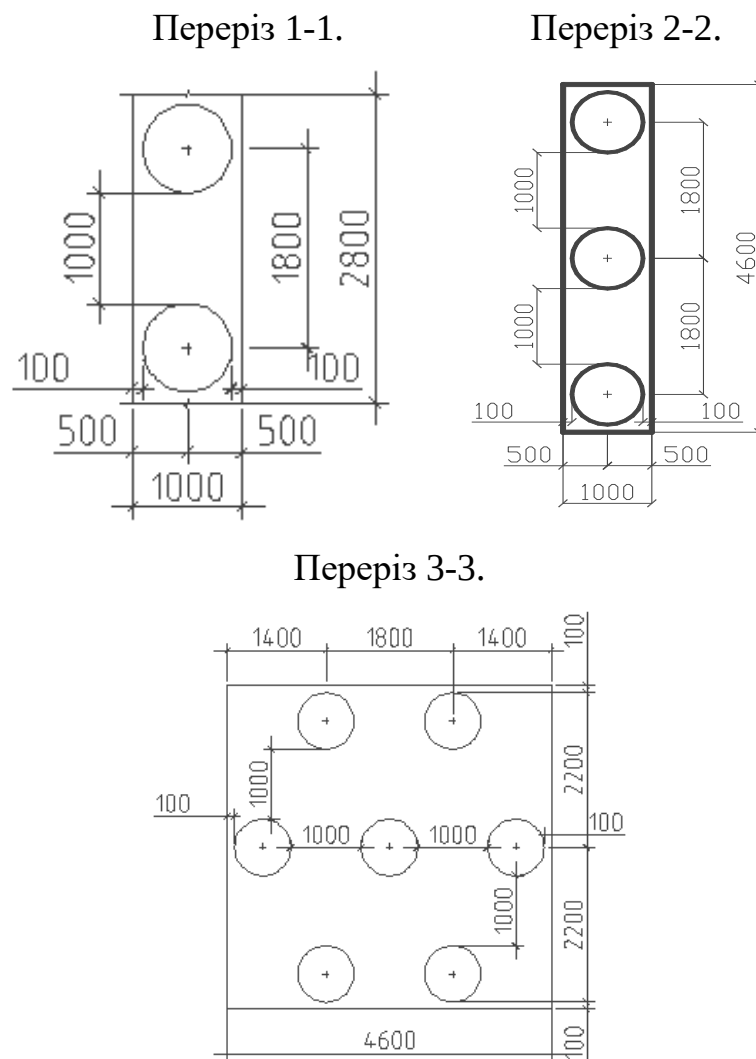


Рисунок 2.1. Конструкція ростверку пального фундаменту.

2.2. Розрахунок та проектування надземної частини об'єкта

Визначення постійних навантажень від власної ваги стін, перегородок, покриття та покрівлі виконувалося відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування».

Згідно з цим нормативним документом, навантаження від конструктивних елементів приймаються на основі їхніх геометричних параметрів, об'ємної маси матеріалів та умов роботи в складі будівельної системи. Такий підхід забезпечує коректне визначення постійних навантажень і дозволяє врахувати їхній вплив при розрахунку несучих конструкцій будівлі та фундаментів.

На рисунку 2.2 представлено схему конструкції зовнішньої стіни.

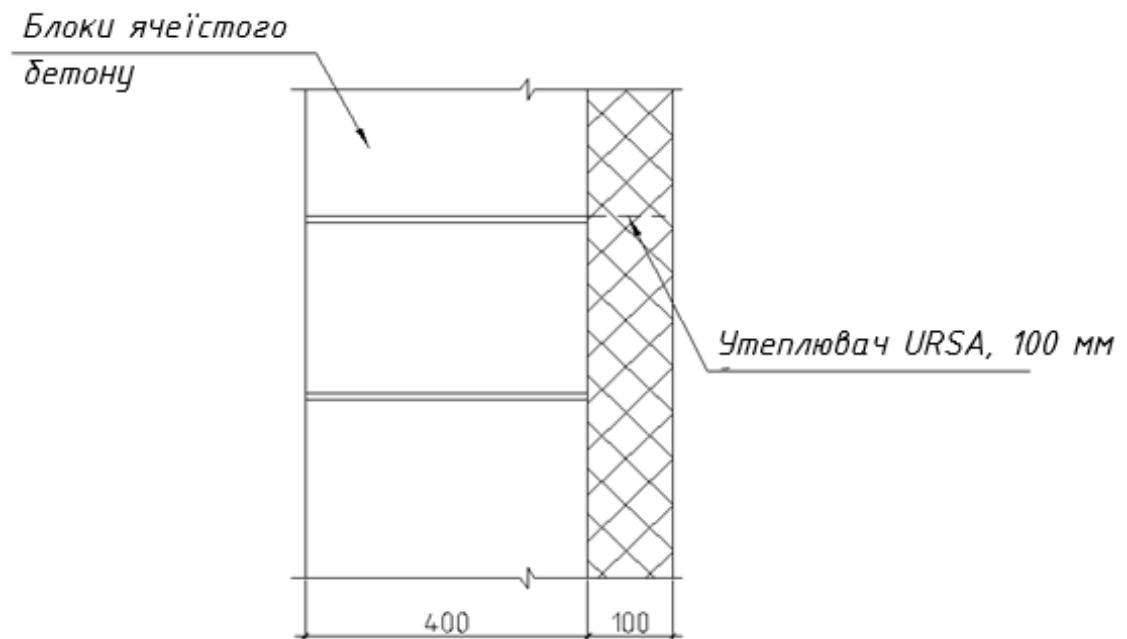


Рисунок 2.2. Схема конструкції зовнішньої стіни

Висота поверху будівлі прийнята ($H = 30$) м. Розрахунок навантажень здійснюється за встановленими нормативними залежностями відповідно до чинних будівельних норм, що регламентують визначення постійних і тимчасових навантажень та їх поєднань

$$F_n = \gamma \cdot t_{cl} \cdot H ;$$

$$F_p = F_n \cdot \gamma_f ,$$

де F_n – нормативне навантаження; γ – питома вага елемента стіни; t_{cl} – товщина шару елемента стіни; F_p – розрахункове навантаження; γ_f – коефіцієнт запасу;

У таблиці 2.4 систематизовано основні складові навантаження з урахуванням геометричних параметрів конструкції та питомої ваги матеріалів.

Таблиця 2.4. Визначення власної ваги зовнішньої стіни

Вид матеріалу	Питома вага (кН/м³)	Товщина шару (мм)	Нормативне навантаження (кН/м²)	Коефіцієнт запасу	Розрахункове навантаження (кН/м²)
Утеплювач URSA	60	100	4,8	1,1	5,28
Блоки з ячеїстого бетону	700	400	840	1,1	924
Штукатурка	1600	10	48	1,3	62,4
Разом:			892,8		991,68

На рисунку 2.3 представлено схему конструкції підлоги.

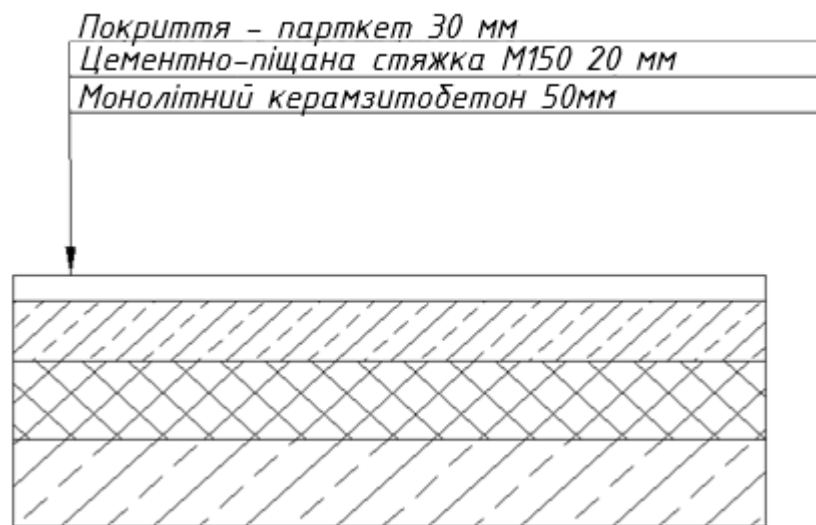


Рисунок 2.3. Схема конструкції підлоги

Нормативні навантаження приймаються на основі характеристичних значень постійних і тимчасових впливів, тоді як розрахункові навантаження визначаються з урахуванням коефіцієнтів надійності за навантаженням:

$$F_n = \gamma \cdot t_{cl};$$

$$F_p = F_n \cdot \gamma_f,$$

де F_n – нормативне навантаження; γ – питома вага елемента підлоги; t_{cl} – товщина шару елемента підлоги; F_p – розрахункове навантаження; γ_f – коефіцієнт запасу;

У таблиці 2.5 систематизовано основні складові навантаження з урахуванням геометричних параметрів конструкції та питомої ваги матеріалів.

Таблиця 2.5.Визначення власної ваги підлоги

Вид матеріалу	Уд. вага(кг/м3)	Товщина шару (мм)	Нормативне навантаження (кг/м2)	Коефіцієнт запасу	Розрахункове навантаження (кг/м2)
Щитовий паркет	1800	30	54.5	1.2	65.4
Стяжка із цементно-піщаного розчину марки М-150	1800	20	36	1.1	39.6
Керамзитобетон монолітний	1600	49	80	1.3	104
Разом			170.5		209

На рисунку 2.4 представлено схему конструкції покрівлі.

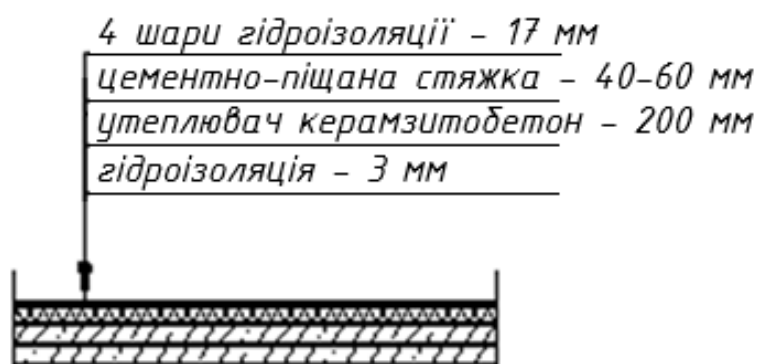


Рисунок 2.4.Схема конструкції покрівлі

Визначення нормативних та розрахункових навантажень виконується відповідно до чинних будівельних норм із використанням установлених розрахункових залежностей:

$$F_n = \gamma \cdot t_{cl};$$

$$F_p = F_n \cdot \gamma_f,$$

де F_n – нормативне навантаження; γ – питома вага елемента покрівлі; t_{cl} – товщина шару елемента покрівлі; F_p – розрахункове навантаження; γ_f – коефіцієнт запасу.

У таблиці 2.6 систематизовано основні складові навантаження з урахуванням геометричних параметрів конструкції та питомої ваги матеріалів.

Таблиця 2.6. Визначення власної ваги покрівлі

Вид матеріалу	Уд. вага (кг/м3)	Товщина шару (мм)	Нормативне навантаження (кг/м2)	Коефіцієнт запасу	Розрахункове навантаження (кг/м2)
4-х шаровий руберойдовий килим	2000	17	38	1.3	49.4
Стяжка з цементно-піщаного розчину М100 армована сіткою d5 Вр-I 100x100	1800 (3)	40	72	1.1	82.2
Утеплювач керамзит-бетон	800	200	160	1.3	208
Пароізоляція	2000	2	4	1.3	5.2
Разом			274		344.8

Навантаження від перегородок визначається за укрупненими показниками і приймається рівним 0,1 т/м².

Визначення вітрових навантажень. Визначення вітрових навантажень виконувалося відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування».

Будівельний майданчик розташований у II вітровому районі, для якого нормативне значення вітрового тиску становить $w_0 = 0,40$ кПа. Об'єкт будівництва знаходиться в межах міської території з рівномірною забудовою та наявністю перешкод висотою понад 10 м. Враховуючи характер навколишньої забудови та умови місцевості, для розрахунку вітрових навантажень приймається тип місцевості III.

Величина вітрового тиску w_m визначається за нормативною формулою:

$$w_m = w_0 \times k \times c,$$

де c - аеродинамічний коефіцієнт приймається відповідно до характеру обтікання будівлі вітровим потоком. Для навітряної сторони будівлі він становить «+0,8», для підвітряної сторони аеродинамічний коефіцієнт приймається «-0,6»; k - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску з висотою залежно від типу місцевості, характеризує нерівномірність розподілу вітрового навантаження по висоті будівлі. Значення коефіцієнта наведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7. Значення коефіцієнта k в залежності від висоти

Висота Z , м	≤ 5	10	20	40	60	80	150
Коефіцієнт k	0,5	0,65	0,85	1,1	1,3	1,6	1,9

На рисунку 2.5 показана Епюра вітрового тиску по висоті.

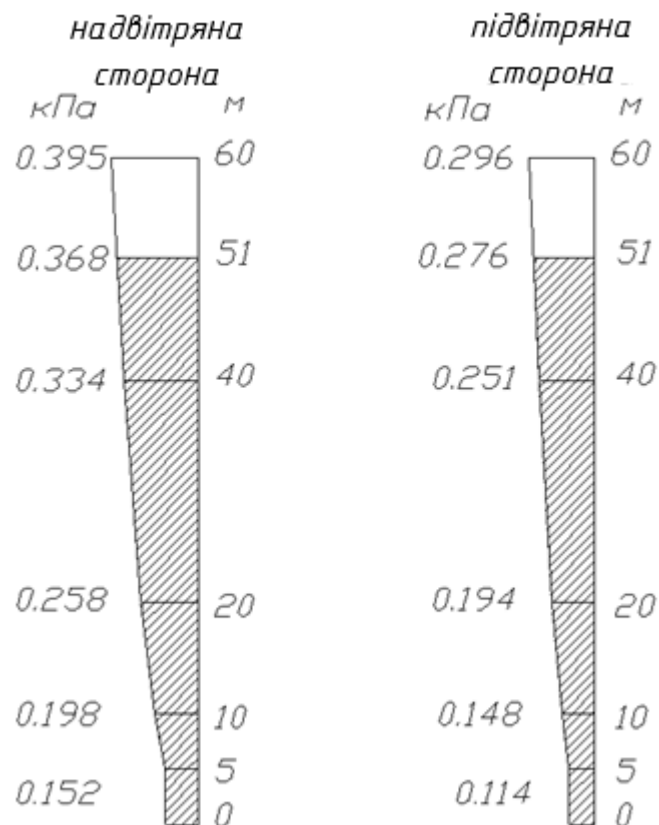


Рисунок 2.5. Епюра вітрового тиску по висоті

Погонне навантаження від вітрового тиску, що діє лише на рівні перекриття кожного поверху, визначається з урахуванням розрахункових

значень вітрового навантаження та геометричних параметрів будівлі наведено у табл. 2.8:

Таблиця 2.8. Значення вітрового тиску на рівні перекриття поверхів

Перекриття поверху №	Навітряна сторона (кН/м)	Підвітряна сторона (кН/м)
1	0,152	0,114
2	0,152	0,114
3	0,172	0,129
4	0,201	0,151
5	0,224	0,168
6	0,246	0,185
7	0,263	0,197
8	0,276	0,207
9	0,288	0,216
10	0,301	0,226
11	0,313	0,235
12	0,326	0,245
13	0,338	0,253
14	0,348	0,261
15	0,358	0,268
16	0,368	0,276

Визначення навантаження на перекриття. Нормативне «корисне» навантаження на перекриття житлових кімнат з 2-го по 16-й поверхи приймається $F_n=150$ кг/м². Для переходу до розрахункового значення враховується коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,3$:

$$F_p = F_n \times \gamma_f = 150 \cdot 1,3 = 195 \text{ кг/м}^2.$$

Відповідно до таблиці 3 [1] нормативне навантаження на перекриття в зоні ліфтового вузла з 1-го по 16-й поверхи приймається відповідно до встановлених нормативних значень: $F_n=300$ кг/м².

З урахуванням коефіцієнта надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,2$ розрахункове значення корисного навантаження на перекриття визначається:

$$F_p = F_n \times \gamma_f = 300 \cdot 1,2 = 360 \text{ кг/м}^2.$$

Нормативне «корисне» навантаження на перекриття з 2-го по 16-й поверхи на балкони складе $F_n = 400 \text{ кг/м}^2$ на ділянці завширшки 0,8 м вздовж огороження балкона. З урахуванням коефіцієнта запасу $\gamma_f = 1,2$ розрахункове навантаження складе:

$$F_p = F_n \times \gamma_f = 400 \cdot 1,2 = 480 \text{ кг/м}^2.$$

Визначення снігового навантаження. Повне нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття (s) визначається за нормативною формулою:

$$s = s_0 \cdot \mu$$

де s_0 – нормативне значення ваги снігового покриву на 1 м^2 горизонтальної поверхні землі; μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття.

