

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра промислового, цивільного і міського будівництва

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА
на тему:
**«Проектування цеху по виготовленню
керамічних виробів»**

Виконала: студент групи ЗБІ-22ск, Брезгін Максим Павлович
Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія».
Освітньо-професійна програма: «Будівництво та цивільна інженерія».

Керівник: к.т.н., доцент Єрмоєнко Олександр Юрійович

Кривий Ріг – 2025 р.

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Будівельний факультет
Кафедра: Промислового, цивільного та міського будівництва
Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма: Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою

“ ” 20 ____ р. О.І. Валовой

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Брезгін Максим Павлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту (роботи) Проектування цеху по виготовленню керамічних виробів

затверджена наказом по інституту від “ ” 20 ____ р. № ____

2 Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) _____

3 Вихідні дані до проекту (роботи) Район будівництва – м. Рівне. Призначення – промислова будівля. Будівля з залізобетонним каркасом. Розміри у плані – 102 x 96м. Кількість прольотів – 3. Фундаменти – залізобетонні “стаканного” типу. Колони, підкранові балки – збірні залізобетонні. Ферми – збірні залізобетонні. Покрівля – плоска з рулонних покрівельних матеріалів. Конструкція стінового огородження – збірні тришарові залізобетонні панелі. Мостові крани вантажопідйомністю 200т, 30т, 50т.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити Архітектурно-будівельний розділ: опис об'ємно-планувального та конструктивного рішення, призначення конструкцій. Розрахунково-конструктивний розділ: розрахунок та конструювання залізобетонної плити покриття. Техніко-економічний розділ: вибір робочих методів механізації. Розділ технології будівництва: технологічна карта на улаштування монолітних залізобетонних фундаментів. Розділ організації будівництва: розробка буд генплану, складання карточки-визначника, ТЕП. Розділ з охорони праці: розробка заходів з безпечного ведення будівельно-монтажних робіт.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____
Архітектурно-будівельний розділ – 1 арк. (план, розрізи, фасад). Конструктивно-розрахунковий розділ – 1 арк. (двосхила балка покриття, розрізи, види, специфікації). Розділ технології будівництва – 1 арк. (технологічна карта на улаштування монолітних залізобетонних фундаментів). Розділ організації будівництва – 1 арк. (будівельний генеральний план, графік виробництва робіт).

6 Дата видачі завдання _____

Керівник

_____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	<i>Архітектурно-будівельний розділ</i>	02.06.25-06.06.25	
2.	<i>Конструктивно-розрахунковий розділ</i>	07.06.25-12.06.25	
3.	<i>Техніко-економічний розділ</i>	13.06.25-14.06.25	
4.	<i>Розділ технології будівництва</i>	15.06.25-17.06.25	
5.	<i>Розділ організації будівництва</i>	18.06.25-20.06.25	
6.	<i>Розділ з охорони праці</i>	21.06.25-22.06.25	

Студент дипломник

_____ (підпис)

Керівник проекту

_____ (підпис)

ЗМІСТ

Завдання прийняв до виконання	5
Керівник проекту	5
1. Архітектурно-будівельний розділ	7
1.1 Технічний опис проєктованої будівлі.....	7
1.2 Схема організації території	7
1.3 Деталізація технологічних процесів	8
1.4 Просторова концепція та функціональне зонування будівлі	8
1.5 Основний конструктив будівлі.....	9
1.6 Розрахунок достатності освітлення	14
2. Проєктно-розрахунковий розділ	16
2.1 Залізобетонна плита покриття. Вихідні дані	16
2.2 Визначення габаритних розмірів плити	17
2.3 Виконання розрахунків полиці: Методика та результати	17
2.4 Проведення розрахунку поперечних ребер.....	19
2.5 Проєктування армування поздовжніх ребер.....	20
2.6 Оцінка плити щодо появи тріщин.....	21
2.7 Оцінка плити за умов монтажного навантаження.....	22
2.8 Розробка конструкції панелі.....	23
3. Техніко-економічний розділ.....	24
3. Підбір ефективного обладнання та засобів механізації.....	24
4. Розділ технології будівництва.....	27
4.1 Технологія влаштування монолітних залізобетонних фундаментів: карта процесу	27
4.2 Розрахунок обсягів робіт, що підлягають виконанню	28
4.3 Калькуляція витрат на будівництво монолітних залізобетонних фундаментів	30
4.4 Основні показники ефективності (ТЕП)	31
4.5 Комплекс робіт з влаштування монолітних стовпчастих фундаментів	32
4.6 Дотримання норм безпеки та природоохоронних стандартів.....	34
4.7 Верифікація та атестація якості будівельних операцій	35
5. Розділ. Організація будівництва	36
5.1 Проєктний аналіз будівельного майданчика та формування технологічної методології	36
5.2 Прогнозування та розподіл обсягів виконання робіт.....	39
5.3 Ключові параметри календарного планування (картка-визначник).....	41
5.4 Структурована матриця даних для розрахунків	48
5.5 Вимірювання ключових техніко-економічних показників сітьового графіка.....	50
5.6 Формування ціни на основі калькуляційних даних	51
5.7 Ключові аспекти організації будівельного майданчика	56
5.8 Оцінка ключових параметрів та економічна оптимізація генерального плану будівництва	57
6 Розділ. Охорона праці	59
Перелік літератури	64

1. Архітектурно-будівельний розділ

1.1 Технічний опис проєктованої будівлі

Конструктивний тип будівлі – каркасний, з використанням залізобетонного каркаса. Клас будівлі визначено, як II. Ступінь довговічності та вогнестійкості відповідають II категорії. Об'єкт розташований у I кліматичному районі згідно з фізико-географічними характеристиками у місті Рівне.

1.2 Схема організації території

Ключові аспекти генерального плану механоскладального цеху

Відповідність нормам: ДБН Б.2.2-12:2019, санітарні та протипожежні норми, технологічна взаємодія.

Зонування: Передзаводська (їдальня, адміністративна будівля, стоянка) та виробнича (цех, склад готової продукції, ремонтні майстерні) зони.

Вентиляція та клімат: Сприятливий напрямок вітрів для провітрювання та видудання снігу.

Транспорт: Автомобільний, дороги шириною 6 м (радіус заокруглення 12 м).

Благоустрій: Асфальтування доріг, майданчиків, тротуарів, вимощення (1 м).

Озеленення: Декоративні дерева, кущі, багаторічні трави, квітники.

Техніко-економічні показники: Зведені в таблиці 1.1.

Табл.1.1

Ключові показники генерального плану плані

№	Особливості та їх пояснення	Вимірювання (од)	Загалом
1	Загальна площа ділянки	км. кв	5,545
2	Площа під забудовою	км. кв	2,7
3	Площа покриття (тверді поверхні)	км. кв	1,8
4	Площа зелених зон	км. кв	1,045
5	Коефіцієнт щільності забудови	відсот.	49,0
6	Коефіцієнт покриття (мощення)	відсот.	32,0
7	Коефіцієнт озеленення	відсот.	19,0

1.3 Деталізація технологічних процесів

Цех із виробництва керамічних виробів — це не просто будівля, а складна екосистема взаємопов'язаних функціональних зон, де кожен простір відіграє свою унікальну роль у перетворенні податливої сировини на витончену та міцну керамічну продукцію. Це справжня "фабрика перетворень", що проводить виріб через послідовні етапи: від первинного формування до фінальної обробки.