Будівельний майданчик відноситься до V снігового району, для якого нормативне значення ваги снігового покриву на 1 м^2 горизонтальної поверхні землі становить ($s_0 = 160$) кгс/м^2 .

З урахуванням коефіцієнта надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,4$, розрахункове значення навантаження від ваги снігового покриву визначається

$$F_p = S_0 \times \gamma_f = 224 \text{ кг/м}^2.$$

2.2.1. Дослідження напружено-деформованого стану (НДС) монолітної плити перекриття методом скінченних елементів

У межах дослідження виконано аналіз напружено-деформованого стану монолітного перекриття на прикладі будівлі, що зазнала руйнування. Розрахунки НДС проводилися у сертифікованому та верифікованому програмному комплексі «ЛПРА-САПР».

Об'єктом дослідження є монолітні залізобетонні безбалкові перекриття будівель і споруд. У зв'язку з цим місце розташування, поверховість і функціональне призначення будівлі мають незначний вплив на результати

дослідження (за винятком випадків розміщення об'єкта у сейсмонебезпечних районах). Досліджуваний об'єкт обрано умовно, а кількість поверхів визначено з метою більш наочної демонстрації зміни зусиль у колонах при варіюванні товщини плити перекриття. Як тип будівлі прийнято житловий, оскільки саме в житловому будівництві найчастіше застосовуються вузли з'єднання безбалкової плити з колоною.

Об'єктом дослідження є 16-поверхова житлова будівля, у структурі якої передбачено адміністративні приміщення на першому поверсі, паркувальний рівень у цокольній частині та технічний поверх (горище). Споруда має асиметричну планувальну конфігурацію з габаритами 40,8 м в осях «1–7» і 18,5 м в осях «А–Г». На рисунках 2.4–2.8 подано загальний архітектурний вигляд будівлі, план першого поверху, план типового поверху та розріз 1–1. Висота цокольного та першого поверхів становить 3,3 м, тоді як висота всіх надземних поверхів — 3,0 м.

Будівля за конструктивною схемою належить до каркасного типу, в якому несучі та огорожувальні елементи чітко розділені за функціональним призначенням. Несуча система представлена монолітним залізобетонним каркасом, що складається з колон, пілонів і монолітних плит перекриття. Огорожувальні конструкції виконані у вигляді зовнішніх навісних стін та внутрішніх міжповерхових перегородок, які можуть розмішуватися довільно в межах плану перекриття та не впливають на несучу здатність основного каркасу.

Просторова жорсткість споруди забезпечується жорсткими вузлами з'єднання між конструктивними елементами. Додаткове підвищення жорсткості досягається за рахунок системи монолітних пілонів (діафрагм жорсткості), розміщених симетрично — по вісім у кожному напрямку, а також ліфтових шахт, які виконують функцію центрального ядра жорсткості будівлі.

Перекриття виконано у вигляді монолітного безбалкового жорсткого диска, що утворює нерозрізне жорстке з'єднання зі стійками каркаса. Вузли примикання плити перекриття до колон передбачені без капітелей, що відповідає прийнятому безбалковому конструктивному рішення. Для

попередніх розрахунків орієнтовна товщина плити перекриття прийнята на рівні 220 мм.



Рисунок 2.6. Загальний вигляд будівлі



Рисунок 2.7. Загальний вигляд типового поверху

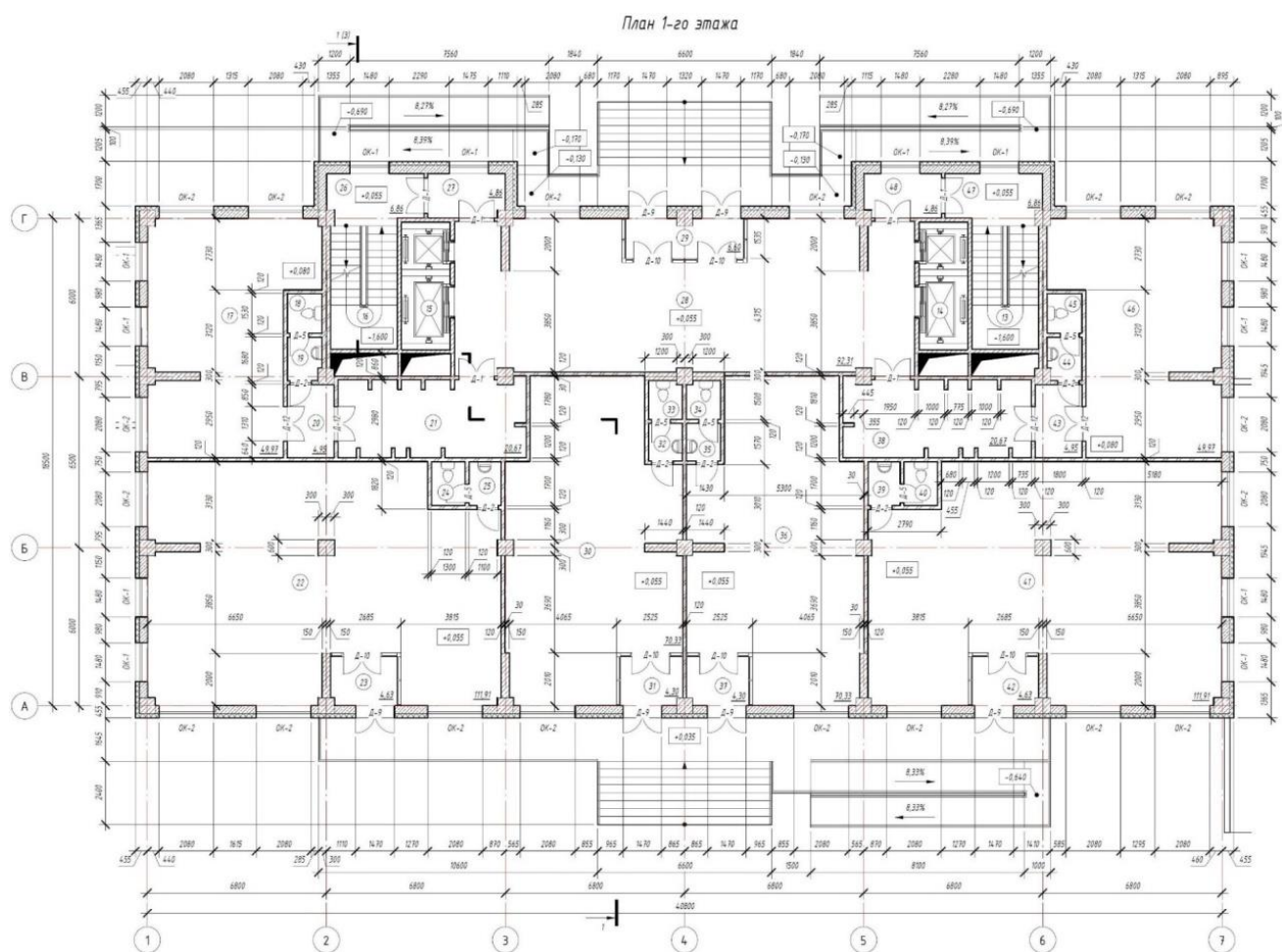


Рисунок 2.8. План 1-го поверху

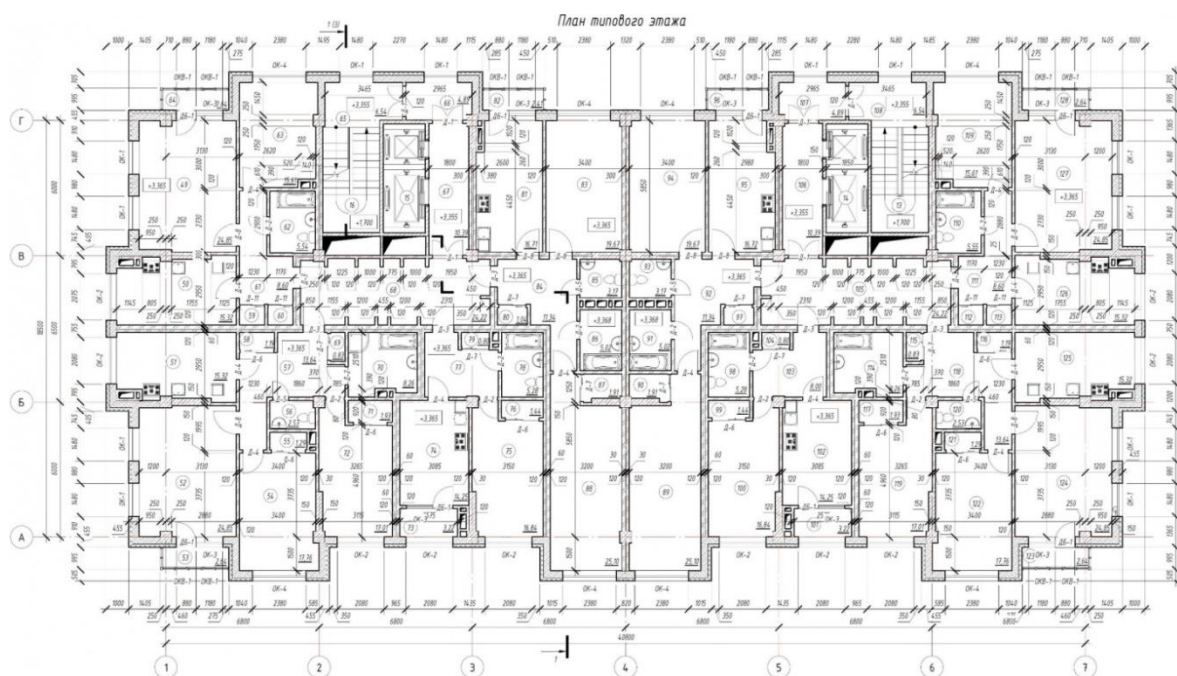


Рисунок 2.9. План типового поверху

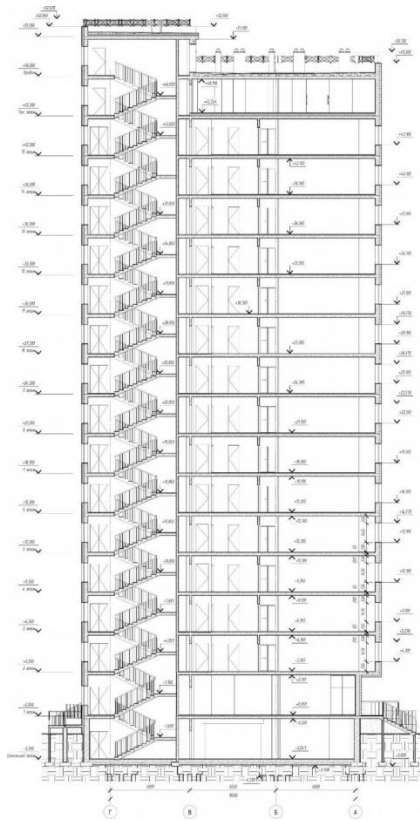


Рисунок 2.10. Розріз 1-1

Статичний розрахунок будівлі. Розрахункову модель було сформовано у препроцесорі «Сапфір-3D», після чого пружний статичний аналіз виконано в програмному комплексі «ЛІРА-САПР». Отримана модель належить до систем загального типу з параметрами, характерними для розрахункової схеми №5. Як основні невідомі прийнято лінійні переміщення та кутові повороти відносно глобальних координатних осей X , Y , Z . У моделі враховано дію вертикальних навантажень і горизонтальних вітрових впливів, при цьому вітрові навантаження прикладено до жорстких дисків перекриттів.

Розрахунок будівлі здійснювався у двох варіантах: без врахування черговості монтажу та з урахуванням монтажних стадій зведення, коли основні навантаження прикладаються після завершення всіх будівельних етапів. Розбиття будівлі на монтажні стадії виконано по поверхах, що забезпечило більш точне відображення реальних умов роботи конструкції.

Геометричні параметри моделі повністю узгоджуються з архітектурно-конструктивними рішеннями. Узагальнену просторову розрахункову схему

споруди подано на рис. 2.11, а модель типового поверху - на рис. 2.12. Основні характеристики розрахункової моделі такі:

- кількість вузлів — 425 593;
- кількість скінченних елементів — 422 026;
- число завантажень — 17;
- кількість комбінацій навантажень — 24;
- кількість монтажних стадій — 18.

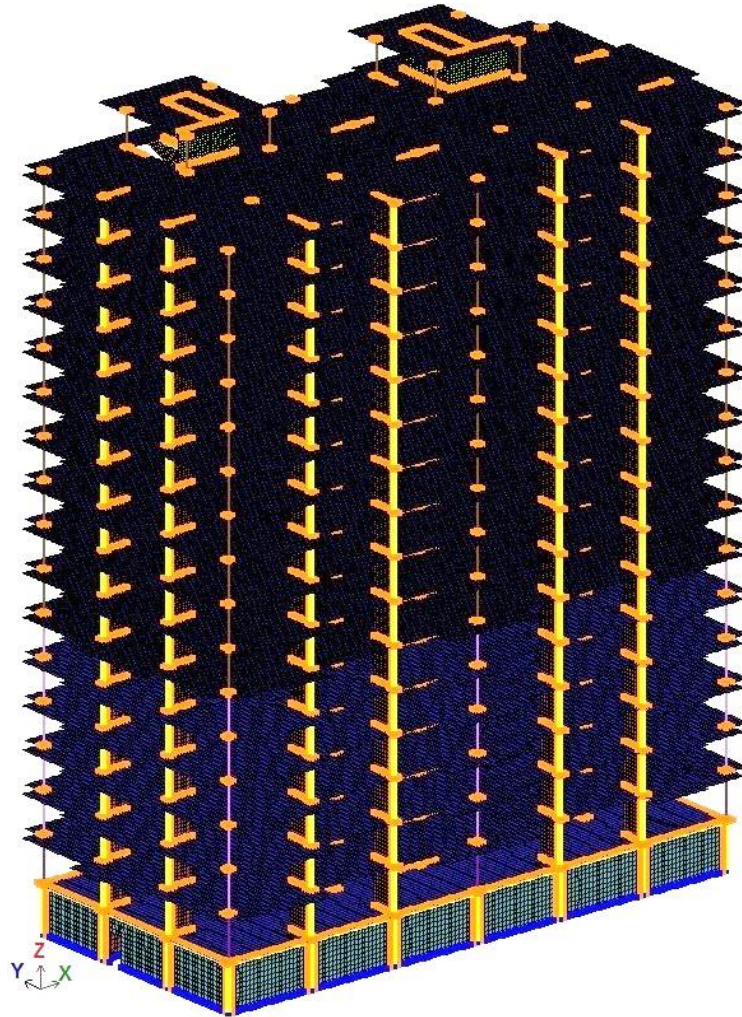


Рисунок 2.11. Загальний вигляд розрахункової моделі

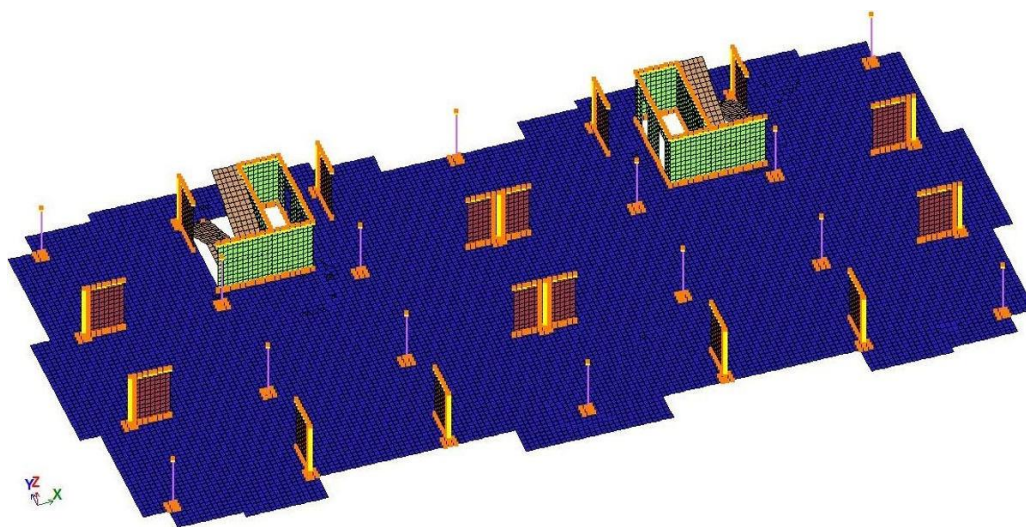


Рисунок 2.12. Типовий поверх розрахункової моделі

За результатами аналізу (рис. 2.13, 2.14) встановлено, що врахування монтажних стадій призводить до збільшення вертикальних переміщень плити перекриття типового поверху вздовж осі «Z» на 3,1 %. Водночас сумарні переміщення всієї будівлі в напрямку осі «Z» за умов поетапного зведення зменшуються на 16,8 %. Така відмінність обумовлена нерівномірним розподілом просторової жорсткості конструктивної системи, зокрема наявністю більш жорстких елементів — ядер жорсткості, які суттєво впливають на перерозподіл деформацій у процесі зведення споруди.

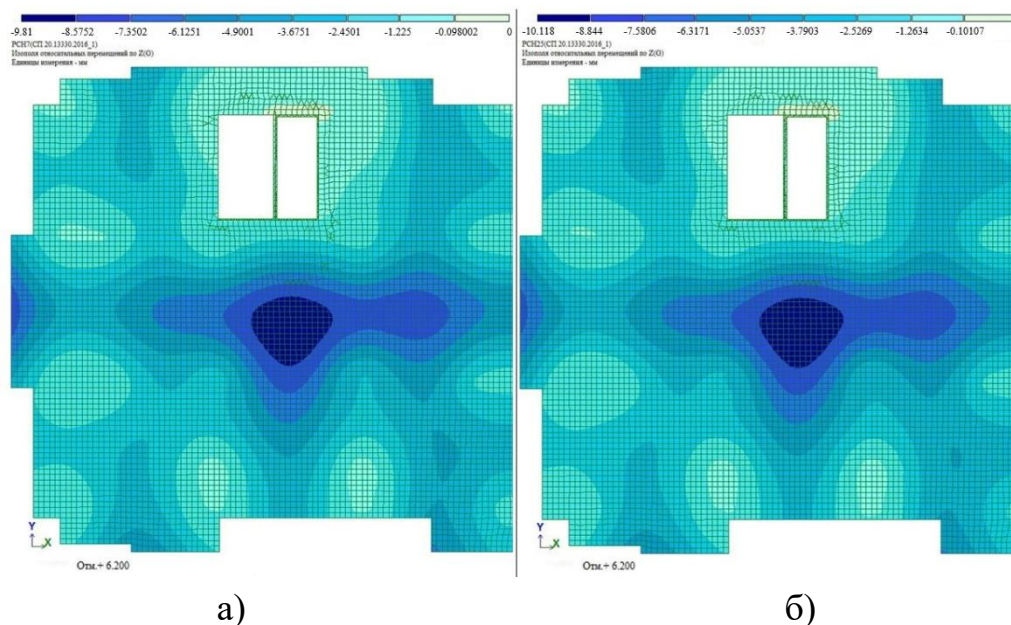
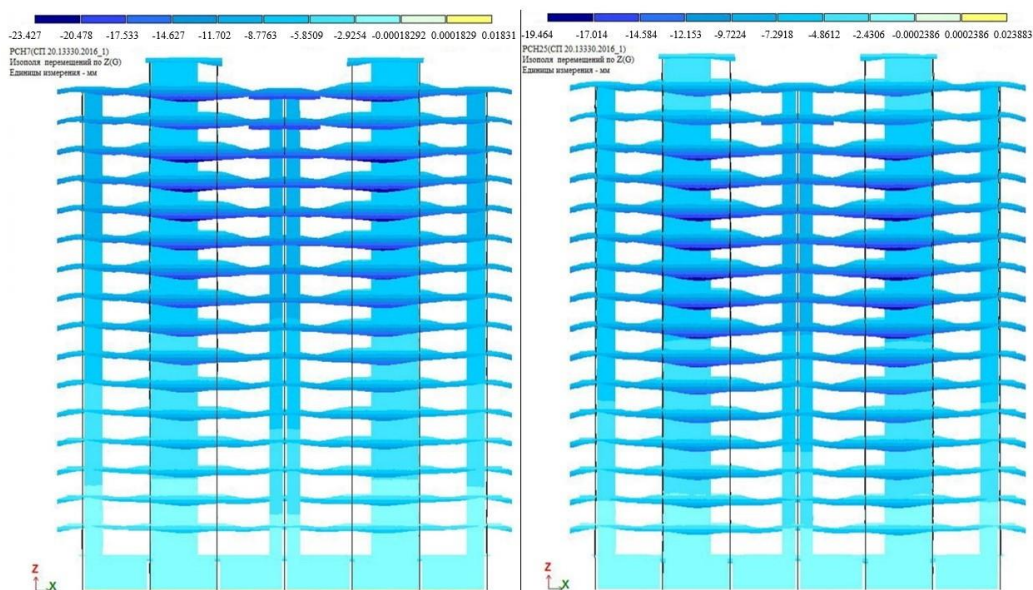


Рисунок 2.13. Ізополя переміщень плити перекриття типового поверху по осі (Z) в мм: а) без урахування монтажних стадій; б) з урахуванням монтажних стадій

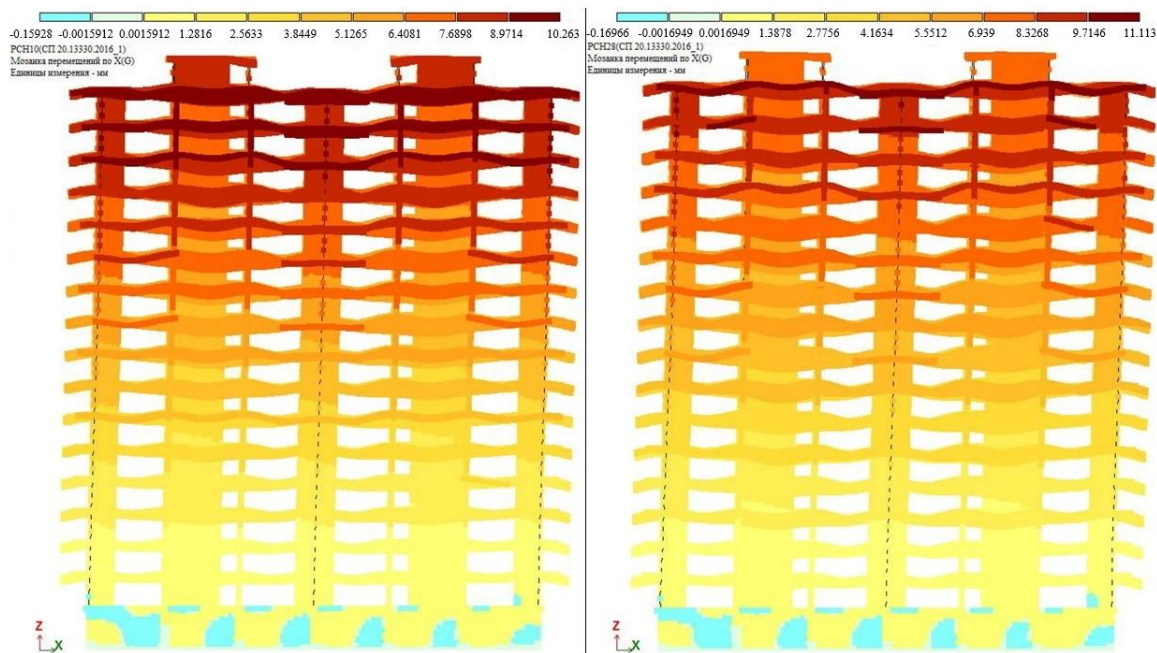


а)

б)

Рисунок 2.14. Ізополя переміщень всієї будівлі по осі (Z) в мм: а) без урахування монтажних стадій; б) з урахуванням монтажних стадій

При врахуванні монтажних стадій переміщення будівлі вздовж осі «X» збільшилися на 8,3 %, тоді як у напрямку осі «Y» спостерігалось їх зменшення на 9,2 %.



а)

б)

Рисунок 2.15. Ізополя переміщень усієї будівлі по осі (X) в мм: а) без урахування монтажних стадій; б) з урахуванням монтажних стадій

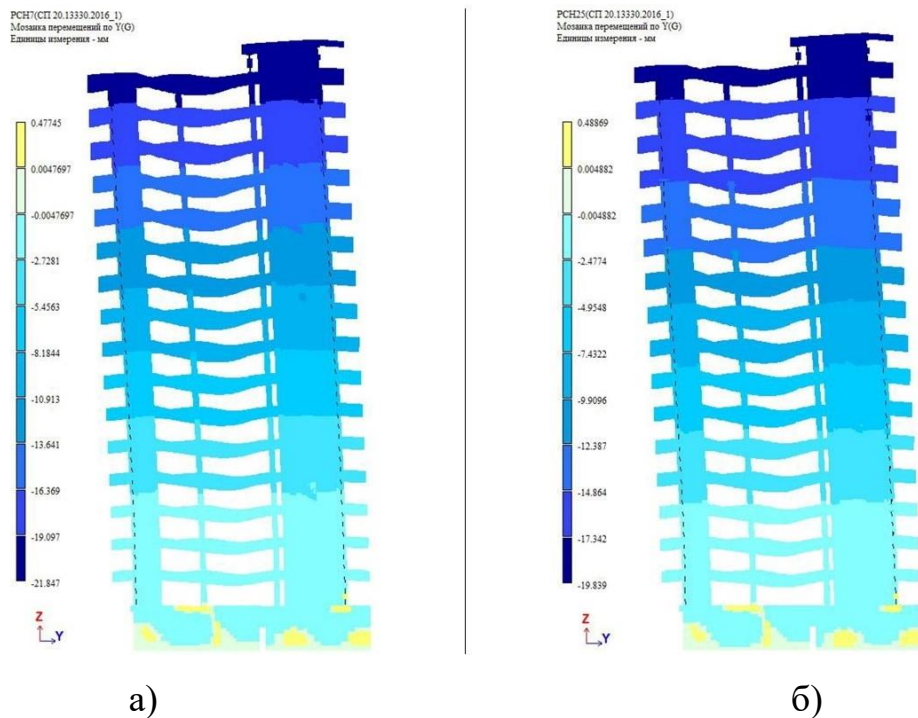


Рисунок 2.16. Изополя перемещень будівлі по осі (Y):

а) без урахування монтажних стадій; б) з урахуванням монтажних стадій

Аналіз результатів підбору арматури в плитах перекриття показав, що врахування монтажних стадій спричинило певні зміни в обсягах як верхнього, так і нижнього армування, проте ці відмінності є незначними. Водночас вплив монтажних стадій на армування опорних зон на продавлювання виявився істотним: необхідна площа арматури збільшилася на 15 %. Отримані результати свідчать, що нехтування монтажними стадіями (генетичною нелінійністю) під час розрахунків може призвести до суттєвих похибок в оцінці несучої здатності колон нижніх поверхів і надійності вузлів сполучення безбалкових плит перекриття. Це, своєю чергою, безпосередньо впливає на загальну міцність, жорсткість і стійкість каркасної системи будівлі.

Слід зазначити, що проблема конструктивного сполучення безбалкової плити перекриття з колоною залишається актуальною й сьогодні. Товщину монолітної плити, як правило, призначають відповідно до конструктивних вимог та визначають розрахунком на дію поперечної сили (продавлювання), яка виникає в опорних зонах безбалкових перекриттів.

Водночас значна частина площі плити армується конструктивно з мінімальним нормативним відсотком армування (0,1 %), що нерідко призводить до надлишкових витрат бетону та арматури. У зв'язку з цим постає питання оптимізації матеріаломісткості конструкції шляхом зменшення товщини плити перекриття.

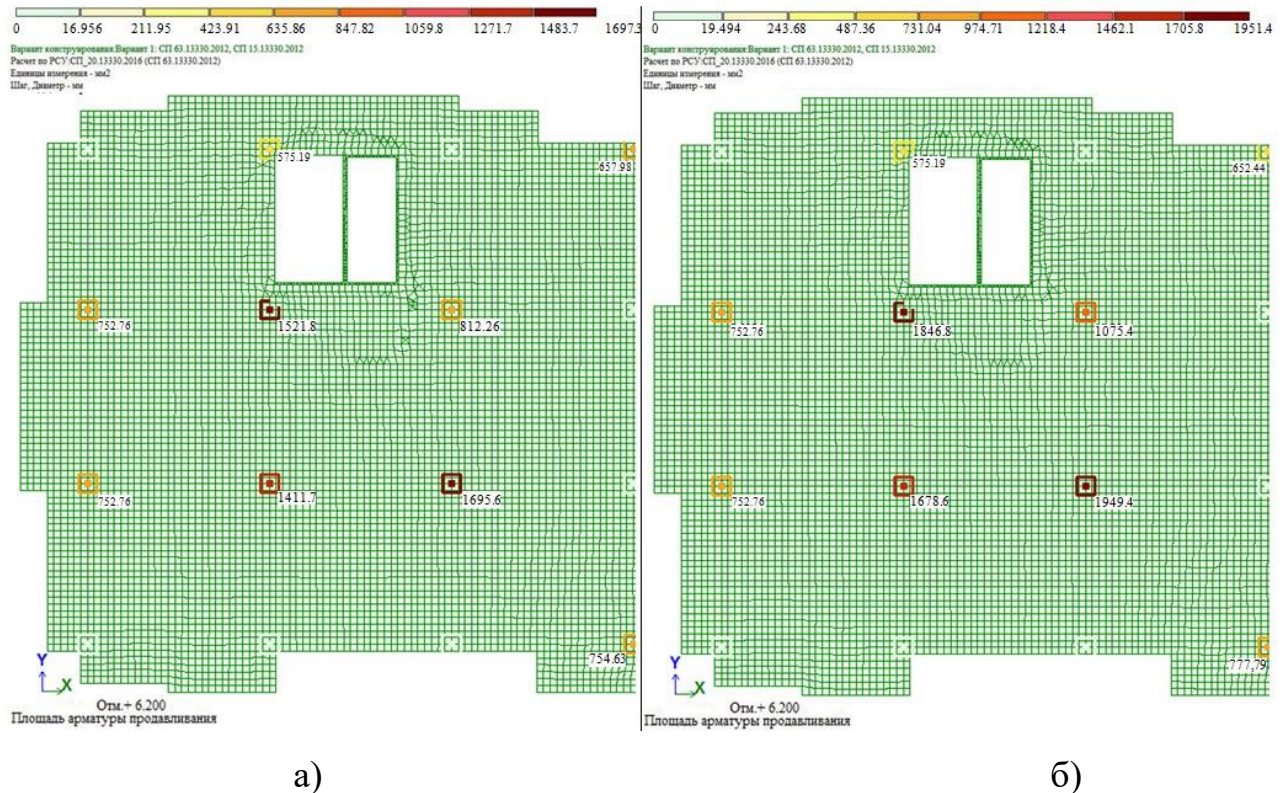


Рисунок 2.17. Площа армування контурів продавлювання:

а) без урахування монтажних стадій; б) з урахуванням монтажних стадій

Одним із можливих способів зниження матеріаломісткості конструкції є використання конструктивного армування як розрахункового, що дозволяє зменшити товщину плити за умови збереження необхідної несучої здатності. Водночас при цьому слід враховувати зростання гнучкості конструкції та її вплив на експлуатаційні показники.

На сьогодні найбільш поширеним конструктивним рішенням при проектуванні монолітних безкапітельних перекриттів є вузол із застосуванням поперечної гнучкої арматури. Така схема, яка вважається традиційною (рис.

2.18), передбачає сприйняття зусиль продавлювання спільною роботою бетонного перерізу та встановленої вертикальної поперечної арматури.

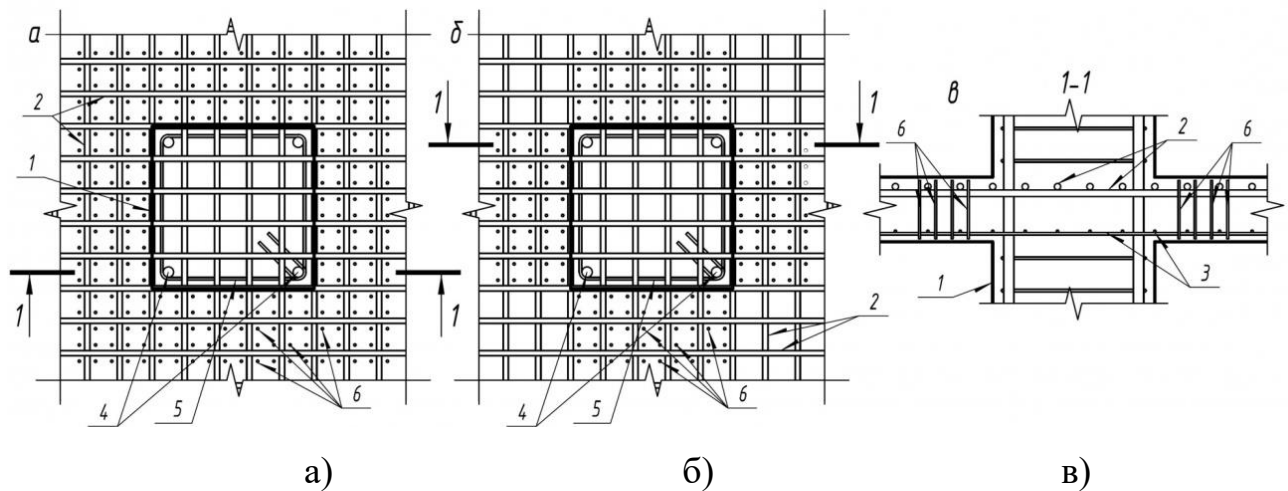


Рисунок 2.18. Вузол з'єднання колони з безбалковим монолітним безкапітельним перекриттям:

а) рівномірно розподіленої поперечної арматури; б) арматура, розташована хрестоподібно за головними осями колони; в) розріз 1-1;

1 – колона; 2 – верхня арматурна сітка поздовжнього армування; 3 – нижня арматурна сітка поздовжнього армування; 4 – поздовжнє армування колони; 5 – поперечне армування колони; 6 – поперечна гнучка арматура

2.2.2. Дослідження дискретизації моделі на скінченні елементи

Розмірність розрахункової задачі безпосередньо залежить від кількості та типу застосованих скінченних елементів: зі збільшенням їх числа зростає тривалість розрахунку та підвищуються вимоги до обчислювальних ресурсів. Для адекватного відтворення роботи конструкції необхідно було виконати її дискретизацію на скінченні елементи, що зумовило потребу у виборі їх оптимальних розмірів. З цією метою перед проведенням основних чисельних досліджень було виконано аналіз збіжності результатів на спрощеній розрахунковій моделі. Дослідження передбачало послідовну зміну розмірів скінченних елементів із подальшим порівнянням отриманих результатів. Під час аналізу збіжності розглядалися пластинчасті скінченні елементи з характерними розмірами в межах $L \times (1/5 \dots 1/25)$ прольоту (де L — довжина

розрахункового прольоту) та $b \times (1/2 \dots 1/25)$, де b — найменший розмір (діаметр або сторона) колони чи отвору.