Основна мета цього виробничого комплексу — народження високоякісних керамічних виробів, які відповідають найвищим стандартам. Для досягнення цієї мети, кожна зона цеху оснащена спеціалізованими умовами та обладнанням, що забезпечує бездоганне виконання кожного кроку:

Гавань сировини: Це приміщення для підготовки та зберігання глини та інших керамічних мас. Тут сировина проходить первинну обробку, готуючись до свого подальшого шляху.

Майстерня форм: У зонах формування сира керамічна маса отримує своє перше втілення. Будь то лиття, пресування чи пластичне формування, саме тут матеріал набуває бажаних обрисів.

Камери загартування: Ділянки сушіння — це спеціальні камери, де вироби повільно та контрольовано позбавляються вологи, готуючись до наступного етапу без ризику деформації.

Горнило міцності: Приміщення для випалювання з печами — це серце цеху, де під впливом високих температур кераміка набуває своєї кінцевої міцності, довговічності та унікальних властивостей.

Останній штрих: Зони фінішної обробки — це місце, де вироби отримують свій завершений вигляд. Тут відбувається глазурування, декорування, полірування та скрупульозний контроль якості, що гарантує бездоганність кожної одиниці продукції.

Кожне приміщення цього цеху не просто організоване, воно продумане до дрібниць та обладнане інструментами, що дозволяють ефективно втілити кожен етап складного технологічного процесу, перетворюючи звичайну глину на твір мистецтва чи незамінний функціональний елемент.

1.4 Просторова концепція та функціональне зонування будівлі

Проектований цех постає як масштабний, функціонально-орієнтований простір розміром 102 на 96 метри. Це одноповерхова споруда Г-подібної (або прямокутної) конфігурації, що складається з численних паралельних прольотів.

Доступ до цеху забезпечують широкі ворота, а для пішого проходу персоналу встановлено хвіртки. Внутрішній простір кожного прольоту оптимізовано для роботи мостових кранів, чия вантажопідйомність відповідає технічному завданню, а висота кранової рейки залежить від типу колон.

Конструкція будівлі враховує температурні зміни: по осях "М" та "8" влаштовані компенсаційні шви з подвійними колонами. Колони, зокрема залізобетонні, розташовані з кроком 6 метрів, як для крайніх, так і для середніх рядів. Крайні колони прив'язані до поздовжніх осей на "250", а середні — симетрично до координатних осей, що перетинають їхній центр. Поперечні осі також проходять через середину колон, за винятком торцевих ділянок та деформаційних швів, де вісь колони зміщена на 500 мм всередину. Детальні техніко-економічні показники представлені в таблиці 1.2

Табл. 1.2

Комплексна оцінка характеристик споруди

№	Особливості та їх пояснення	Вимірювання (од)	Загалом
1	Зайнята площа будівлі.	км ²	1,128
2	Загальний простір споруди (кубічний): Повний внутрішній об'єм будівлі.	тис. м ³	231,12
3	Функціональний простір: Площа, що доступна для безпосереднього використання (без стін, коридорів загального користування).	м ²	1,0584
4	Коефіцієнт ефективності планування: Наскільки раціонально використана площа приміщень.		K ₁ = 20,50
5	Коефіцієнт об'ємного використання: Ефективність використання всього об'єму будівлі.		K ₂ = 0,940

1.5 Основний конструктив будівлі

Ця будівля має повний каркас, а її просторова стабільність – це результат продуманих інженерних рішень.

Поперечну жорсткість гарантує єдина система, утворена залізобетонними колонами, міцно закріпленими у фундаментах, та надійними зварними з'єднаннями ферм (або балок) з цими колонами.

У поздовжньому напрямку цілісність конструкції забезпечують фундаментні балки, підкранові балки, додаткові зв'язки та міцний диск, утворений плитами покриття, що інтегровані з несучими елементами даху.

Колони залізобетонні. Вибір колон, що є опорою нашої будівлі, ґрунтується на детальних параметрах, визначених проектним завданням. Ми застосовуємо збірні залізобетонні колони, використовуючи як одногілкові варіанти (з консолями) для певних функціональних навантажень, так і двогілкові типи для забезпечення необхідної жорсткості. Особливістю є фахверкові колони прямокутного перерізу, стратегічно розміщені по торцях будівлі для підтримки огорожувальних конструкцій. Усі нюанси їхнього конструктивного виконання доступні для вивчення на кресленнях.

Фундамент ступінчастий. Основою нашої конструкції є надійні збірні залізобетонні фундаменти "стаканного" типу, розроблені спеціально для інтеграції зі збірними залізобетонними колонами. Ці фундаменти, що можуть мати від однієї до трьох сходинок плит, забезпечують жорстке та нероз'ємне з'єднання з колоною завдяки її глибокому зануренню у "стакан" та подальшому замонолічуванню бетоном на дрібному заповнювачі.

Уніфікація та точність:

Параметри підколонника та самого фундаменту кратні 300 мм, що спрощує проектування та монтаж.

Верхня частина "стакана" розташована на позначці -0.150 м.

Розміри "стакана" ретельно вивірені: на 150 мм ширші за колону зверху та на 100 мм знизу, забезпечуючи оптимальне з'єднання.

Рішення для стін та воріт:

Під стінами передбачені фундаментні балки, що спираються на бетонні стовпчики, розміщені на верхній частині фундаменту. По обрізу фундаменту формується бетонна набетонка до позначки 0.030 м, товщина якої відповідає товщині стіни. У місцях розташування воріт фундаментні балки замінюються монолітними бетонними фундаментами (товщиною 500 мм, довжиною 6 м), оснащеними анкерними болтами для надійного кріплення ворітних рам. Обов'язковим елементом є гідроізоляційний шар (30 мм цементного розчину 1:2) поверх фундаментних балок, що захищає конструкцію від вологи.

Глибина закладення:

Враховуючи проектні навантаження від майбутньої будівлі, а також аналіз нормативних ґрунтових та кліматичних умов, глибина закладення фундаментів встановлена на позначці -2.550 м, гарантуючи стійкість та довговічність споруди.

Фундаментні балки. Для забезпечення стійкості стін передбачені фундаментні балки, які спираються на спеціальні бетонні стовпчики, що розміщуються на верхньому рівні фундаменту. Щоб вирівняти поверхню та забезпечити міцну основу для стін, по обрізу фундаменту до позначки +0.030 м створюється бетонна набетонка. Її товщина відповідає ширині стіни.

Там, де планується встановлення воріт, замість традиційних балок влаштовується посилений монолітний бетонний фундамент розміром 500 мм у товщину та 6 м у довжину. У цьому фундаменті закладаються анкерні болти для надійного кріплення ворітних рам. Для захисту конструкції від впливу вологи, поверх фундаментних балок обов'язково виконується гідроізоляція за допомогою 30-міліметрового шару цементного розчину (пропорція 1:2).