За результатами аналізу збіжності було встановлено таке:

- у прогонових зонах конструкції при моделюванні плити скінченними елементами типу 42 та 44 дискретизацію доцільно виконувати з розміром елемента в межах $L \times (1/14 \dots 1/16)$, де L — розрахунковий проліт;
- в опорних зонах конструкції та поблизу отворів, за наявності прямих кутів, при використанні скінченних елементів типу 42 та 44 розбиття слід виконувати з розміром елемента $b \times (1/2 \dots 1/4)$, де b — найменший розмір сторони колони або отвору, але не більше товщини плити h .

Було проведено аналіз рекомендацій розробників програмних комплексів «ЛІРА-САПР», «SCAD Office 21», «MicroFe», а також опрацьовано спеціалізовану літературу щодо особливостей роботи з цими програмними продуктами. Крім того, виконано огляд наукових статей, монографій і методичних рекомендацій інших авторів. Результати аналізу показали, що єдиного підходу до вибору параметрів скінченно-елементної моделі не існує. Водночас більшість дослідників сходяться на тому, що для отримання достовірних результатів розрахунку необхідно дотримуватися низки вимог:

- забезпечувати достатню густоту скінченно-елементної сітки для адекватного відтворення напружено-деформованого стану конструкції;
- виконувати згущення сітки в зонах концентрації напружень, поблизу опор, отворів та місць зміни геометрії конструкції;
- дотримуватися раціонального співвідношення сторін скінченних елементів та уникати елементів із надмірно спотвореною формою;
- забезпечувати сумісність скінченно-елементної сітки в місцях з'єднання різних конструктивних елементів;
- перевіряти збіжність результатів шляхом послідовного уточнення сітки;

- обирати тип і розмір скінченних елементів з урахуванням особливостей конструкції, характеру навантаження та поставлених завдань дослідження;
- забезпечувати баланс між точністю результатів і витратами обчислювальних ресурсів.

2.2.3. Дослідження напружено-деформованого стану вузла з'єднання безбалкової плити перекриття з найбільш навантаженою колоною

Для оцінки напружено-деформованого стану вузла сполучення було побудовано повну розрахункову модель будівлі, хоча поглиблений аналіз виконувався лише для одного — найбільш навантаженого — вузла. Такий підхід є виправданим, оскільки введення додаткових жорстких елементів у зоні опирання суттєво впливає на загальний напружено-деформований стан конструктивної системи. Розгляд вузла окремо від усієї споруди не дозволив би коректно врахувати особливості його роботи та міг би призвести до спотворення результатів розрахунку. Крім того, на розподіл зусиль і формування напруженого стану впливають нерегулярність розташування колон та нерівномірний характер навантаження в різних прольотах.

Для більш детального дослідження роботи опорної зони монолітної безбалкової плити перекриття було виконано локальне згущення скінченно-елементної сітки в області сполучення плити з найбільш навантаженою колоною. Розміри скінченних елементів у цій зоні були прийняті меншими за рекомендовані, що дало змогу коректно змодельовати роботу жорстких арматурних елементів і сталевих листів, розташованих в опорній ділянці. Така деталізація моделі забезпечила підвищення точності визначення локальних напружень і деформацій у найбільш відповідальній зоні конструкції.

Вузол сполучення було досліджено у трьох конструктивних варіантах для плит перекриття товщиною 180 та 200 мм:

1. Класичне конструктивне рішення вузла сполучення плити з колоною із традиційним армуванням (рис. 2.18).

2. Варіант із застосуванням жорсткої арматури у вигляді двох двотаврових балок №18 або №20, які виконують функцію прихованої капітелі та забезпечують підвищення несучої здатності опорної зони (рис. 2.19).

3. Варіант із використанням просторової сталеві решітки, утвореної взаємно перпендикулярними вертикально встановленими сталевими листами на всю висоту перерізу плити. Для забезпечення їх заводського складання в листах передбачено отвори та прорізи на половину висоти, що дозволяють з'єднувати елементи між собою в єдину конструкцію (рис. 2.20).

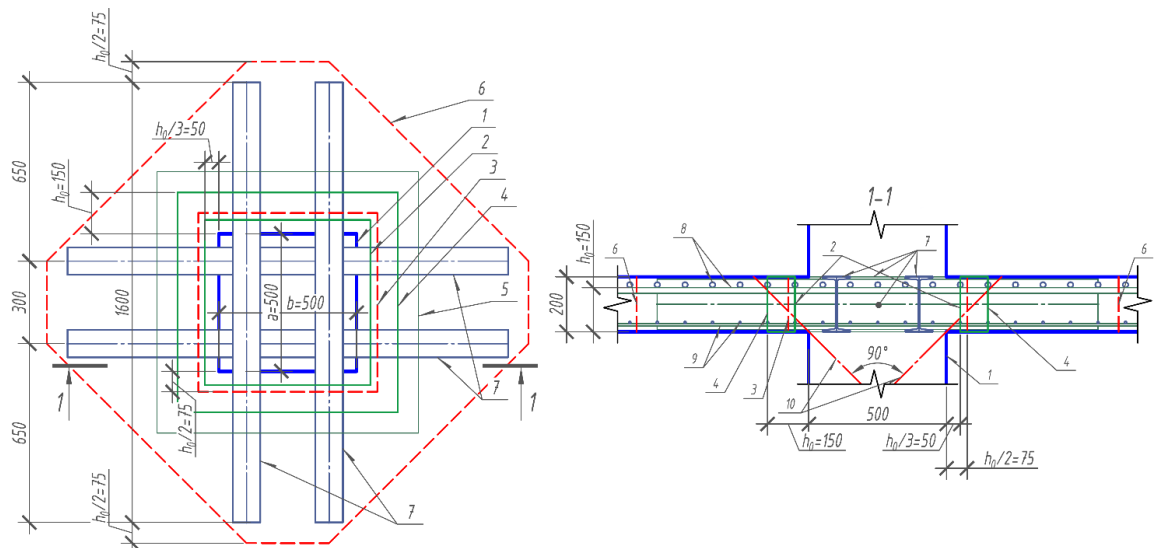


Рисунок 2.19. Вузол з'єднання плити з колоною, підсилений жорсткою арматурою у вигляді двотаврових балок №20:

1 – розрахунковий контур прикладання навантаження (за розмірами перерізу колони); 2, 4 – Межі зони врахування арматури при розрахунку на продавлювання; 3 – розрахунковий контур поперечного перерізу; 5 – контур зони встановлення поперечної арматури відносно перерізу колони; 6 – Розрахунковий контур без урахування поперечного армування; 7 – жорстке армування; 8 – сітка поздовжньої арматури в розтягнутій зоні; 9 – сітка поздовжньої арматури в стиснутій зоні; 10 – пірамідальна поверхня продавлювання

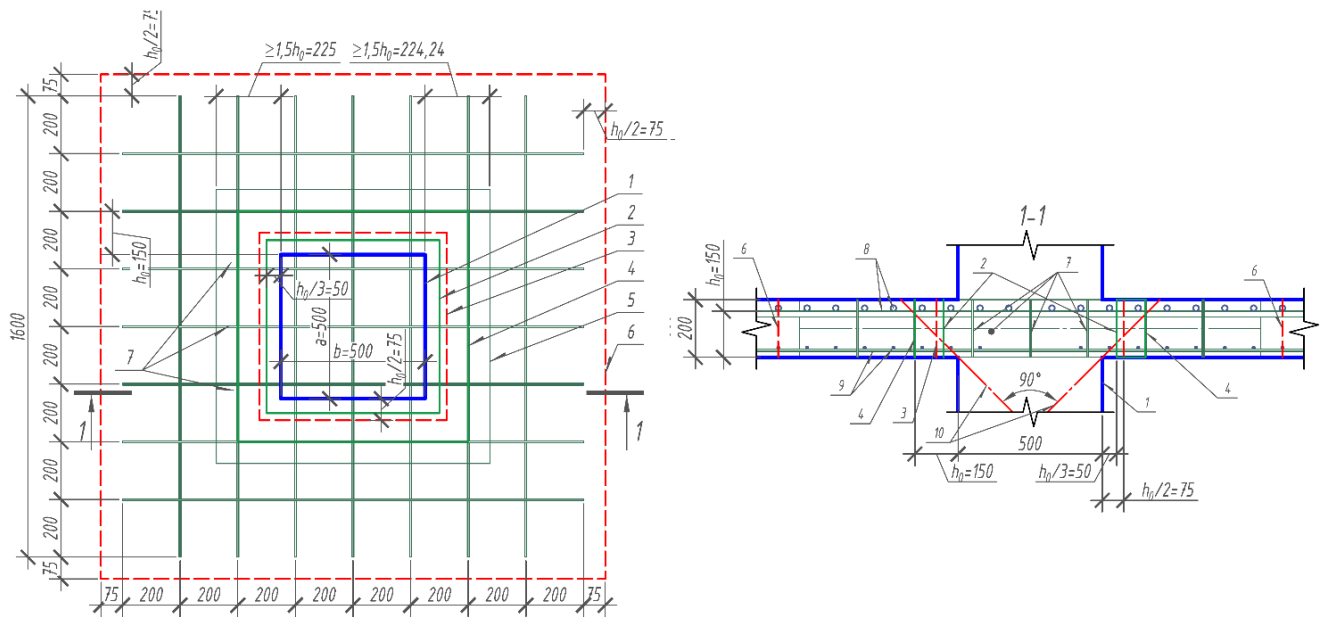


Рисунок 2.20. Вузол з'єднання плити з колоною, підсилений сталевими листами:

1 – розрахунковий контур прикладання навантаження (за розмірами перерізу колони); 2, 4 – Межі зони врахування арматури при розрахунку на продавлювання; 3 – розрахунковий контур поперечного перерізу; 5 – контур зони встановлення поперечної арматури відносно перерізу колони; 6 – Розрахунковий контур без урахування поперечного армування; 7 – жорстке армування; 8 – сітка поздовжньої арматури в розтягнутій зоні; 9 – сітка поздовжньої арматури в стиснутій зоні; 10 – пірамідальна поверхня продавлювання

У межах опорної зони пластинчасті скінченні елементи типів №42 та №44 були прийняті з розмірами $0,05 \times 0,05$ м при товщині плити 180 та 200 мм відповідно. Жорстке армування та сталеві листи моделювалися за допомогою стержневих скінченних елементів типу №10. Оскільки розрахункова модель містить як стержневі, так і пластинчасті скінченні елементи, у вузлах сполучення перекриття з вертикальними несучими елементами були введені абсолютно жорсткі тіла (АЖТ). Геометричні параметри АЖТ відповідали розмірам поперечного перерізу колони та товщині плити перекриття. Такий підхід забезпечує більш коректне передавання зусиль між елементами різних

типів і дозволяє підвищити точність оцінки напружено-деформованого стану опорних зон.

Застосування абсолютно жорстких тіл (АЖТ) забезпечує спільне деформування вузлів розрахункової моделі, об'єднаних у межах такого тіла. Це дає змогу уникнути локальних концентрацій зусиль і напружень у місцях стикування стержневих та пластинчастих скінченних елементів, а також забезпечує більш достовірне відтворення роботи конструкції в критичних зонах.

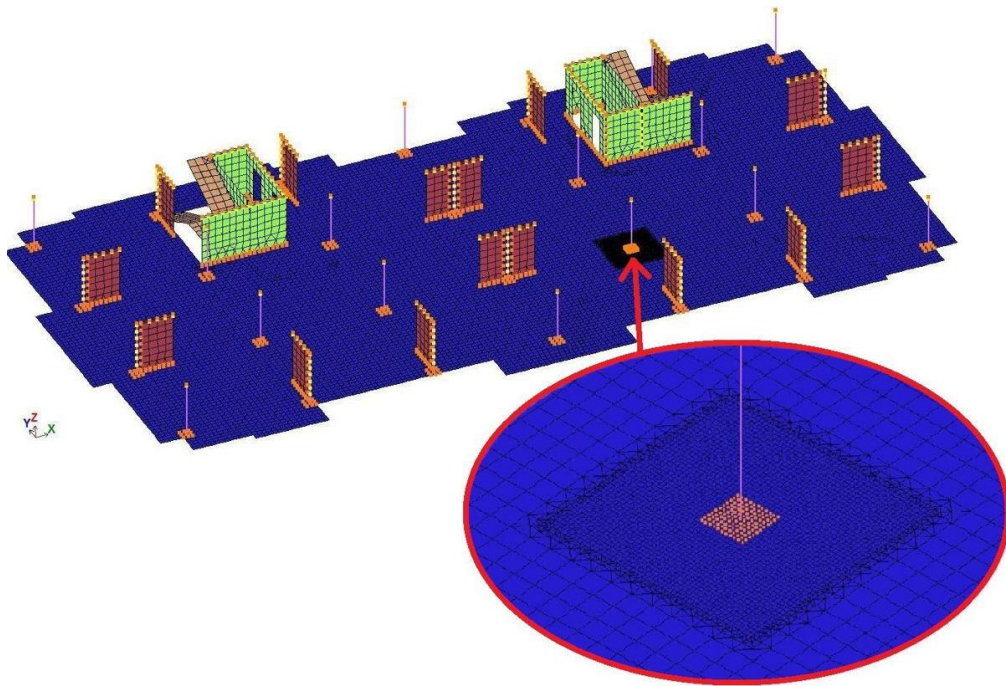
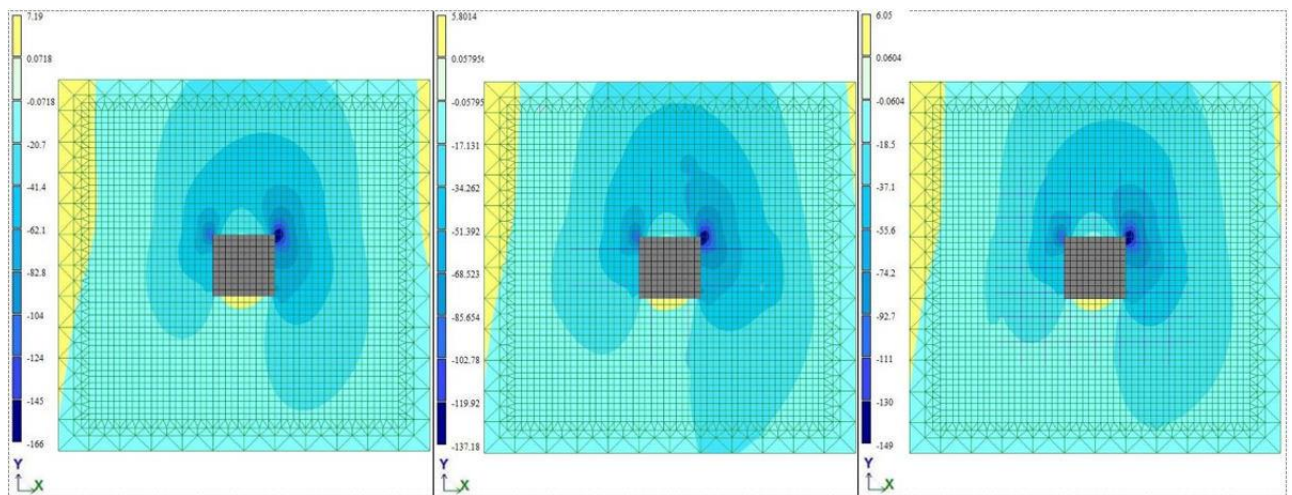


Рисунок 2.21. Локальне уточнення скінченно-елементної сітки в зоні з'єднання перекриття з колоною

Вплив додаткових елементів підвищеної жорсткості на напружено-деформований стан вузла при товщині плити 200 мм (рис. 2.22, 2.23).