Конструкції покрівлі. На колони спираються ключові елементи покриття – кроквяні ферми та балки, що охоплюють значні відстані. Це включає:

Сегментні, безрозкісні, паралельні або полігональні ферми для прольотів 18 і 24 м.

Балки з паралельними поясами, двосхилі або ґратчасті для прольотів 12 і 18 м. Їх фіксують накладними сталевими листами, привареними до закладних частин ферм, а також анкерними болтами до колон. Після точного позиціонування ферм і балок у проєктній площині, всі з'єднання ретельно затягуються.

Коли крок крайніх колон складає 6 м, а середніх – 12 м, спершу на середні колони монтують підкроквяні ферми або балки. Ці допоміжні конструкції кріпляться до колон методом стельового зварювання закладних деталей, забезпечуючи надійну фіксацію.

Балки мостових кранів. В одноповерхових промислових об'єктах, де крок колон 6 або 12 м і вантажопідйомність крана до 50 т, застосовуються залізобетонні підкранові балки. Їх, з міркувань технологічності, влаштовують розрізними. Ці балки мають тавровий переріз; стандартна висота для прольоту 6 м складає 800 або 1000 мм, для 12 м – 1400 мм. За місцем розташування їх поділяють на торцеві, рядові та температурні (біля температурних швів), кожен тип має свої особливості у закладних деталях для кріплення до колон.

Покриття. Покрівельні залізобетонні плити монтуються на поперечні кроквяні конструкції (Таблиця 8). Їхні розміри варіюються залежно від кроку цих конструкцій: при 6 м використовуються плити 3×6 м і 1.5×6 м, а при 12 м — 12×6 м і 1.5×12 м.

Основна ширина плит — 3 м, що ідеально відповідає вузловій відстані кроквяних конструкцій. Плити шириною 1.5 м застосовуються переважно в розжолобках.

Кожна плита має закладні деталі на кінцях поздовжніх ребер, які приварюються до закладних елементів ферм. Міжпанельні шви герметизуються цементним розчином (марка 100). Важливо відзначити, що в торцях будівель та біля температурних швів закладні деталі плит для кріплення зміщені на 500 мм.

Стінове заповнення. Проєктом передбачено використання самонесучих одношарових панельних стін товщиною 300 мм. Їх кріплення до колон здійснюється за допомогою здвоєних рівнополочних кутиків (125×16 мм, довжина 100 мм), які приварюються до закладних деталей колон і панелей через гнучкі анкери з пластиною.

Панелі надходять повністю готовими з заводу, з обома фактурними шарами з цементно-піщаного розчину (по 20 мм кожен). Прорізи для воріт та дверей заповнюються цеглою марки 100 на розчині марки 50, формуючи кладку товщиною у 1,5 модуля (380 мм).

Система в'язів. Щоб будівлі, обладнані мостовими кранами, були максимально стабільними, ми інтегруємо вертикальні в'язі по колонах. Розміщені нижче підкранових балок, ці в'язі типово займають центральний крок колон у кожному температурному відсіку. У цьому випадку, підкранові балки чудово справляються з роллю розпірок, ефективно розподіляючи навантаження. Якщо ж виробничі процеси не дозволяють розмістити їх у центрі, ми можемо перенести їх до сусіднього кроку без втрати ефективності. Особливою перевагою є те, що при наявності підкроквяних ферм, вони виконують функції розпірок, звільняючи від необхідності встановлювати окремі розпірні елементи. Крім цих ключових вертикальних в'язів, для всебічної стійкості конструкції, проєкт також охоплює вертикальні в'язі по ліхтарях.

Віконні заповнення. Для забезпечення надійності, віконні заповнення мають міцну каркасну структуру, утворену вертикальними стійками, розташованими з кроком 1.5 або 2 метри. Ці стійки жорстко приварюються до закладних деталей, що розташовані у панелях-перемичках. Самі віконні рами, чи то глухі, чи з можливістю відкривання за допомогою верхньої, нижньої або бічної підвіски, надійно кріпляться до стійок болтами. Важливо відзначити, що козирки передбачені винятково над вікнами, які можуть відкриватися, забезпечуючи їхній захист.

Ворота. Проєкт передбачає встановлення розпашних воріт, спроектованих для зручного проїзду автомобільного транспорту різних габаритів. Для

стандартних транспортних засобів ми використовуємо ворота розміром 3600×4200.

Сама конструкція воріт складається з міцної рами, що включає ригель та дві стійки. Ця рама надійно кріпиться до фундаменту за допомогою анкерних болтів і встановлюється з зовнішнього боку будівлі, забезпечуючи максимальний простір всередині. Для безрейкового транспорту, що не потребує спеціальних напрямних, передбачені похилі бетонні з'їзди (пандуси), розташовані з зовнішнього боку воріт, що гарантує плавний та безпечний заїзд.

Покрівля. Для максимального захисту будівлі ми розробили плоску, невентильовану покрівлю. Її міцна структура складається з подвійного шару руберойду, який зверху покритий захисним гравійним шаром, надійно втопленим у бітум. Безпосередньо під цією системою, на покрівельних плитах, укладається обов'язкова пароізоляція, що створює бар'єр для вологи. Особлива увага приділяється зонам з'єднання покрівлі з вертикальними елементами, такими як парапети. Тут покрівля додатково зміцнюється трьома шарами руберойду, які піднімаються на стіну і фіксуються дюбелями. Цей критичний шов потім ретельно герметизується, забезпечуючи абсолютну водонепроникність.

Дощова вода ефективно відводиться через систему внутрішніх водостоків. Лійки для збору води стратегічно розміщені в найнижчих точках покрівлі, при цьому відстань між ними не перевищує 48 метрів.

Ліхтарі. Ми інтегрували в проєкт подвійні світлоаераційні ліхтарі, що забезпечують чудове природне освітлення та ефективну вентиляцію. Доступні у двох варіантах ширини – 6 або 12 метрів – вони оснащені склом висотою 1750 мм, яке може відкриватися на 30° за допомогою електроприводу, надаючи гнучкість у контролі мікроклімату. Ліхтарі елегантно простягаються вздовж будівлі.

Зважаючи на безпеку та зручність експлуатації, максимальна довжина кожного ліхтаря становить 84 метри. Якщо необхідно охопити більші ділянки, їх розмежовують спеціальними проміжками, що відповідають кроку крокв. Для оптимального розміщення та уникнення конфліктів з торцевими стінами, ліхтарі розташовані на відстані 6 метрів від них. Вибір ширини ліхтаря залежить від прольоту: 6-метрові застосовуються для прольотів 12-18 м, а 12-метрові – для більших.

Промислові підлоги. Розробляючи дизайн підлоги, ми починаємо з ретельного аналізу передбачуваних навантажень та прагнемо створити рішення, що вирізняється винятковою міцністю й довговічністю. Конструкція підлоги — це не просто єдине ціле, а складна багат шарова система. Вона послідовно

об'єднує покриття (фінішний шар), підстильний шар, що забезпечує амортизацію та розподіл навантаження, прошарок (часто для вирівнювання або прихованих комунікацій), міцну стяжку, надійну гідроізоляцію для захисту від вологи, і нарешті, основу, на яку спираються всі ці елементи. Ми підходимо до проєктування кожної підлоги індивідуально, адаптуючи її до конкретного призначення приміщення та унікальних експлуатаційних вимог, аби забезпечити ідеальну відповідність потребам.

Оздоблення. Завдяки тому, що стінові панелі надходять з заводу з уже нанесеним 20-міліметровим фактурним шаром цементного розчину, фасад будівлі практично не потребує складних оздоблювальних робіт. На будівельному майданчику залишається лише фінальний штрих: ретельна розшивка та герметизація швів між панелями шляхом їх зачеканювання цементним розчином. Що ж до інтер'єру, то внутрішні приміщення отримують традиційне та перевірене часом вапняне фарбування – це стосується всіх поверхонь, включно зі стінами, колонами та стелями.

1.6 Розрахунок достатності освітлення

Для проведення розрахунку природного освітлення розглядається просторе приміщення зі значними габаритами: глибина становить 30 000, а висота сягає 24 800.

Вид зорової роботи, що виконуватиметься в цьому просторі, відповідає IV розряду, що диктує певні вимоги до освітленості. Освітлення забезпечується за рахунок подвійних світлоаераційних ліхтарів з листовим склінням, які розташовані на даху.

Щодо інтер'єру, стеля пофарбована у білий колір, стіни мають зеленуватий відтінок, а підлога виконана у червонувато-коричневій гамі. Ці кольори впливають на розподіл світла, що враховується за допомогою відповідних коефіцієнтів відбиття:

$$\rho_{\text{стелі}} = 0,7, \quad \rho_{\text{стелі}} = 0,7, \quad \rho_{\text{підлоги}} = 0,3$$

Наступним кроком є визначення необхідних показників освітлення.

Коефіцієнт природного освітлення (КПО), що відповідає нормативним вимогам, розраховується за формулою:

$$e^{IV} = e \cdot t \cdot c = 4 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 2,4$$

У цій формулі:

t – це змінна, яка корегує розрахунки з урахуванням місцевих кліматичних особливостей, включаючи географічну широту та типовий рівень хмарності для даної місцевості.

c – коеф. кількісно характеризує, наскільки пряме сонячне світло є інтенсивним у певний момент, показуючи його силу впливу на освітлення.
 e – це базовий нормований коеф. природного освітлення, який є обов'язковим для дотримання згідно з встановленими будівельними нормами та стандартами.

Крім цих параметрів, ключове значення має загальна площа поверхні, призначена для скління, оскільки вона визначає обсяг природного світла, що може потрапити всередину.

$$S_0 = \frac{S_n \cdot k_z \cdot e_n \cdot \eta_0 \cdot \kappa_{зд}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} = 1095 \text{ м}^2$$

У цій формулі:

$S_n = 8064 \text{ м}^2$ - обсяг поверхні підлоги;

$k_z = 1,5$ - критичний множник, який гарантує достатній рівень освітлення, враховуючи можливі зміни або деградацію з часом.;

$\eta_0 = 14$ - відображає, скільки світла проходить через віконний проріз;

$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0,64$ - комплексний показник, що об'єднує декілька факторів, а саме;

У цій формулі: $\tau_1 = 0,8$ - властивість матеріалу вікна пропускати світло;

$\tau_2 = 0,8$ - враховує затінення від елементів рами;

$\tau_3 = 1$ - бере до уваги, як конструкції будівлі можуть блокувати світло;

τ_4 - враховується, якщо є жалюзі, штори тощо;

τ_5 - враховується, якщо сітки сонцезахисту встановлені;

$\kappa_{зд} = 1$ - враховує вплив оточуючої забудови;

$r_1 = 1,1$ - додає до розрахунку ефект відбитого світла від поверхонь.

Перш ніж приступити до розрахунку r_1 , спершу необхідно обчислити усереднений коеф. відбиття. Цей показник є ключовим для врахування взаємодії світла з внутрішніми поверхнями приміщення.

$$\rho_{cp} = \frac{0,5\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3} = 0,397$$

У цій формулі: $\rho_1, \rho_2, \rho_3, S_1, S_2, S_3$ - коеф. відбиття світла від поверхонь стелі, стін та підлоги відповідно та відповідні площі.

$S_{реал.} \geq S_0$. обрана площа скління повністю відповідає нормативним вимогам, забезпечуючи оптимальний рівень природного освітлення.

2. Проектно-розрахунковий розділ

2.1 Залізобетонна плита покриття. Вихідні дані

Завдання — розрахувати **ребристу плиту покриття** розміром 6×1.5 м, що працює по фермам покрівлі.

Вихідні дані для бетону В25 (легкий, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$):

- $R_{bt,n} = 0.185 \text{ кН/см}^2$
- $R_b = 0.145 \text{ кН/см}^2$
- $R_{bt} = 0.105 \text{ кН/см}^2$
- $E_b = 1900 \text{ кН/см}^2$

Врахувавши коефіцієнт $\gamma_{b2} = 0.9$, отримуємо наступні розрахункові опори бетону:

$$R_b * \gamma_{b2} = 1,45 * 0,9 = 1,305 \text{ кН/см}^2;$$

$$R_{bt} * \gamma_{b2} = 0,105 * 0,9 = 0,0945 \text{ кН/см}^2.$$

Армування поздовжніх ребер напруженою арматурою класу Вр-II, що пройшла термічне зміцнення. Завдяки цій технології, арматура набуває виняткової міцності та стійкості до деформацій, що критично важливо для надійності та довговічності всієї конструкції.

$$R_{sh} = 102 \text{ кН/см}^2; R_s = 85 \text{ кН/см}^2; E_s = 1800 \text{ кН/см}^2.$$

Для забезпечення міцності поперечних ребер, ми використовуємо поєднання матеріалів: ненапружену стрижневу арматуру А-I (з $R_s = 22,5 \text{ кН/см}^2$) та високоміцний холоднотягнутий дрід Вр-I діаметром 5 мм (з $R_s = 36 \text{ кН/см}^2$).

Сама полиця плити посилюється холоднотягнутим дротом Вр-I діаметром 5 мм ($R_s = 36 \text{ кН/см}^2$). А для її поперечної стабілізації застосовується дрід Вр-I діаметром 3 мм ($R_{sw} = 27 \text{ кН/см}^2$).

Натягування арматури здійснюється на упори за допомогою електромеханічного обладнання. Це забезпечує точне та контрольоване попереднє напруження. Зняття натягу з арматури відбувається лише після досягнення бетоном необхідної міцності, що є критично важливим для забезпечення несучої здатності та довговічності конструкції.

$$R_{bp} = 0,7B = 0,7 \cdot 25 = 17,5 \text{ МПа} = 1,75 \text{ кН/см}^2.$$

Ми встановлюємо таке напруження для арматури:

$$\sigma_{sp} = 0,9R_{sn} = 0,9 \cdot 102 = 91,8 \text{ кН/см}^2.$$

Для ребристої панелі встановлено 2-гу категорію тріщиностійкості. Таке рішення забезпечує необхідний рівень опору утворенню та поширенню тріщин під експлуатаційними навантаженнями.