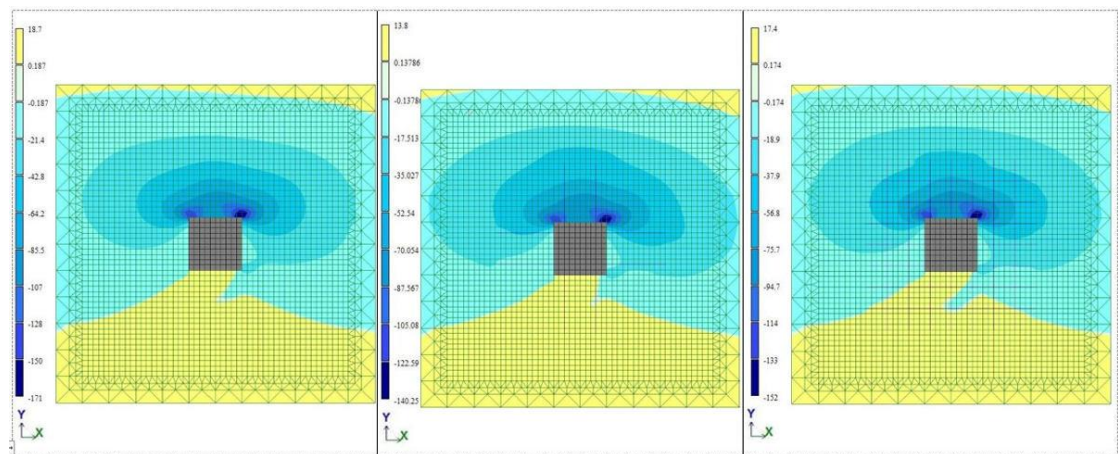
а)

б)

в)

Рисунок 2.22. Ізополя згинальних моментів M_x :

а) для плити товщиною 200 мм без застосування прихованих капітелей; б) для плити товщиною 200 мм із просторовою системою сталевих листів



а)

б)

в)

Рисунок 2.23. Ізополя згинальних моментів M_y :

а) для плити товщиною 200 мм без застосування прихованих капітелей; б) для плити товщиною 200 мм із просторовою системою сталевих листів

У табл. 2.9 наведено результати аналізу зміни внутрішніх зусиль у плиті товщиною 200 мм при застосуванні прихованих металевих капітелей, виконаних у вигляді жорсткої арматури та сталевих листів.

Таблиця 2.9. Результати порівняння внутрішніх зусиль у плиті товщиною $h=200$ мм при використанні прихованих капітелей

	M_x^+ , кН*м	M_x^- , кН*м	M_y^+ , кН*м	M_y^- , кН*м	Q_x^+ , кН/м	Q_x^- , кН/м	Q_y^+ , кН/м	Q_y^- , кН/м
Без застосування прихованих металевих капітелей	7,19	-166	18,7	-171	1852,9	-2002,5	1824,8	-2034,9
З використанням жорсткої арматури з двотаврових балок №20	5,801	-137,38	13,8	-140,25	1523	-1683	1502,4	-1702,9
Відхилення, %	19,32%	17,24%	26,20%	17,98%	17,80%	15,96%	17,67%	16,32%
З використанням сталевих листів перерізом 200×6 мм	6,05	-149	17,4	-152	1744,2	-1854,3	1717,1	-1873,8
Відхилення, %	15,86%	10,24%	6,95%	11,11%	5,87%	7,40%	5,90%	7,92%

Результати аналізу зміни напружено-деформованого стану вузла при застосуванні додаткових елементів підвищеної жорсткості за товщини плити 180 мм наведено на рис. 2.24 та 2.25.

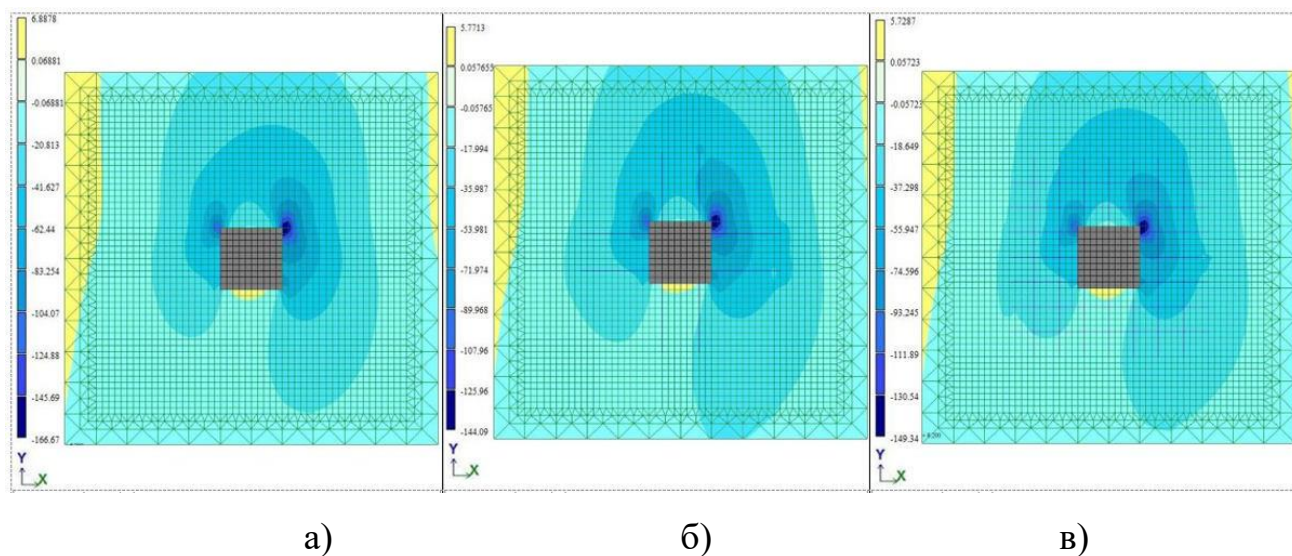
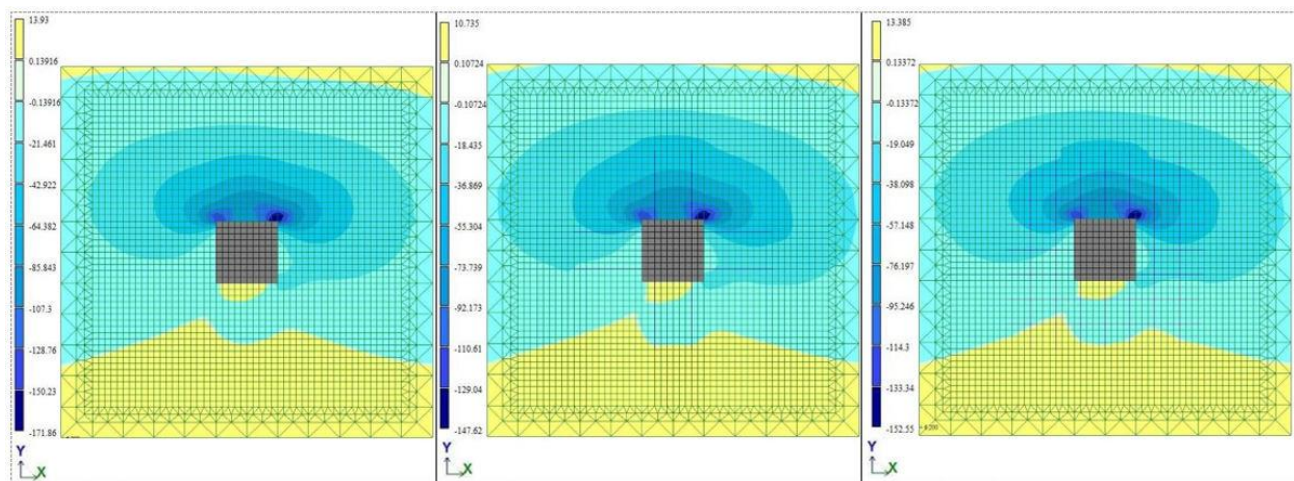


Рисунок 2.24. Ізополя згинальних моментів M_x :

а) для плити товщиною 200 мм без застосування прихованих капітелей; б) для плити товщиною 180 мм з використанням жорсткої арматури; в) для плити товщиною 200 мм із просторовою системою сталевих листів



а)

б)

в)

Рисунок 2.23. Ізополя згинальних моментів M_y :

а) для плити товщиною 200 мм без застосування прихованих капітелей; б) для плити товщиною 180 мм з використанням жорсткої арматури; в) для плити товщиною 200 мм із просторовою системою сталевих листів

У табл. 2.10 наведено результати аналізу зміни внутрішніх зусиль у плиті товщиною 180 мм при застосуванні прихованих металевих капітелей, виконаних у вигляді жорсткої арматури та сталевих листів.

Таблиця 2.10. Результати порівняння внутрішніх зусиль у плиті товщиною $h=180$ мм при використанні прихованих капітелей

	M_x^+ , кН*м	M_x^- , кН*м	M_y^+ , кН*м	M_y^- , кН*м	Q_x^+ , кН/м	Q_x^- , кН/м	Q_y^+ , кН/м	Q_y^- , кН/м
Без застосування прихованих металевих капітелей	6,888	-166,67	13,93	-171,86	1854,7	-2010,2	1828,4	-2041,7
З використанням жорсткої арматури з двотаврових балок №18	5,7713	-144,09	10,735	-147,62	1599	-1761,1	1578,2	-1783,4
Відхилення, %	16,21%	13,55%	22,94%	14,10%	13,79%	12,39%	13,68%	12,65%
З використанням сталевих листів перерізом 180×6 мм	5,729	-149,34	13,385	-152,55	1749,3	-1864,2	1723,6	-1883,9
Відхилення, %	16,83%	10,40%	3,91%	11,24%	5,68%	7,26%	5,73%	7,73%

Встановлено, що введення жорсткої арматури та вертикально розташованих сталевих листів у вузол сполучення монолітної плити з колоною суттєво впливає на характер розподілу внутрішніх зусиль у плиті. Для плити товщиною 200 мм застосування двох двотаврових балок №20, розміщених у взаємно перпендикулярних напрямках з міжосьовою відстанню 300 мм, забезпечує зменшення середніх внутрішніх зусиль на 18,56 %. Використання вертикальних сталевих листів у кількості семи елементів у кожному напрямку з кроком 200 мм також сприяє зниженню зусиль, проте меншою мірою — у середньому на 8,91 %.

Для плити товщиною 180 мм застосування прихованих металевих капітелей у вигляді двотаврових балок №18, розташованих за аналогічною схемою, забезпечує зменшення середніх внутрішніх зусиль на 14,91 %. Використання вертикальних сталевих листів також позитивно впливає на роботу вузла, знижуючи внутрішні зусилля в середньому на 8,6 %.

Отримані результати свідчать, що застосування жорсткої арматури та вертикальних сталевих листів у вузлі сполучення плити з колоною сприяє суттєвому підвищенню його жорсткості та зниженню рівня напружень у плиті перекриття. Зазначений ефект необхідно враховувати під час розрахунку та підбору поздовжнього армування розтягнутої зони, оскільки він впливає на розподіл внутрішніх зусиль і потребу в робочій арматурі.

Розділ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

Вихідні дані представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Вихідні дані

Проектований будинок у плані має габаритні розміри (за осями)	32500х39000
Висота будівлі, м	55,900
Вид розробляемого ґрунту	суглинок
Площа будівельного майданчика, м ²	7127
Площа будівлі, м ²	1268

Підбір необхідної техніки представлено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Відомість будівельних машин

Найменування машини	Марка	Кількість
Бульдозер	ДЗ-18	2
Екскаватор з ковшем ємністю 0,65 м ³	ЕО – 3322А	1
Баштовий кран	КБ – 504-3	1
Автосамоскид	КраЗ-256	10
Автосамоскид	ЗІЛ-585І	1
Гусеничний кран	МКГ-25	1

3.1. Вибір крана

Виконуємо розрахунок максимальної висоти підйому гака.

- а) висота будівлі – 55,4 м;
- б) висота кран-бадді (місткістю 1,5 м³) – 3,2 м;
- в) розрахункова довжина двогілкового стропа – 3,0 м;
- г) висота монтажного запасу – 0,7 м.

Разом: 62,1 м.2.

Визначаємо максимальну масу вантажу, що піднімається краном:

- а) маса піддона з цеглою – 1800 кг;
- б) маса двогілкового стропа – 213 кг.

Разом: 2013 кг.

Отже, для виконання вантажопідіймальних робіт приймаємо кран КБ-504.

Коротка характеристика крана:

- вантажопідйомність – 10 т;
- виліт стріли – 40 м;
- висота підйому гака – 77 м;
- колія крана – 7,5 м;
- база крана – 8,0 м.

Прив'язка крана у поперечному горизонтальному напрямку.

$$B = 1/2 b_k + 1/2 l_{шп} + 0,2 + l_б + l_{без}$$

де В – відстань від осі руху крана до зовнішньої осі будівлі; b_k – ширина колії крана; $l_{шп}$ – довжина шпали; 0,2 м - мінімальна відстань від зовнішньої грані шпали укусу баластової призми.

$$l_б = (0,05 + h_б) \cdot m_б$$

де $m_б$ - коефіцієнт крутості укусу баластової призми; $l_{без}$ - безпечна відстань від краю баластової призми до зовнішньої грані будівлі = 0,7м

$$B = 0,7 + 0,3 + 0,2 + 1,5:2 + 6:2 = 5 \text{ м}$$

Прив'язка крана у поздовжньому горизонтальному напрямку

$$L_{п.п.} = l_{кр} + H_{кр} + 2 \cdot l_{торм} + 2 \cdot l_{кут}$$

де $L_{п.п.}$ - Розрахункова довжина підкранового шляху; $L_{кр}$ – відстань між крайніми стоянками крана; $l_{торм}$ – довжина гальмівної колії крана $\geq 1,5$ м; $l_{кут}$ – відстань від краю рейки до встановлюваного глухого кута

$$L_{п.п.} = 20 + 6 + 1,5 \cdot 2 + 1,5 \cdot 2 = 32 \text{ м}$$

изначення небезпечних зон:

1. Монтажна зона — територія, в межах якої існує можливість падіння вантажу. Визначається контуром будівлі з додаванням 20 м по периметру.
2. Зона переміщення габаритного вантажу — площа, у межах якої можливе падіння вантажу під час його переміщення краном. Приймається як контур будівлі з додаванням 10 м.
3. Зона роботи крана — зона, що визначається траєкторією переміщення гака крана під час виконання монтажних робіт.

3.2. Проектування загального будівельного генерального плану.

Будівельний генеральний план розроблено на етапі зведення плити перекриття на відмітці +15,000 з урахуванням вимог 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).

Потреба в енергоресурсах становить: електроенергія — 319 кВА; паливо — 132 т; пара — 275 кг/год; вода — 0,4 л/с; компресорне обладнання — 4,8 од.; кисень — 4400 м³.

Освітлення будівельного майданчика:

Розрахунок кількості прожекторів, необхідних для освітлення будівельного майданчика, виконується за формулою:

$$\Pi = P \cdot E \cdot S / P_n = 0,4 \cdot 2 \cdot 7127 / 1000 = 6 \text{ шт.}$$

де P — питома потужність освітлення. Приймаються прожектори типу ПЗЗ-45, при цьому $P = 0,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{лк})$; E - освітленість, лк ($E = 2 \text{ лк}$); S — площа освітлення, м²; P_n — потужність лампи прожекторів, Вт ($P_n = 1000 \text{ Вт}$)

3.3. Розрахунок системи зовнішнього пожежогасіння

Діаметр труб зовнішньої водонапірної мережі (мм) визначається за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{тр}} \cdot 100}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 20 \cdot 100}{3,14 \cdot 0,5}} = 72 \text{ мм},$$

де $Q_{\text{тр}}$ - розрахункова витрата води (витрата води на протипожежні потреби при площі будівельного майданчика до 50 га може прийматися на рівні 20 л/с); V — швидкість руху води у трубах (0,5÷1,2 м/с).

Приймаємо діаметр труб $D = 150 \text{ мм}$.

3.4. Проектування тимчасових автомобільних доріг

Дорожню мережу на будівельному майданчику проєктують із забезпеченням кільцевого руху та радіальних під'їздів до об'єктів будівництва. Ширина проїжджої частини односмугових доріг становить 7 м. Радіус

заокруглення доріг приймається рівним 12 м. Мінімальна відстань від краю проїжджої частини автомобільної дороги до зовнішніх стін будівель завдовжки понад 20 м становить 3 м. Відстань від огороження будівельного майданчика — 1,5 м, від підкранових колій — 6,5 м.

3.5. Розрахунок потреб у тимчасових будівлях

Розрахунок виконується за максимальною чисельністю працівників у найбільш завантаженій зміні. Вихідні дані приймаються з графіка руху робітників.

Чисельність працівників у найбільш завантажену зміну становить 35 осіб. Інженерно-технічний персонал (ІТП) — 10% (3 особи), службовці — 7% (3 особи), охорона — 4% (2 особи). Загальна чисельність персоналу складає 43 особи, що відповідає 21%.

Кількість тимчасових будівель і споруд визначається за формулою:

$$П_{тр} = П_n \cdot P,$$

де $П_{тр}$ - кількість тимчасових будівель та споруд; $П_n$ - нормативний показник площі будівель, м²/люд; P – Кількість працівників у найбільшу зміну, люд.

Прорабська: $П_n = 5$ м²/особу, $P = 3$ (загальна кількість робочих місць або 30% від загальної чисельності працюючих). $П_{тр} = 5 \times 3 = 15$ м². Приймається адміністративне приміщення на 3 робочі місця площею $S = 16,2$ м² (габарити $3 \times 6 \times 2,7$ м).

Гардеробна: $П_n = 1$ м²/особу, $P = 43$ (загальна чисельність працюючих). $П_{тр} = 1 \times 43 = 43$ м². Приймаються гардеробні приміщення на 43 місця загальною площею 16,2 м² (2 шт., габарити $3 \times 6 \times 2,7$ м).

Душова: $П_n = 0,2$ м²/особу, $P = 43$ (загальна чисельність працюючих). $П_{тр} = 0,2 \times 43 = 8,6$ м². Приймається душова на 5 душових сіток, площею 16,2 м² (1 шт., габарити $3 \times 6 \times 2,7$ м).

Умивальна: $П_n = 0,1$ м²/особу, $P = 43$ (загальна чисельність працюючих). $П_{тр} = 0,1 \times 43 = 4,3$ м².

Вбиральня чоловіча: $P_n = 0,1 \text{ м}^2/\text{особу}$, $P = 30$ (70% від загальної чисельності працюючих). $P_{тр} = 0,1 \times 30 = 3,0 \text{ м}^2$. Приймаються 3 санітарні вузли розмірами $3 \times 1,2 \times 2,4 \text{ м}$. Площа одного санвузла становить $1,4 \text{ м}^2$.

Вбиральня жіноча:

$P_n = 0,2 \text{ м}^2/\text{особу}$, $P = 13$ (30% від загальної чисельності працюючих). $P_{тр} = 0,2 \times 13 = 2,6 \text{ м}^2$.

Приймаються 2 вбиральні розмірами $3 \times 1,2 \times 2,4 \text{ м}$. Площа однієї вбиральні становить $1,4 \text{ м}^2$.

3.6. Технологія виконання будівельно-монтажних робіт

У процесі будівництва виконуються такі види робіт:

1. Роботи підготовчого періоду: демонтаж існуючих будівель, перенесення інженерних мереж.
2. Земляні роботи: зняття рослинного шару ґрунту, розробка ґрунту екскаватором.
3. Влаштування фундаментної плити.
4. Монтаж плит перекриття та покриття.
5. Зведення несучих та огорожувальних стін із блоків.
6. Внутрішні оздоблювальні роботи: монтаж перегородок, влаштування цементно-піщаної стяжки, штукатурні роботи, встановлення віконних і дверних блоків, скління, влаштування підлогових покриттів.
7. Санітарно-технічні роботи.
8. Влаштування систем холодного та гарячого водопостачання.
9. Газопостачання.
10. Благоустрій та озеленення території.

3.7. Вказівки щодо виконання будівельно-монтажних робіт

Земляні роботи:

1. Зняття рослинного шару ґрунту виконується бульдозером із переміщенням у відвал та подальшим вивезенням за межі будівельного майданчика. Товщина зняття рослинного шару становить 0,15 м.

2. Розробка ґрунту здійснюється екскаватором, обладнаним зворотною лопатою місткістю ковша 0,65 м³, з навантаженням у транспортні засоби та подальшим вивезенням з майданчика.

3. Недобір ґрунту в котловані розробляється бульдозером.

4. Виконується розбивка осей майбутньої будівлі з подальшим винесенням їх у котлован за допомогою шнурів та геодезичних приладів.

5. Влаштовується бетонна підготовка під фундамент із тонкого бетону товщиною 100 мм.

6. Монтується опалубка фундаментної плити з дотриманням проектних розмірів будівлі.

7. Виконується армування фундаментної плити з урахуванням необхідного захисного шару; з'єднання арматурних стрижнів здійснюється в'язальним способом.

8. Бетонування виконується бетоном класу С16/20. Бетонна суміш укладається без перерв одним шаром із послідовним напрямком укладання. Ущільнення суміші здійснюється глибинними вібраторами типу ІВ-75В (потужність 0,8 кВт).

9. Стіни підвальної частини будівлі обробляються та гідроізолюються для захисту від впливу ґрунтових вод.

10. Зворотне засипання пазух котловану виконується з пошаровим ущільненням за допомогою пневмотрамбувального обладнання.

Зведення каркасу будівлі:

1. Виконання робіт з кладки блоків здійснюється відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 «Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій».

2. Цегляна кладка стін санвузлів виконується з перев'язкою вертикальних швів та армуванням металевими сітками через кожні 6 рядів у горизонтальному напрямку.

Внутрішнє оздоблення:

1. Монтаж віконних блоків виконується з їх центруванням у віконному прорізі та влаштуванням укосів із попереднім заповненням монтажних швів пінополіуретановою сумішшю.

2. Встановлення дверних блоків здійснюється з їх центруванням у прорізі та закріпленням до конструкцій отвору за допомогою шурупів у пластикові дюбелі.

3. Для внутрішнього оздоблення поверхонь стін і перегородок застосовуються штукатурні розчини з подальшим фарбуванням або облицюванням оздоблювальними матеріалами.

4. Штукатурні роботи виконуються по підготовленій поверхні шаром товщиною 15–20 мм із забезпеченням заданої товщини за рахунок попередньо встановлених маяків.

5. Підлогові покриття, залежно від функціонального призначення приміщень, передбачаються паркетні, лінолеумні або з керамічної плитки.

6. Перед улаштуванням підлог плити перекриття очищуються від сміття та пилу, після чого влаштовується обклеювальна гідроізоляція та цементно-піщана стяжка для вирівнювання основи. Подальші роботи виконуються відповідно до типу підлогового покриття.

Влаштування покрівлі:

1. Перед улаштуванням покрівельного покриття поверхня плити покриття очищається від сміття та пилу.

2. Виконується укладання шару пароізоляції з поліетиленової плівки.

3. Монтується теплоізоляційний шар із плит утеплювача.

4. Влаштовується цементно-піщана стяжка, яка забезпечує захист від механічних впливів та формування необхідного ухилу покрівлі.

5. Виконується улаштування гідроізоляційного шару з рулонного матеріалу (рубероїдного килима).

Таблиця 3.3. Контроль якості виконання операцій

Перелік технологічних операцій, що підлягають контролю		Контроль якості виконання технологічних операцій				
Викон-роб	Майстер	Склад	Способи контролю	Час проведення контролю	Залучені служби	Відхил. та розміри
Підготовчі роботи	Приймання конструкцій	Наявність паспортів, правильність складування матеріалів та відповідність геометричних розмірів проєктним значенням	Візуально, рулеткою	У період приймання до початку монтажу	-	за довжиною ± 5 мм, за товщиною елементів ± 2 мм
-	Монтаж конструкцій	ідповідність послідовності монтажу проєктному технологічному процесу, правильність встановлення стропів та справність монтажно-встановлювальних елементів	Візуально	У процесі монтажу	-	
-	Монтаж конструкцій	Вивіряння монтажного горизонту та закріплення анкерних болтів	Нівелір, рулетка	У процесі монтажу	Геодезична лабораторія	
Зворотна засипка	-	Порядок виконання зворотного засипання ґрунтом, склад ґрунту та якість його ущільнення	Візуально	У процесі робіт	-	

Таблиця 3.4. Калькуляція працевитрат

№	Найменування приватних потоків, будівельних процесів	од. виміру	Обсяг робіт з об'єкту	Склад ланки			Витрати праці, люд/година		Витрати машинного часу	
				Розряд	Кількість	Прийнято	Норми часу	По об'єкту	Норми часу	По об'єкту
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Зрізання рослинного шару	1000 м ³	0,6	Маш.	1	1	0,66	0,396	0,66	0,396
2	Механізована розробка ґрунту екскаватором	100 м ³	44,75	Маш.	1	1	3,4	152,15	3,4	152,15
3	Зачистка до проектної позначки підшви фундаменту	100 м ³	1,26	Земл.	2	2	8,4	10,58	-----	-----
4	Влаштування бетонної підготовки	1 м ³	126,75	Бетон.	4	4	0,22	27,88	-----	-----
5	Опалубні роботи	1 м ²	175,62	Стол.	2	2	0,51	89,57	-----	-----
6	Армування	т	45,22	Арм.	2	2	3,9	176,36	-----	-----
8	Бетонування фундаментів. Прийом та укладання бетонної суміші	1 м ³	1891	Бетон.	6	6	0,22	416,02	-----	-----
7	Поливка бетонної поверхні за 1раз із брандспойту	100 м ²	13	Бетон.	1	1	0,14	1,82	0,1	1,3
9	Демонтаж опалубки	1м ²	175,62	Стол.	2	2	0,13	22,83		
10	Гідроізоляція	100м ²	13	Гідр-к	2	2	10	130	-----	-----
11	Зворотне засипання та пошарове ущільнення ґрунту	100 м ³	7,56	Маш. бр.	1	1	0,66	4,99	0,66	4,99

Продовження таблиці 3.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	Опалубні роботи	1 м ²	22739,2	Стол.	3	8	0,22	5002,62	-----	-----
13	Армування	т	657	Арм-к	2	4	3,9	2562,3	-----	-----
15	Бетонування Прийом та укладання бетонної суміші.	1 м ³	6114	Бетон.	2	6	0,57	3484,98	-----	-----
14	Догляд за бетоном	100 м ²	203,8	Бетон.	1	1	0,14	28,53	0,1	20,38
16	Демонтаж опалубки	1м ²	22739,2	Стол.	2	6	0,29	6594,37	-----	-----
17	Кладка стін із блоків	1 м ³	4707,56	Кам-р	2	8	2,5	11768,9	-----	-----
18	Монтаж перемичок	1шт	3380	Монт.	2	2	0,13	439,4	-----	-----
19	Влаштування покрівлі	100 м ²	11	Покрів.	4	8	29,2	321,2	-----	-----
20	Монтаж дверних блоків	1шт	382	Монтаж.	5	4	2,6	993,2	-----	-----
21	Монтаж віконних блоків	1шт	654	Монтаж.	5	10	11	7194	-----	-----
22	Влаштування підлог. Бетонна підготовка.	100м ²	188,01	Бетон.	2	2	7,5	1410,1	-----	-----
23	Опалення	Т.р.	19727	Сант.	16	16		38287	-----	-----
	Водопровід Каналізація	Т.р	4065	Сант.	16	16		7889		
24	Електроосвітлен.	Т.р	29740	Елект.	16	16		7402		
25	Благоустрій. Озеленення.	м ²	10800	Асф.	2	2		178	-----	-----
	Разом по об'єкту:							93971		179,22

Розділ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Охорона праці є невід'ємною складовою забезпечення безпечного виконання будівельних робіт, а також надійності та довговічності будівельних конструкцій. Будівельна галузь належить до сфер діяльності з підвищеним рівнем виробничого ризику, що зумовлено виконанням робіт на висоті, використанням вантажопідіймальних механізмів, важкої будівельної техніки, бетонних сумішей, опалубних систем та інших засобів механізації. У зв'язку з цим особливого значення набуває суворе дотримання вимог охорони праці та промислової безпеки на всіх етапах будівництва. В Україні організація та безпечне виконання будівельно-монтажних робіт регламентуються чинною нормативно-правовою базою, зокрема ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві», ДСТУ-Н Б А.3.1-5:2016, НПАОП 45.2-7.02-12, Правилами охорони праці під час виконання будівельних робіт та іншими нормативними документами, що встановлюють вимоги щодо створення безпечних умов праці на будівельних майданчиках.

Будівництво монолітних будівель охоплює комплекс взаємопов'язаних технологічних процесів, до яких належать монтаж і демонтаж опалубних систем, установлення та в'язання арматурних каркасів, приготування, транспортування й укладання бетонної суміші, догляд за бетоном у процесі тверднення, експлуатація вантажопідіймальних механізмів, організація тимчасового електропостачання, а також виконання робіт на висоті. Кожен із зазначених етапів характеризується наявністю потенційно небезпечних виробничих факторів і супроводжується певними професійними ризиками. У зв'язку з цим заходи щодо їх попередження та мінімізації мають бути завчасно передбачені в проєкті виконання робіт (ПВР) і плані організації будівництва (ПОБ), які визначають порядок безпечного виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці», роботодавець зобов'язаний забезпечувати належні, безпечні та здорові умови праці, організовувати систематичне навчання персоналу, проведення інструктажів, контроль технічного стану обладнання та дотримання вимог безпеки на будівельному майданчику. Важливе значення також має формування на підприємстві культури безпеки, що передбачає усвідомлену відповідальність кожного працівника за дотримання вимог охорони праці та зниження виробничих ризиків.

Запровадження воєнного стану в Україні зумовило підвищення актуальності Закону України «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану» [4]. Зазначений нормативно-правовий акт визначає особливості регулювання трудових відносин у період дії воєнного стану та надає роботодавцям додаткові механізми для забезпечення безперервного функціонування підприємств в умовах надзвичайних обставин. Водночас його положення не скасовують обов'язку роботодавців щодо створення безпечних умов праці, а також реалізації заходів із захисту життя і здоров'я працівників.

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Зведення монолітних будівель у більшості випадків супроводжується виконанням робіт на висоті, які відповідно до НПАОП 0.00-1.15-07 відносяться до робіт підвищеної небезпеки. До виконання таких робіт допускаються працівники, які пройшли спеціальну підготовку, медичний огляд та мають необхідний рівень кваліфікації, що підтверджує їхню професійну придатність до роботи в умовах підвищеного ризику.

Опалубка є однією з ключових технологічних систем у монолітному будівництві. Процеси її монтажу, демонтажу та експлуатації регламентуються положеннями ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016, НПАОП 45.2-7.02-12, а також вимогами технічної документації виробників опалубних систем.

Арматурні роботи охоплюють операції з різання, згинання, монтажу арматурних каркасів та в'язання арматури безпосередньо в опалубці. Виконання цих робіт потребує суворого дотримання вимог безпеки, встановлених НПАОП 0.00-1.71-13.

Процес бетонування супроводжується низкою виробничих ризиків, пов'язаних з експлуатацією бетонних насосів, автобетонозмішувачів, глибинних вібраторів та інших засобів механізації.

Тимчасові електричні мережі на будівельному майданчику повинні відповідати вимогам ПУЕ, ДБН В.2.5-23:2010 та НПАОП 40.1-1.21-98, що регламентують безпечну експлуатацію електроустановок і електрообладнання.

На будівельних майданчиках під час зведення монолітних будівель широко застосовуються баштові крани, автокрани та інші вантажопідіймальні механізми. Виконання робіт із їх використанням повинно здійснюватися відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.01-07 та технічної документації (паспорта) крана.

Ступінь вогнестійкості будівлі визначається межами вогнестійкості основних будівельних конструкцій. Межа вогнестійкості конструкцій встановлюється як проміжок часу (у хвиликах) до настання одного або кількох нормованих граничних станів, характерних для відповідного елемента, а саме:

- втрата несучої здатності (R);
- втрата цілісності (E);
- втрата теплоізолювальної здатності (I).

Значення межі вогнестійкості будівельних конструкцій наведено в табл.

4.1.

Таблиця 4.1. Мінімальна межа вогнестійкості будівельних конструкцій

Ступінь вогнестійко сті будівлі	Несучі елементи будівлі	Зовнішні стіни	Перекриття міжповерхові	Сходові клітини	
				Внутрішні стіни	Марші та майданчик и
I	R120	E30	REI60	REI 120	R60

Примітка: межа вогнестійкості відповідно до ДСТУ Б В.1.1-4-98 «Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги».

У таблиці 4.2 наведено клас пожежної небезпеки основних будівельних конструкцій.

Таблиця 4.2. Показник пожежної небезпеки будівельних конструкцій

Клас конструкти вної небезпеки будівлі	Несучі стрижневі елементи	Зовнішні стіни із зовнішнього боку	Стіни, перегородк и, перекриття	Стіни сходових кліток	Марші та майданчик и сходів
CO	KO	KO	KO	KO	KO

Примітка: KO – пожежобезпечні.

Протипожежні перешкоди призначені для запобігання поширенню пожежі та продуктів горіння з приміщення або пожежного відсіку, в якому виник осередок займання, до суміжних приміщень. У проєктованій будівлі до протипожежних перешкод віднесено плити перекриття, цегляні перегородки та цегляні стіни.