Для арматури Вр-II:

$$a_{crc1} = 0,2 \text{ мм};$$

$$a_{crc2} = 0,1 \text{ мм};$$

Допустимий прогин для елементів конструкції становить не більше 3 см, що забезпечує комфортну експлуатацію та запобігає неприпустимим деформаціям.

Місце будівництва відноситься до першого снігового району, де розрахункове значення снігового навантаження дорівнює $S_0=0,8 \text{ кН/м}^2$. Цей параметр враховується при проектуванні покрівлі та інших елементів.

2.2 Визначення габаритних розмірів плити

Стандартний розмір плити становить $1,5 \times 6 \text{ м}$, тоді як її фактичні конструктивні габарити: $1,49 \times 5,97 \text{ м}$. Товщина полиці плити прийнята $h_f' = 25 \text{ мм}$.

Висота панелі розрахована виходячи з співвідношення $h \approx 1/20$ від довжини, що дає $6000 \text{ мм}/20 = 300 \text{ мм}$. Таким чином, приймаємо загальну висоту панелі $h = 300 \text{ мм}$.

Щодо поперечних ребер, їхні розміри визначені наступним чином:

Середні поперечні ребра: ширина знизу — 50 мм, зверху — 100 мм. Висота цих ребер — 150 мм.

Торцеві поперечні ребра: висота — 200 мм.

Прорізні (прокольні) ребра: ширина знизу — 75 мм, зверху — 105 мм.

Для поздовжніх ребер приведена ширина одного ребра становить 80 мм, а для двох таких ребер — 160 мм.

2.3 Виконання розрахунків полиці: Методика та результати

Детальний підрахунок навантажень наведено у Таблиці 2.1. Важливо зазначити, що розрахункове навантаження на один квадратний метр полиці є постійним, що спрощує подальші інженерні розрахунки та забезпечує стабільність параметрів.

Табл. 2.1

Характер навантаж.	Нормативне (базове) навантаження, Н/м^2	Коефіцієнт безпеки за навантаж.	Розрахункове (проектне) навантаження, Н/м^2
Конструкція покрівлі (постійні навантаження):			
Зовнішній шар: Тришарове рубероїдне покриття, укладене на мастику, для максимальної гідроізоляції.	150	1,2	180
Вирівнюючий шар: Цементна стяжка товщиною 2 см (розрахункове навантаження: $0,02 \cdot 20$).	400	1,3	520
Ізоляційний шар: Пінополістирольні плити товщиною 12 см, що забезпечують високу теплоефективність.	600	1,2	720
Бар'єр для вологи: Двошарова пароізоляція з пергаменту на мастиці.	100	1,2	120
Опорна конструкція: Ребриста панель із приведеною товщиною 5,3 см.	1380	1,1	1460
Сумарне постійне навантаження: Загальне значення постійних компонентів	2630		3000

Змінні (короткотривалі) навантаження			
Від снігу (короткочасне): Навантаження, що виникає внаслідок снігового покриву.	800	1,04	830
Разом: Загальна сума всіх навантажень (постійних та змінних).	3430		3830

Для розрахунку сукупного навантаження ми враховуємо декілька ключових факторів:

Вага самого покриття (g_1): Це постійне навантаження, що складається з $g_1 = 0,18 + 0,52 + 0,72 + 0,12 = 1,54 \text{ кН/м}^2$;

Власне навантаження від полиці плити (g_2): Розраховується як $g_2 = 0,025 - 25 \cdot 1,1 = 0,69 \text{ кН/м}^2$;

Навантаження від снігових опадів (S): Сезонний фактор, який додає 0.8 кН/м^2 до загальної величини.

Таким чином, повне навантаження на полицю панелі визначається як сума цих трьох показників.

$$p_1 = 1,54 + 0,69 + 0,8 = 3,03 \text{ кН/м}^2.$$

Ми підходимо до полиці плити як до багатопрольотної нерозрізної балки. У процесі розрахунку особлива увага приділяється перерозподілу зусиль, спричиненому розвитком пластичних деформацій. Це дозволяє більш точно визначити згинальний момент в полиці, застосовуючи при цьому відповідний коефіцієнт надійності.

$$M = \frac{P_1 \cdot l_0^2 \cdot \gamma_n}{16} = \frac{3,03 \cdot 1,37^2 \cdot 0,95}{16} = 0,337 \text{ кНм} = 33,7 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Параметр l_0 позначає чисту відстань між внутрішніми поверхнями поперечних ребер. Це фундаментальна величина, що впливає на поведінку конструкції.

Далі, нам потрібно визначити корисну товщину полиці плити, яка є ключовою для її несучої здатності.

$$h_0 = h - a = \frac{h_f}{2} = \frac{2,5}{2} = 1,25 \text{ см.}$$

Нашою метою є обчислення коефіцієнта α_m у випадку, коли значення b фіксоване на рівні 1000 мм.

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{33,7}{1,305 \cdot 100 \cdot 1,25^2} = 0,165; \xi = 0,910$$

Визначимо необхідну площу поперечного перерізу арматури типу Вр-I, що припадає на один погонний метр ширини конструкції. Цей параметр є критично важливим для забезпечення міцності та надійності залізобетонних елементів.

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{33,7}{36 \cdot 1,25 \cdot 0,910} = 0,823 \text{ см}^2$$

Згідно з розрахунками, в якості армуючої сітки приймається сітка С1. Це стандартизоване рішення дозволить забезпечити необхідну міцність та жорсткість елементу.

$$\frac{5V_p - I - (x200) + 100}{4V_p - I - (x250) + 100} \cdot 1440 \cdot 5900 \frac{C_1}{20}$$

Після аналізу всіх факторів та розрахунків, ми переходимо до визначення оптимального кроку робочої арматури, а саме 200мм, тоді $A_s = 5 \cdot 0,196 = 0,98 \text{ см}^2$.

2.4 Проведення розрахунку поперечних ребер

Приступаємо до розрахунку поперечних ребер, що мають крок $l_1 = 980$ мм. Модель для розрахунку обрана як защемлена таврова балка. Особливу увагу приділяємо постійному навантаженню, яке враховує власну вагу одного метра ребра.

$$g = (g_1 + g_2) l_1 + g_3 \gamma_f = (1,54 + 0,69) \cdot 0,98 + \left(\frac{0,1 + 0,05}{2} \right) (0,15 - 0,025) \cdot 25 \cdot 1,1 = 2,44 \text{ кН/м}^2.$$

Враховуючи коефіцієнти, снігове навантаження становить $S = 0,8 \cdot 980 = 784 \text{ Н/м}^2$.

Таким чином, повне навантаження p^2 становить $g + S = 2440 + 784 = 3224 \text{ Н/м}^2$.

Далі ми переходимо до розрахунку згинальних моментів у прольоті та на опорах, що є наступним кроком у проектуванні.

$$M = \frac{p_2 \cdot l_0^2 \cdot \gamma_n}{8} = \frac{3,2 \cdot 1,41^2 \cdot 0,95}{8} = 0,755 \text{ кН} \cdot \text{м} = 75,5 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$l_0 = 1490 - \frac{80}{2} - \frac{80}{2} = 1410 \text{ мм}$$

Визначимо величину максимальної поперечної сили

$$Q = \frac{p_2 \cdot l_0 \cdot \gamma_n}{2} = \frac{3,2 \cdot 1,41 \cdot 0,95}{2} = 2,14 \text{ кН}$$

Після визначення корисної висоти ребра, яка становить

$$h_0 = h - a = 15 - 2,5 = 12,5 \text{ см}$$

ми переходимо до його розрахункового перерізу. Він представляє собою тавровий переріз, де полиця розташована у стиснутій зоні, що забезпечує максимальну ефективність матеріалу.