На об'єкті слід передбачити улаштування внутрішнього протипожежного водопроводу. Для адміністративних будівель із кількістю поверхів від 12 до 24 за загальної довжини коридорів понад 10 м необхідно організувати внутрішнє пожежогасіння відповідно до нормативних вимог:

- кількість струменів, передбачених для внутрішнього пожежогасіння, становить 2;
- витрата води на один струмінь — 10 л/с.;
- загальна витрата води на внутрішнє пожежогасіння у підвальному приміщенні становить 20 л/с.

На будівельному майданчику та робочих місцях під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватися вимог НАПБ В.01.018-81/918 «Правила пожежної безпеки для підприємств і організацій системи УТОС» (НАОП 9.1.80-1.02-91, РД 208 УРСР 1-81).

Під час організації будівельного майданчика, розміщення робочих ділянок, місць виконання робіт, проїздів будівельних машин і транспортних засобів, а також пішохідних проходів необхідно визначати небезпечні для людей зони, у межах яких постійно або потенційно діють шкідливі та небезпечні виробничі фактори. Такі зони підлягають обов'язковому позначенню попереджувальними знаками та написами встановленого зразка.

До небезпечних зон належать неогорожені отвори, ділянки переміщення будівельних машин і обладнання, а також місця зберігання шкідливих речовин у концентраціях, що перевищують допустимі значення, або зони з рівнем шуму, який перевищує гранично допустимі норми.

Під час перевезення будівельних вантажів, крім вимог цього розділу, залежно від типу транспортних засобів необхідно дотримуватися Правил дорожнього руху та Правил охорони праці на автомобільному транспорті.

Експлуатація будівельних машин, включно з їх технічним обслуговуванням, здійснюється відповідно до інструкцій заводів-виробників. При цьому робочі місця машин організовуються таким чином, щоб забезпечити достатній простір для огляду робочої зони та безпечного маневрування.

З метою запобігання зміщенню, перекочуванню або падінню під час транспортування вантажі повинні бути належним чином розміщені та закріплені на транспортних засобах відповідно до технічних умов навантаження і кріплення для відповідного виду вантажу.

Під час завантаження автомобілів-самоскидів на насипах або у виїмках їх необхідно встановлювати на відстані не менше 1 м від брівки природного укосу (межі призми обвалення).

Автомобілі-самоскиди повинні бути оснащені спеціальними упорами для фіксації кузова у піднятому положенні у разі необхідності. Проведення технічного обслуговування автомобіля-самоскида з піднятим кузовом без встановлення відповідного упору не допускається. Рух автомобілів-самоскидів із піднятим кузовом забороняється.

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Оцінка професійних ризиків є невід'ємним елементом системи управління охороною праці, оскільки дозволяє ідентифікувати потенційні небезпеки виробничих процесів, визначити рівень їхнього впливу на працівників та встановити пріоритетні напрями впровадження запобіжних заходів. Робоче місце бетонувальника характеризується виконанням низки взаємопов'язаних технологічних операцій, що здійснюються одночасно та можуть підвищувати ризик виникнення виробничого травматизму і нещасних випадків [6].

Найбільш небезпечним ризиком під час виконання бетонних робіт є обвал опалубки або елементів конструкції в процесі бетонування. Попри відносно низьку ймовірність виникнення таких випадків, їх наслідки можуть бути надзвичайно тяжкими, включаючи отримання працівниками значних травм або часткову чи повну втрату працездатності. У зв'язку з цим зазначений ризик належить до категорії критичних і потребує постійного моніторингу та посиленого контролю з боку відповідальних осіб.

Істотним залишається ризик травмування під час виконання бетонних робіт. Значна частка ручних операцій підвищує ймовірність виникнення хімічних уражень шкіри та очей. Хоча такі ушкодження, як правило, не характеризуються тяжкими наслідками, їх систематичне виникнення негативно

впливає на загальний рівень виробничої безпеки, призводить до втрати робочого часу та зниження продуктивності праці персоналу.

Результати проведеного аналізу свідчать, що основними небезпеками для бетонувальника є ризики, пов'язані з обвалом опалубки або конструктивних елементів під час бетонування, виникненням хімічних опіків шкіри та очей у процесі бетонних робіт, а також розвитком аварійних ситуацій під час виконання монтажних операцій.

Для визначення рівня прийнятності виявлених небезпек та їх систематизації доцільним є використання матриці оцінювання ризиків, що дає змогу класифікувати ризики за ступенем їх допустимості та визначати пріоритетність впровадження заходів безпеки (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 Ризики

Падіння з висоти				
Визначення категорії серйозності небезпеки		Визначення рівня ймовірності небезпеки		Індекс розвитку небезпеки
Вид, категорія	Опис	Вид, рівень	Опис	
Ризик обвалу опалубки або конструкцій під час заливки бетону				
2 – Критична	Серйозна травма, стійке захворювання, суттєве пошкодження в системі	D – віддалена	малоймовірна, але можлива подія протягом життєвого циклу	2D – Небажаний (гранично допустимий)
Ризик травмування металевими конструкціями				
3 – Гранична	Незначна травма короткочасне захворювання, пошкодження в системі	B – можлива	Може трапитися декілька разів за життєвий цикл	3B – Небажаний (гранично допустимий)

Своєчасне проведення інструктажів з охорони праці, регулярні технічні огляди та контроль за станом обладнання, а також дотримання вимог чинних нормативно-правових актів суттєво знижують імовірність виникнення виробничих небезпек. Реалізація таких заходів сприяє мінімізації професійних ризиків, запобіганню нещасним випадкам і забезпеченню належного рівня безпеки працівників на будівельному майданчику.

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

Основні вимоги безпеки під час виконання робіт на висоті полягають у наступному:

- робочі місця на висоті повинні бути обладнані інвентарними риштуваннями або робочими платформами з огороженням висотою не менше 1,1 м;
- на відкритих робочих поверхнях необхідно встановлювати тимчасові огороження, захисні сітки та настили;
- під час виконання бетонних робіт на перекриттях, які не набрали розрахункової міцності, слід передбачати тимчасові підпори та розпірки відповідно до проєкту опалубної системи;
- арматурні каркаси, змонтовані у вертикальних конструкціях, повинні бути надійно зафіксовані та не створювати ризику падіння елементів на нижні рівні.

Під час виконання робіт на висоті забороняється:

- здійснювати монтажні роботи за умов сильних вітрових навантажень (понад 15 м/с);
- допускати до роботи осіб у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння;
- використовувати несправні або такі, що не відповідають вимогам, засоби індивідуального захисту (захисні каски, запобіжні пояси, страхувальні канати).

Особлива увага приділяється системам індивідуального страхування. Відповідно до ДСТУ EN 363:2018, працівники, які виконують роботи на висоті понад 1,3 м від рівня землі, повинні бути забезпечені індивідуальними системами захисту від падіння, що включають страхувальні прив'язі, амортизатори та страхувальні канати (лінії).

Основні вимоги безпеки під час монтажу та демонтажу опалубних систем полягають у наступному:

- монтаж опалубки повинен виконуватися відповідно до паспорта системи та проєктної документації;
- забороняється використання несертифікованих або саморобних елементів опалубки;
- перед початком бетонування опалубка підлягає обов'язковому технічному огляду з боку інженера технічного нагляду;
- підпірні елементи перекриттів повинні мати достатню несучу здатність та бути захищеними від можливого ковзання;
- вертикальні елементи опалубки повинні надійно фіксуватися розкосами для запобігання деформаціям під час подачі бетонної суміші.

Під час демонтажу опалубки необхідно:

- виконувати зняття елементів поступово, уникаючи одностороннього розвантаження конструкції;
- не перебувати у зоні можливого падіння демонтованих елементів;
- видаляти залишки бетону із застосуванням механізованого або ручного інструменту з обов'язковим дотриманням вимог безпеки.

Особливу небезпеку становлять роботи, що виконуються на значній висоті, тому під час демонтажу необхідно застосовувати запобіжні пояси, страхувальні канати та захисні огороження.

Під час виконання арматурних робіт необхідно дотримуватися таких вимог:

- в'язання арматури слід виконувати на стійких і надійно організованих робочих поверхнях;

- забороняється залишати вертикально встановлені арматурні стержні без захисних елементів — їх кінці повинні бути закриті пластиковими ковпачками;

- під час транспортування арматурних сіток і каркасів необхідно застосовувати стропи, сертифіковані відповідно до ДСТУ EN 1492-1:2017;

- у місцях перетину арматурних елементів слід використовувати фіксатори для забезпечення проєктної товщини захисного шару бетону.

Під час виконання операцій з різання та згинання арматури необхідно:

- застосовувати засоби індивідуального захисту, зокрема захисні окуляри, рукавиці та спеціальний одяг;

- виконувати роботи на обладнанні, оснащеному захисними кожухами;

- забезпечувати регулярне технічне обслуговування станків для різання та згинання арматури.

Основні вимоги безпеки під час бетонування та роботи з бетонними сумішами полягають у наступному:

- бетонні насоси повинні встановлюватися на стійкій основі та бути оснащені огороженням робочої зони подачі суміші;

- рукав бетонного насоса має утримуватися не менше ніж двома працівниками;

- перед початком бетонування необхідно перевіряти герметичність з'єднань та справність аварійних пристроїв зупинки;

- під час роботи з вібраторами забороняється торкатися відкритих металевих частин, а також працювати у вологих рукавицях чи взутті.

Працівники повинні бути забезпечені такими засобами індивідуального захисту:

- гумовими рукавицями;

- захисними окулярами;

- спеціальним одягом, стійким до впливу цементного молока та забруднень;

- захисними касками та взуттям із протиковзними властивостями.

Під час бетонування перекриттів слід забезпечувати рівномірний розподіл бетонної суміші з метою недопущення локальних перевантажень опалубки, які можуть спричинити її пошкодження або руйнування.

Під час виконання електрозварювальних та газополум'яних робіт необхідно дотримуватися таких вимог:

- до виконання електрозварювальних робіт допускаються особи, які пройшли відповідне навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці з відповідним оформленням у журналі, а також мають кваліфікаційне посвідчення;

- місця виконання електрозварювальних і газополум'яних робіт на даному та нижче розташованих ярусах (за відсутності негорючого захисного настилу або настилу, захищеного негорючими матеріалами) повинні бути очищені від горючих матеріалів у радіусі не менше 5 м, а від вибухонебезпечних матеріалів — не менше 10 м;

- під час різання елементів конструкцій необхідно вживати заходів щодо запобігання випадковому обваленню відрізаних частин;

- під час виконання робіт у замкнутих ємностях або порожнинах конструкцій робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією; швидкість руху повітря має становити 0,3–1,5 м/с; при використанні зріджених газів (пропан, бутан) та вуглекислоти витяжна вентиляція повинна забезпечувати нижнє відсмоктування;

- одночасне виконання електрозварювальних та газополум'яних робіт у замкнутих просторах не допускається;

- освітлення під час зварювання всередині ємностей повинно здійснюватися світильниками, встановленими зовні, або переносними лампами напругою не більше 12 В; зварювальний трансформатор повинен розміщуватися поза межами ємності;

- кріплення газопровідних рукавів до ніпелів пальників, різаків і редукторів, а також у місцях їх з'єднання, слід виконувати за допомогою стяжних хомутиків;

- для підведення зварювального струму необхідно використовувати ізольовані гнучкі кабелі, розраховані на відповідні електричні навантаження з урахуванням режиму зварювання;

- з'єднання зварювальних кабелів повинно виконуватися шляхом опресування, зварювання або паяння; підключення до обладнання — із застосуванням кабельних наконечників;

- під час прокладання або переміщення зварювальних кабелів необхідно запобігати пошкодженню ізоляції та їх контакту з водою, маслом, сталевими канатами й гарячими трубопроводами; відстань до гарячих трубопроводів і кисневих балонів має становити не менше 0,5 м, а до балонів із горючими газами — не менше 1 м;

- елементи електрозварювального обладнання, що перебувають під напругою, повинні бути надійно захищені;

- усі металеві частини обладнання, що не перебувають під напругою, а також зварювані конструкції повинні бути заземлені; у трансформаторах додатково необхідно з'єднувати заземлювальний болт корпусу із затискачем вторинної обмотки;

- виконання зварювальних робіт під час дощу або снігопаду без захисних навісів над обладнанням і робочим місцем не допускається;

- робочі місця зварювальників у приміщеннях повинні бути відокремлені від суміжних зон негорючими екранами висотою не менше 1,8 м; при роботі на відкритому повітрі такі огороження встановлюються за умови спільної роботи кількох зварювальників або інтенсивного руху людей;

- до транспортування, зберігання, видачі та отримання газових балонів допускаються лише працівники, які пройшли відповідне навчання;

- газові балони повинні бути захищені від ударів, дії прямих сонячних променів і розташовуватися на відстані не менше 1 м від опалювальних приладів;

- зберігання балонів слід здійснювати у спеціальних сухих і вентильованих приміщеннях, при цьому порожні та заповнені балони зберігаються окремо;

- переміщення газових балонів необхідно виконувати із застосуванням спеціальних візків, контейнерів або інших пристроїв, що забезпечують їх стійке положення.

Під час виконання бетонних та залізобетонних робіт необхідно дотримуватися таких вимог:

- опалубку, що застосовується для зведення монолітних залізобетонних конструкцій, слід виготовляти та використовувати відповідно до проєкту виконання робіт, затвердженого в установленому порядку;

- розміщення на опалубці обладнання та матеріалів, не передбачених проєктом виконання робіт, а також перебування осіб, які безпосередньо не беруть участі у виконанні робіт, на настилі опалубки не допускається;

- демонтаж опалубки дозволяється виконувати після досягнення бетоном проєктної міцності за дозволом виконавця робіт, а для особливо відповідальних конструкцій (відповідно до переліку, встановленого проєктом) — за погодженням із головним інженером;

- заготівля та обробка арматури повинні здійснюватися у спеціально відведених для цього місцях.

- під час виконання робіт із заготівлі арматури необхідно дотримуватися таких вимог:

1. Місця розмотування бухт (мотків) та виправлення арматури слід обов'язково захищати;

2. Під час різання арматурних стрижнів на відрізки довжиною менше 0,3 м необхідно застосовувати спеціальні пристосування, що запобігають їх розльоту;

3. Робочі місця при обробці арматурних стрижнів, що виступають за габарити верстата, повинні бути огорожені; у разі використання двосторонніх

верстатів додатково 4. необхідно встановлювати поздовжню металеву захисну сітку висотою не менше 1 м;

4. Заготовлену арматуру слід складати у спеціально відведених місцях;

5. Торцеві частини арматурних стрижнів у зонах загальних проходів шириною менше 1 м необхідно закривати захисними щитами;

6. Елементи арматурних каркасів слід пакетувати з урахуванням вимог до їх підйому, складування та транспортування до місця монтажу.

- під час приготування бетонної суміші з використанням хімічних добавок необхідно вживати заходів для запобігання хімічним опікам шкіри та ушкодженню органів зору працівників.

- монтаж, демонтаж і ремонт бетоновозів, а також видалення затверділого бетону (пробок) допускаються лише після зниження тиску в системі до атмосферного;

- під час очищення, випробування або продування бетоновозів стисненим повітрям працівники, не залучені безпосередньо до цих операцій, повинні перебувати на відстані не менше 10 м від обладнання;

- щоденно перед початком укладання бетонної суміші необхідно перевіряти технічний стан тари, опалубки та засобів підмоцнення, а виявлені несправності слід негайно усувати;

- перед початком подачі бетонної суміші віброхоботом необхідно перевірити справність і надійність з'єднання всіх його ланок та кріплення до страхувального каната;

- під час ущільнення бетонної суміші електровібраторами забороняється переміщення вібратора за струмопровідні шланги; при перервах у роботі та переході між робочими зонами електровібратори слід вимикати.

Належна організація будівельного майданчика, робочих ділянок і місць виконання робіт є важливою умовою забезпечення безпеки праці працівників на всіх етапах будівельного процесу.

Під час організації будівельного майданчика, розміщення робочих ділянок, місць виконання робіт, проїздів будівельних машин і транспортних засобів, а також пішохідних проходів необхідно визначати небезпечні зони для працівників, у межах яких постійно або потенційно діють небезпечні виробничі фактори. Такі зони підлягають обов'язковому позначенню знаками та написами встановленого зразка.

До небезпечних зон належать неогорожені отвори, ділянки переміщення будівельних машин і обладнання, а також місця зберігання шкідливих речовин у концентраціях, що перевищують допустимі значення, або зони з рівнем шуму, який перевищує гранично допустимі норми.

Під час перевезення будівельних вантажів, окрім вимог цього розділу, залежно від типу транспортних засобів необхідно дотримуватися вимог Правил дорожнього руху та Правил охорони праці на автомобільному транспорті.

Експлуатація будівельних машин, включаючи їх технічне обслуговування, здійснюється відповідно до інструкцій заводів-виробників. При цьому робочі місця машин організовуються таким чином, щоб забезпечити достатній простір для огляду робочої зони та можливість безпечного маневрування.

З метою запобігання зміщенню, перекочуванню або падінню під час транспортування вантажі повинні бути належним чином розміщені та закріплені на транспортних засобах відповідно до технічних умов навантаження та кріплення для відповідного виду вантажу.

Під час завантаження автомобілів-самоскидів на насипах або у виїмках їх необхідно встановлювати на відстані не менше 1 м від брівки природного укосу (межі призми обвалення).

Автомобілі-самоскиди повинні бути обладнані спеціальними упорами для фіксації кузова у піднятому положенні у разі необхідності. Виконання технічного обслуговування автомобіля-самоскида з піднятим кузовом без встановлення відповідного упору не допускається. Рух автомобілів-самоскидів із піднятим кузовом забороняється.

Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт передбачає такі вимоги:

- на ділянці (захватці), де виконуються монтажні роботи, забороняється проведення інших робіт і перебування сторонніх осіб;
- під час зведення будівель і споруд не допускається виконання робіт у межах однієї секції, над якою здійснюється переміщення, встановлення та тимчасове закріплення елементів збірних конструкцій або обладнання;
- способи стропування елементів конструкцій і обладнання повинні забезпечувати їх подачу до місця монтажу у положенні, максимально наближеному до проєктного;
- забороняється піднімання збірних залізобетонних конструкцій, що не мають монтажних петель або маркування, яке забезпечує правильне стропування та монтаж;
- очищення елементів конструкцій перед монтажем від забруднень слід виконувати до їх підйому;
- стропування конструкцій і обладнання повинно здійснюватися вантажозахоплювальними засобами, що забезпечують можливість дистанційного розстропування з робочого горизонту, якщо висота до замка перевищує 2 м;
- елементи конструкцій або обладнання під час переміщення повинні утримуватися від розгойдування та обертання за допомогою гнучких відтяжок;
- перебування людей на конструкціях або обладнанні під час їх підйому чи переміщення не допускається;
- під час перерв у роботі забороняється залишати підняті елементи конструкцій або обладнання у підвішеному стані;
- для переходу монтажників по конструкціях, на яких неможливо встановити огороження необхідної ширини проходу, слід застосовувати спеціальні запобіжні пристрої;
- встановлені у проєктне положення елементи конструкцій або обладнання повинні бути надійно закріплені для забезпечення їх стійкості та

геометричної незмінності; розстропування допускається лише після їх постійного або тимчасового закріплення;

- переміщення встановлених елементів після розстропування, крім випадків, передбачених проєктом виконання робіт, не допускається;

- монтажні роботи на висоті у відкритих умовах забороняється виконувати при швидкості вітру 15 м/с і більше, під час грози або туману, що обмежує видимість; монтаж вертикальних панелей та подібних конструкцій слід припиняти при швидкості вітру 10 м/с і більше;

- перебування людей під змонтованими елементами до їх встановлення та остаточного закріплення не допускається;

- навісні монтажні майданчики, сходи та інші пристрої для роботи на висоті повинні бути встановлені та закріплені до підйому конструкцій;

- до початку монтажних робіт необхідно встановити систему умовних сигналів між керівником монтажу та машиністом крана; сигнали подаються однією відповідальною особою, за винятком сигналу «стоп», який може подаватися будь-яким працівником у разі небезпеки;

- монтаж кожного наступного ярусу будівлі дозволяється лише після надійного закріплення елементів попереднього ярусу згідно з проєктом;

- при монтажі каркасних будівель встановлення наступного ярусу допускається лише після монтажу огорожувальних або тимчасових захисних конструкцій на попередньому рівні;

- під час монтажу працівники повинні перебувати на раніше встановлених і надійно закріплених конструкціях або засобах підмоцнування;

- розпакування та розконсервація обладнання повинні виконуватися відповідно до ПВР на спеціальних стелажах або підкладках;

- під час складальних операцій суміщення отворів слід виконувати із застосуванням спеціального інструменту; перевірка їх збігу пальцями забороняється;

- при монтажі обладнання необхідно виключити можливість його самовільного або випадкового включення;

- під час переміщення конструкцій або обладнання кількома вантажопідіймальними засобами слід виключити їх перевантаження;
- відстань між переміщуваними конструкціями та виступаючими частинами обладнання або конструкцій повинна становити не менше 1 м по горизонталі та 0,5 м по вертикалі;
- кути відхилення вантажних канатів і поліспастів не повинні перевищувати значень, установлених паспортом або технічними умовами;
- при спуску конструкцій або обладнання по похилій площині необхідно застосовувати гальмівні пристрої, що забезпечують контрольоване переміщення;
- усунення конструктивних недоліків і виконання доробок дозволяється лише після погодження із замовником і генеральним підрядником;
- демонтаж конструкцій і обладнання повинен виконуватися з дотриманням вимог, аналогічних монтажним роботам;
- одночасне розбирання конструкцій або демонтаж обладнання на різних ярусах по одній вертикалі не допускається.

Техніка безпеки під час виконання покрівельних робіт передбачає такі вимоги:

- допуск працівників до виконання покрівельних робіт здійснюється після спільного огляду виконробом (або майстром) та бригадиром стану несучих конструкцій даху та огорожувальних елементів;
- розміщення матеріалів на покрівлі допускається лише у місцях, визначених проєктом виконання робіт, із вжиттям заходів щодо запобігання їх падінню, зокрема під дією вітру; під час перерв інструменти, пристрої та матеріали повинні бути закріплені або прибрані з даху;
- виконання покрівельних робіт забороняється під час ожеледиці, туману, що обмежує видимість у межах фронту робіт, грози, а також при швидкості вітру 15 м/с і більше;
- елементи та деталі покрівлі (захисні фартухи, ланки водостічних труб, звиси, водовідливи тощо) повинні подаватися на робочі місця у заздалегідь

підготовленому вигляді; їх виготовлення безпосередньо на покрівлі не допускається;

- під час виконання покрівельних робіт із застосуванням бітумних мастик приміщення для відпочинку, зберігання матеріалів та прийому їжі повинні розміщуватися на відстані не менше 10 м від робочих місць.

Техніка безпеки під час виконання оздоблювальних робіт передбачає такі вимоги:

- засоби підмоцнення, що застосовуються при штукатурних або малярних роботах у зонах, під якими виконуються інші роботи або організовано прохід, повинні мати суцільний настил без зазорів;

- під час виконання штукатурних робіт із застосуванням розчинонасосних установок необхідно забезпечити двосторонній зв'язок між оператором і машиністом установки;

- для сушіння приміщень будівель за відсутності стаціонарних систем опалення слід застосовувати повітрянагрівачі (електричні або на рідкому паливі) з дотриманням вимог правил пожежної безпеки; використання відкритих джерел тепла, що виділяють продукти згоряння, забороняється;

- приготування малярних складів, як правило, здійснюється централізовано; у разі приготування на будівельному майданчику слід використовувати приміщення, обладнані вентиляцією, що запобігає перевищенню гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин; експлуатація мобільних малярських станцій без примусової вентиляції не допускається;

- у місцях використання нітрофарб та інших лакофарбових матеріалів, що утворюють вибухонебезпечні пари, забороняється використання відкритого вогню та дій, що можуть спричинити іскроутворення; електропроводка у таких зонах повинна бути виконана у вибухозахищеному виконанні;

- тара з вибухонебезпечними матеріалами (лаками, нітрофарбами тощо) під час перерв у роботі повинна бути герметично закрыта пробками або кришками, а відкривання слід здійснювати інструментом, що не утворює іскр.

В умовах воєнного стану особливого значення набувають заходи безпеки, спрямовані на захист працівників від загроз, пов'язаних із воєнною агресією проти України. З урахуванням ризику ракетних обстрілів, атак безпілотних літальних апаратів та інших надзвичайних ситуацій воєнного характеру на будівельному майданчику необхідно забезпечити ефективну систему цивільного захисту персоналу. Працівники повинні бути проінформовані щодо порядку дій у разі оголошення сигналу «Повітряна тривога» та обізнані про розташування найближчих захисних споруд. Для забезпечення безпеки персоналу на території будівельного майданчика доцільно передбачити облаштування укриттів або інших захисних споруд, місткість яких відповідає кількості працівників. Крім того, робочі місця повинні мати безперешкодний доступ до найпростіших укриттів або модульних захисних споруд, призначених для тимчасового перебування людей у разі виникнення загрози (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 Влаштування модульного укриття в умовах будівельного майданчику

У разі оголошення сигналу «Повітряна тривога» всі будівельно-монтажні роботи на об'єкті підлягають негайному припиненню. Першочерговим завданням є безпечна зупинка роботи вантажопідіймальних механізмів, електрообладнання, зварювальних установок та іншого технічного

оснащення, яке може становити додаткову небезпеку. Після виконання необхідних заходів із зупинки обладнання працівники повинні організовано та без затримок прямувати до визначених захисних укриттів відповідно до затвердженого плану евакуації. Відновлення робіт допускається лише після офіційного повідомлення про відбій повітряної тривоги та за умови відсутності загроз для життя і здоров'я персоналу.

На інформаційних стендах будівельного майданчика доцільно розміщувати плани евакуації та інструкції щодо порядку дій працівників у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Відповідальні особи повинні систематично організовувати та проводити навчальні тренування з евакуації персоналу до захисних укриттів. Особливу увагу слід приділяти скороченню часу евакуації та забезпеченню безпечного переміщення працівників. З цією метою маршрути евакуації необхідно постійно утримувати у належному стані, не допускаючи їх захащення сторонніми предметами, обладнанням або будівельними матеріалами, що можуть ускладнювати доступ до укриттів. На будівельному майданчику необхідно передбачити наявність аптечок для надання першої домедичної допомоги, достатнього запасу питної води, автономних засобів освітлення та надійних засобів зв'язку. Важливим елементом підготовки персоналу є проведення регулярних навчань і практичних занять з надання домедичної допомоги особам, які постраждали внаслідок виробничих травм або надзвичайних ситуацій воєнного характеру. Це сприятиме підвищенню готовності працівників до оперативних і правильних дій у критичних обставинах.

Таким чином, впровадження запропонованих організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів сприятиме істотному покращенню умов праці на об'єкті проєктування, зниженню рівня професійних ризиків і підвищенню безпеки виконання будівельних робіт. Крім того, реалізація зазначених рішень забезпечить належний рівень захисту працівників в умовах воєнного стану та підвищить їхню готовність до дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Запропоновані заходи відповідають вимогам чинного

законодавства України у сфері охорони праці, пожежної безпеки та цивільного захисту населення.

4.5 Висновки

У цьому розділі було проаналізовано ключові питання забезпечення охорони праці під час будівництва багатоповерхового житлового будинку. Результати дослідження засвідчили, що створення безпечних і здорових умов праці є невід’ємною складовою ефективної організації будівельного процесу та важливою передумовою збереження життя, здоров’я і працездатності працівників.

У ході роботи було розглянуто чинну законодавчу та нормативно-правову базу України у сфері охорони праці. Встановлено, що забезпечення безпечних умов праці на будівельному майданчику має здійснюватися відповідно до вимог законодавства України, зокрема Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, нормативних документів з питань пожежної безпеки та цивільного захисту, а також нормативно-правових актів, що регламентують трудові відносини в умовах воєнного стану.

Крім того, було проведено аналіз умов праці монтажників-висотників та ідентифіковано основні небезпечні й шкідливі виробничі фактори, характерні для виконання даного виду робіт. Серед них особливу увагу приділено ризику механічного травмування, падінням з висоти, впливу підвищених рівнів шуму та вібрації, дії електричного струму, а також значним фізичним навантаженням. У результаті дослідження встановлено основні причини виникнення зазначених небезпек і визначено комплекс заходів, спрямованих на їх усунення або мінімізацію негативного впливу на працівників.

З метою підвищення рівня безпеки та якості виконання будівельних робіт було здійснено оцінювання ризиків, пов’язаних із реалізацією потенційних небезпек на робочому місці арматурника. За результатами аналізу встановлено, що найбільшу загрозу для працівників становлять ризики падіння з висоти, травмування під час роботи з арматурними та металевими конструкціями, а також виникнення аварійних ситуацій у процесі виконання

монтажних робіт. Ці небезпеки характеризуються підвищеним рівнем ризику та потребують впровадження ефективних профілактичних і організаційно-технічних заходів щодо їх попередження.

Зазначені результати дослідження стали основою для формування комплексу організаційно-технічних і архітектурно-планувальних рішень, спрямованих на покращення умов праці та мінімізацію професійних ризиків. У роботі особливу увагу приділено забезпеченню безпеки працівників в умовах воєнного стану, зокрема організації евакуаційних заходів, використанню захисних укриттів, функціонуванню систем оповіщення та проведенню навчання персоналу щодо дій у надзвичайних ситуаціях.

Таким чином, реалізація розроблених організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів забезпечить зниження рівня професійних і виробничих ризиків, підвищення ефективності системи охорони праці та безпеки виконання будівельних робіт. Запропоновані рішення сприятимуть дотриманню вимог нормативно-правових актів, збереженню життя і здоров'я працівників та створенню належних умов праці на об'єкті будівництва.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У дипломній роботі виконано комплексне проєктування багатоповерхового житлового будинку, що передбачається до будівництва у місті Харкові. У процесі роботи було розроблено архітектурно-будівельні рішення, конструктивні елементи будівлі, а також виконано необхідні інженерні та організаційно-технологічні розрахунки.

2. Запропоновані планувальні рішення забезпечують раціональне використання житлового простору, відповідність сучасним вимогам комфорту, енергоефективності та безпеки. Конструктивна схема будівлі обґрунтована з урахуванням діючих нормативних документів, інженерно-геологічних умов будівельного майданчика та експлуатаційних навантажень.

3. У роботі також розроблено технологію виконання будівельно-монтажних робіт, визначено послідовність будівництва, підібрано основні будівельні машини та механізми, розраховано потребу в тимчасових будівлях і ресурсах будівельного майданчика. Окрему увагу приділено питанням охорони праці, техніки безпеки та організації безпечних умов виконання робіт, зокрема в умовах підвищених ризиків.

4. Проведено розрахунок несучої здатності монолітної плити з урахуванням конструктивних параметрів, реальної роботи матеріалів і діючих навантажень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барашиков А.Я. Залізобетонні конструкції. – К.: Вища школа, 2015. – 347 с.
2. Гетун Г. В. Архітектура будівель та споруд. : підручник / Г. В. Гетун. – Київ : КОНДОР, 2011. – Кн. 1. Основи проектування
3. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
4. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження та впливи. Норми проектування. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 75 с.
5. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. - 185 с.
6. ДБН В 1.2-14: 2008. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 32 с.
7. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків та споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
8. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 (ГОСТ 10922-90, MOD). Арматурні та закладні вироби зварні, з'єднання зварні арматури та закладних деталей виробів залізобетонних конструкцій. – Київ: Мінрегіон України, 2012. – 43 с.
9. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила та правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT): ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. – 311 с.
10. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 в порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова, П.А. Резнік, Є.Г. Стоянов, В.С. Шмуклер. - Харків: Золоті сторінки, 2015. — 240 с.
11. Стовпник С.М. Будівельні матеріали і конструкції підземних споруд. Основи розрахунку: навч. посіб. для студ. спеціальності 184 «Гірництво» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С.М. Стовпник., А.Л. Ган., Л.В. Шайдецька. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 120 с.

12. Мельник І. В. Огляд методів розрахунку монолітних плоских залізобетонних перекриттів з порожниноутворюючими вставками. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва. 2014. № 781. С. 139–144.

13. Вінцюк М. В., Самчук В. П., Кислюк Д. Я. Розрахунок багатопролітної монолітної залізобетонної плити перекриття у фізично нелінійній постановці за допомогою ПК ЛІРА-САПР. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві : зб. наук. пр. 2018. Вип. 10. С. 35-44.

14. Калмиков, О., Бінкевич, К. Експериментальне встановлення деформативності панелей перекриттів великопанельного житлового будинку після відновлення. Науковий вісник будівництва. - 2024 - Вип. 110. <https://doi.org/10.33042/2311-7257.2024.110.1.7>.

15. W.L. Baloch, H. Siad, M. Lachemi, M. Sahmaran, "A review on the durability of concreteto-concrete bond in recent rehabilitated structures", Journal of Building Engineering, no. 44(5), 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103315>.

16. Афанасьєва Л.В. Особливості армування ву-злових з'єднань монолітних плит перекриття з вертикальними елементами // Сучасні досягнення в науці та освіті: зб.пр XVI Міжнародної наукової конференції – Ізраїль, Нетанія, 2021. – С. 74–77.

17. Savyovskyi, V.; Molodid, O. Study of the features of reinforcement of reinforced concrete beam structures with external reinforcement. Bull. Dnipro State Acad. Constr. Archit. 2017, 4, 29–36.

18. Менеїлюк, О., Менеїлюк, І., Русский, В. Дослідження стану будівель та споруд пошкоджених внаслідок воєнних дій. Будівельне виробництво, №75 (2023). С. 17-26. <https://doi.org/10.36750/2524-2555.75.17-26>

19. Shmukler, V., Reznik, P., Krul, Yu., Volodymyrov, A., Binkevych, K. (2024). Design features of the new system for reconstruction and renovation of large panel buildings. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1376. 012012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1376/1/012012>.