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{75,5}{1,305 \cdot 98 \cdot 12,5^2} = 0,004$$

$$\xi = 0,04$$

$$\zeta = 0,980$$

$$x = \xi \cdot h_0 = 0,04 \cdot 12,5 = 0,5 \text{ см} < h_f = 2,5 \text{ см}$$

Оскільки нейтральна вісь проходить у полиці, це значно спрощує розрахунок, адже вся стиснута зона знаходиться в межах бетону полиці. Завдяки цьому ми можемо точно визначити потрібну площу перерізу робочої арматури типу А-I, яка забезпечить необхідну міцність та несучу здатність елементу.

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{75,5}{22,5 \cdot 0,98 \cdot 12,5} = 0,3 \text{ см}^2$$

Для подальших робіт обираю один стрижень 8 А-I, $A_s = 0,503 \text{ см}^2$

Верхній стрижень КР2 приймаємо ідентичним нижньому: 1 стрижень діаметром 8 А-І (з площею перерізу $A_s=0,503 \text{ см}^2$), адже опорні та прольотні моменти рівні.

Наступний крок – перевірка несучої здатності перерізу ребра на поперечну силу, з урахуванням роботи бетону на розтяг.

$$0,6R_{bt}b \cdot h_0 \gamma_{b2} = 0,6 \cdot 0,0945 \cdot \frac{5+10}{2} \cdot 12,5 = 5,315 \text{ кН} > Q = 2,14 \text{ кН}$$

На підставі проведених аналізів, розрахунок поперечної арматури виявився зайвим. Тому ми встановлюємо поперечні стрижні конструктивно, з кроком 150 мм, використовуючи арматуру 3Вр-І.

2.5 Проєктування армування поздовжніх ребер

Визначення ефективного прольоту панелі з урахуванням 10-сантиметрової опорної ширини

$$l_0 = l - 2 \frac{l_0}{2} = 587 \text{ см};$$

Загальне навантаження: $p=3,83 \text{ кН/м}^2$;

Приведена ширина ребер (подвійних поздовжніх): $b = 160 \text{ мм}$

Полиця таврового перерізу (розрахункова ширина)

$$b'_f = \frac{l_0}{6} \cdot 2 + b = 212 \text{ см};$$

Екстремальна величина згинального моменту

$$M = \frac{p \cdot l_0^4 \cdot b_n \cdot \gamma_n}{8} = \frac{3,83 \cdot 5,87^2 \cdot 1,5 \cdot 0,95}{8} = 23,5 \text{ кН/см}^2$$

Ефективна висота поздовжнього ребра

$$h_0 = h - a = 30 - 3,5 = 26,5 \text{ см};$$

Виконуємо розрахунок Т-подібного перерізу

$$M \leq R_b \gamma_{b2} b'_f h'_f (h_0 - 0,5 h'_f);$$

$$2650 \leq 1,305 \cdot 212 \cdot 2,5 (26,5 - 0,5 \cdot 2,5) = 17464 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

Межі полиці вміщують нейтральну лінію

$$\alpha m = \frac{2650}{1,305 \cdot 212 \cdot 26,5^2} = 0,014;$$

$$\xi = 0,015; \gamma_{s6} = 1,15.$$

$$A_{sp} = \frac{\xi \cdot b'_f \cdot h_0 \cdot R_b}{\gamma_{s6} \cdot R_s} = \frac{0,015 \cdot 212 \cdot 26,5 \cdot 1,305}{1,15 \cdot 85} = 1,12 \text{ см}^2;$$

Вибираємо два арматурних стержні діаметром 12 класу Вр-І, загальна площа арматури складає $2,26 \text{ см}^2$.

При цьому

$$\mu = 2,26 / 16 \cdot 26,5 = 0,0053 = 0,53\% > 0,05\%.$$

Обчислення міцності нахилених до поздовжньої осі перерізів.

Зусилля зсуву на опорних ділянках поздовжніх ребер

$$Q = 0,5 b_n \cdot p \cdot l_0 \cdot \gamma_n = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 3,83 \cdot 5,87 \cdot 0,95 = 16,02 \text{ кН}$$

$$\varphi_f = \frac{0,75 (3 h'_f) \cdot h'_f}{b \cdot h_0} = \frac{0,75 \cdot 3 \cdot 2,5 \cdot 2,5}{16 \cdot 26,5} = 0,033 < 0,5$$

$$V = \varphi_{b2} (1 + \varphi_f) R_{bt} \gamma_{b2} b \cdot h_0^2 = 2 (1 + 0,033) \cdot 0,0945 \cdot 16 \cdot 26,5^2 = 2193,7 \text{ кН см}$$

Оскільки $Q_b = Q_{sw} = Q/2$

Тому

$$c = B/0,5Q = 2193,7/(0,5 \cdot 32,04) = 136,94 > 2h_0 = 2 \cdot 26,5 = 53 \text{ см}$$

Остаточню $c=530 \text{ мм}$

При цьому

$$Q_b = B/c = 2193,7/53 = 41,4 \text{ кН} > Q = 16,02 \text{ кН}$$

Призначаю поперечне армування конструктивно, а саме

- біля опор крок 150 мм для арматури діаметром 3 мм класу Вр-1
- по середині ребра крок 200 мм для того ж діаметру та класу арматури.

Означені стержні утворюють каркас (КР1) шляхом поєднання їх двома поздовжніми стержнями діаметром 8 мм та класу арматури А-1.

2.6 Оцінка плити щодо появи тріщин

Визначимо ряд додаткових коефіцієнтів для проведення подальших розрахунків та встановимо геометричні характеристики розглядуваного перерізу

$$\alpha = \frac{E_s}{E_h} = \frac{18000}{1900} = 9,47$$

$$A_{red} = \Sigma A_{bi} + \alpha A_{sp} = 212 \cdot 2,5 + 27,5 \cdot 16 + 9,47 \cdot 2,26 = 991,4 \text{ см}^2$$

$$S_{red} = \Sigma S_{bi} + \alpha S_{sp} = 212 \cdot 2,5 \cdot 28,75 + 27,5 \cdot 16 \cdot 13,75 + 9,47 \cdot 2,26 \cdot 3,5 = 21362,4 \text{ см}^3$$

$$y_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{21362,4}{991,4} = 21,55 \text{ см}$$

$$y_0' = h - y_0 = 30 - 21,55 = 8,45 \text{ см}$$

$$I_{red} = \Sigma I_{bi} + \alpha A_{sp} (y_0 - a)^2 = \frac{212 \cdot 2,5^3}{12} + 212 \cdot 2,5 \cdot 7,15^2 + \frac{16 \cdot 27,5^3}{12} + 16 \cdot 27,5 \cdot 7,85^2 + 9,47 \cdot 2,26 \cdot 18,1^2 = 89225,6 \text{ см}^4;$$

$$e_{op} = y_0 - a = 21,55 - 3,5 = 18,05 \text{ см}$$

Оцінка зменшення попереднього натягу арматури

Втрати на першому етапі

- зумовлені релаксацією напружень арматурних стрижнів

$$\sigma_1 = 0,05 \sigma_{sp} = 0,05 \cdot 91,8 = 4,6 \text{ кН / см}^2$$

- через температурну розбіжність арматури й елементів натягу

$$\sigma_2 = 1,25 \cdot \Delta t = 1,25 \cdot 65 = 8,13 \text{ кН / см}^2$$

- через податливість анкерних пристроїв

$$\sigma_s = E_s \frac{\lambda}{l} = 18000 \frac{0,2}{700} = 5,14 \text{ кН / см}^2$$

- зумовлені швидкою деформацією повзучості:

$$p_1 = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3) = 2,26 (91,8 - 4,6 - 8,13 - 5,14) = 167,1 \text{ Кн}$$

$$\sigma_{bp} = \frac{p_1}{A_{red}} = \frac{167,1}{991,4} = 0,17 \text{ кН / см}^2$$

$$\alpha = 0,25 + 0,25 R_{bp} = 0,25 + 0,25 \cdot 1,75 = 0,688$$

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{0,17}{1,75} = 0,1 < \alpha = 0,688$$

$$\sigma_b = 0,85 \cdot 40 \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,1 = 3,4 \text{ МПа} = 0,34 \text{ кН /см}^2$$

Загалом по першим втратам

$$\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_b = 4,6 + 8,13 + 5,14 + 0,34 = 18,21 \text{ кН /см}^2.$$

Втрати на другому етапі

-зумовлені процесами усадки бетонної суміші:

$$B25: \sigma_b = 45 \text{ МПа} = 4,5 \text{ кН /см}^2.$$

-зумовлені зміною властивостей бетону в часі (повзучість):

$$P_1 = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{los1}) = 2,26(91,8 - 18,21) = 166,3 \text{ кН};$$

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} = \frac{166,3}{991,4} = 0,168 \text{ кН /см}^2;$$

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{0,168}{1,75} = 0,096 < \alpha = 0,688$$

$$\sigma_g = 150 \cdot \alpha \cdot \sigma_{bp} / R_{bp} = 150 \cdot 0,85 \cdot 0,096 = 12,24 \text{ МПа} = 1,224 \text{ кН /см}^2;$$

$$\sigma_{los2} = \sigma_b + \sigma_g = 4,5 + 1,224 = 5,72 \text{ кН /см}^2;$$

Загалом по другим втратам

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 18,21 + 6,72 = 24,93 \text{ кН /см}^2;$$

Зусилля обтискання:

$$P = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) = 2,26 \cdot (91,8 - 22,93) = 155,6 \text{ кН}.$$

Відповідні геометричні хар-ки:

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{89225,6}{21,55} = 4140,4 \text{ см}^3.$$

$$r_y = 0,85 \frac{W_{red}}{A_{red}} = 0,85 \cdot \frac{4140,4}{991,4} = 3,55 \text{ см}.$$

$$W_{pl} = 1,75 W_{red} = 1,75 \cdot 4140,4 = 7245,7 \text{ см}^3.$$

$$M_{crc} = r_{bt,ser} W_{pl} + M_{rp} = 0,185 \cdot 7245,7 + 3361 = 4701,5 \text{ кН} \cdot \text{см};$$

$$M_{rp} = p(e_{op} + r_y) = 155,6(18,05 + 3,55) = 3361 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

Момент, що виникає від сумарного нормат. навантаження:

$$M_n = \frac{P_n l_0^2 \cdot \gamma_n \cdot b_n}{8} = \frac{3,43 \cdot 5,87^2 \cdot 1,5 \cdot 0,95}{8} = 21,05 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Оскільки

$$M_{crc} = 47,02 \text{ кН} \cdot \text{м} > M_n = 21,05 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

тріщиноутворення відсутнє в нижній ділянці плити.

2.7 Оцінка плити за умов монтажного навантаження

Для підйому та монтажу панель обладнана 4 монтажними петлями зі сталі марки А-І. Вони розташовані в прокісних ребрах, відступивши 1 метр від кожного торця панелі. Аналогічно, на відстані $l_0 = 1$ м передбачені опорні підкладки для перевезення. З урахуванням динамічного коефіцієнта $\gamma_1 = 1,5$, виконуємо розрахунок навантаження, що створюється власною масою панелі.

$$f = 1,46 \gamma_1 \cdot b_k = 1,46 \cdot 1,5 \cdot 1,49 = 3,26 \text{ кН /см}^2$$

$$M = \frac{g \cdot l_0^2}{2} = \frac{3,26 \cdot 1^2}{2} = 1,63 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Сприйняття цього моменту забезпечується монтажною арматурою (двома стрижнями діаметром 8мм та класу А-І), що входить до складу каркасів. За умови $z_1=0,9h_0$ необхідна площа перерізу зазначеної арматури розраховується як:

$$A_s = \frac{M}{z_1 \cdot R_s} = \frac{1630}{0,9 \cdot 26,5 \cdot 225} = 0,303 \text{ см}^2,$$

Коли панель піднімається, її маса може припадати на дві петлі. Тоді навантаження, що діє на одну петлю, визначається так:

$$N = \frac{g \cdot l_k}{2} = \frac{3,26 \cdot 5,97}{2} = 9,73 \text{ кН};$$

$$A_s = \frac{N}{R_s} = \frac{9730}{225 \cdot 100} = 0,43 \text{ см}^2;$$

Для визначеної площі арматури приймаю

8 мм А-І з $A_s = 0,503 \text{ см}^2$.

2.8 Розробка конструкції панелі

Розрахунок полиці показав необхідність застосування такої сітки:

$$\frac{5Bp - I - (x200) + 100}{4Bp - I - (x250) + 100} \cdot 1440 \cdot 5900 \frac{C_1}{20}$$

Середні поперечні ребра панелі отримали робочу й монтажну арматуру 8А-І. Поперечні елементи конструктивно становлять стрижні Ø3мм Вр-І, розташовані з кроком 150 мм. Вони формують плоский каркас Кр2. Крайні поперечні ребра, не потребуючи детального розрахунку, оснащені ідентичною робочою, монтажною та поперечною арматурою, що об'єднана в каркас Кр3.

З розрахунку міцності поздовжніх ребер на похилих перерізах, поперечні стрижні прийняті конструктивно Ø3мм Вр-І з кроком 150 мм біля опор та 200 мм у середині прольоту. Монтажні стрижні обрані Ø8мм А-І. Усі вони інтегровані в каркас Кр1.

Міцність опорних вузлів панелі забезпечується 4 сітками С2. Поперечна арматура кожної з цих сіток розрахована для сприйняття певного зусилля.

$$Q = 0,2A_{sp}R_s = 0,2 \cdot 2,26 \cdot 27 = 12,2 \text{ кН}.$$

Армування кінців поздовжніх ребер передбачає використання гнутих сіток С2 (Ø4Вр-І). Крок стрижнів 100 мм, довжина армування – мінімум $15d=60$ мм. Кути панелі додатково армуються сітками С4 та С5 з Ø3Вр-І. У цих кутах також передбачені закладні M_1 і $M_{1н}$.

3. Техніко-економічний розділ

3. Підбір ефективного обладнання та засобів механізації.

Добова продуктивність бетонників під час заливки бетонної суміші

$$B_{\text{пот}} = a / N_{\text{ч}} = 1 / 0,33 = 3,03 \text{ м}^3/\text{год}$$

в цій формулі a – одна одиниця вимірювальної роботи;

$N_{\text{ч}}$ – регламентований час роботи.

Потрібна швидкість подачі бетонної суміші основним механізмом

$$I_{\text{ном}} = B_{\text{ном}} \cdot k_n / k_{\text{ч}} = 3,03 \cdot 1,2 / 0,9 = 4,04 \text{ м}^3/\text{год}.$$

в цій формулі k_n – коефіцієнт нестабільності подачі та ущільнення суміші, рекомендований діапазон для якого складає 1,1–1,3.

$k_{\text{ч}}$ – фактор часового використання обладнання, що дорівнює 0,9.

При виконанні бетонних робіт ми обираємо технологію "кран-баддя".

Бетонна суміш транспортується за допомогою неповоротної бадді, що має об'єм 0,8 м³. Вага цієї бадді разом із завантаженим бетоном досягає 2,45 тонни, а її проектна висота визначена як 1,31 м.

Досяжна висота підняття вантажу гаком

$$H_{\text{ном}} = h_m + h_z + h_e + h_c = 1,7 + 1 + 1,31 + 1,85 = 5,86 \text{ м}$$

h_m – визначає висоту монтажного горизонту, що відрховується від площини, на якій встановлений кран. Слід врахувати: у випадку фундаментів, чия опорна площа знаходиться нижче від рівня стоянки крана, h_m приймається нульовим.

h_z – запас підйому (або монтажний запас) — це додатковий простір, на який нижня точка об'єкта, що піднімається, перевищує заданий монтажний рівень. Його стандартна величина — 0,7–1,0 м.

h_e – Монтажна висота елемента: Необхідна величина береться з нормативних таблиць.

h_c – висота підйомного обладнання: сюди включаються всі пристрої для захоплення та підйому вантажу: стропи, зачепи, траверси тощо.

Виліт стріли розраховується як ширина фундаменту плюс 1,5 м для робочої зони.

$$l_{\text{в}} = B / 2 + 1,5 = 3 / 2 + 1,5 = 3 \text{ м}$$

Гранична маса, що піднімається гаком

$$g = 2,45 + 0,064 = 2,514 \text{ т}$$

Максимальний виліт стріли

$$L_c = \sqrt{(l_{\text{в}} - l_{\text{ш}}) + (H_{\text{пот}} - h_{\text{ш}} + h_{\text{п}})^2} = \sqrt{(3 - 1,5)^2 + (5,86 - 1,5 + 1,5)^2} = 6,05 \text{ м}$$

$h_{ш}$ – Це відстань по вертикалі від рівня, де знаходиться кран, до шарніра стріли в її нижній частині. Зазвичай для більшості моделей кранів це значення перебуває в діапазоні 1 до 2 метрів, проте для попередніх розрахунків зручно використовувати 1,5 м.

$h_{п}$ – це висота поліспада при максимальному складанні. Для попередніх розрахунків приймають значення в межах 1,5–2 м.

Для проведення робіт залучено автокран КС-2561Е з довжиною стріли 8 метрів, який слугує основною підйомною одиницею.

Забезпечення об'єкта бетонною сумішшю здійснюється за допомогою автобетонозмішувача СБ-69. Об'єм його виходу, який буде зазначений, дорівнює $2,5 \text{ м}^3$.

Експлуатація автобетонозмішувача на ґрунтовій дорозі передбачає: середню швидкість пересування – 15 км/год, тривалість завантаження – 0,1 год, і тривалість розвантаження – 0,2 год.

Скільки часу займає укладання бетонної суміші з автобетонозмішувача

$$t_y = V_{mp} / (I_{nom} \cdot K_{ч}^{mp}) = 2,5 / (4,04 \cdot 0,9) = 0,67 \text{ год.}$$

в цій формулі $K_{чтр}$ – Цей показник відображає ефективність використання транспорту в часі, і його типове значення коливається від 0,85 до 0,92.

Аналіз часу перевезення бетонної суміші.

Тривалість першого рейсу $t_{д1з}$, розрахований з огляду на відстань і швидкість руху..

$$t_{д1}^1 = L_{nom} / V_c = 12 / 15 = 0,8 \text{ год.}$$

$L_{пот.}$ — визначає, скільки кілометрів складає шлях постачання

V_c — показує середню швидкість переміщення об'єкта чи транспортного засобу, виміряну в км/год.

$t_{д2}$ тривалість доправлення, яка безпосередньо пов'язана з часом зберігання $t_{сх}$.

$$t_{д2}^2 = t_{сх} - (t_y + t_z + t_p + L_{nom} / V_c) = 1,7 - (0,67 + 0,1 + 0,2 + 0,8) = -0,07 \text{ год.}$$

$t_{сх}$. період тужавіння цементної суміші.

t_y тривалість бетонування, що здійснюється однією машиною, з урахуванням її робочого об'єму.

t_z час наповнення транспортних засобів бетонною сумішшю на БРВ: Прийнято, що для АС він дорівнює 0,1 год, тоді як для АБВ та АБЗ – 0,2 год.

t_p визначення часу розвантаження транспортних засобів: у випадку вивантаження в баддю, передбачається 0,1 години; для розвантаження в приймальні бункери бетоноукладачів або бетононасосів, час розвантаження вважається нульовим, оскільки цей процес інтегрований у загальний час

укладання.

Згідно з розрахунками, для фундаментів слід застосовувати бетонну суміш типу А або Б.

Автобетонозмішувач функціонує протягом

$$t_u^{mp} = t_3 + 2 L_{nom} / V_c + t'_p = 0,1 + 2 \cdot 12 / 15 + 0,2 = 1,9 \text{ год.}$$

t'_p – це час, необхідний для розвантаження суміші (у годинах), і його величина корелюється з місцем вивантаження:

У випадку вивантаження в бадю, t'_p фіксується на рівні 0,1 год.

Якщо суміш подається в приймальний бункер бетононасоса, t'_p збігається з часом укладання (t_y).

У разі коли вивантаження відбувається в бункер:

$$t'_p = (V_{mp} / V_k - 1) \cdot t_y / V_{mp}, \text{ год.}$$

Встановлено правило: якщо час розвантаження суміші (t'_p) виявляється меншим за 0,1 год., його значення округляється до 0,1 год.

Оптимальна кількість автобетонозмішувачів складає:

$$N = (B_{nom} \cdot t_u^{mp}) / (V_{mp} \cdot K_u^{mp}) = (3,03 \cdot 1,9) / (2,5 \cdot 0,9) = 2,56 \text{ шт.}$$

з

огляду на проведені розрахунки визначено, що потрібна кількість автобетонозмішувачів становить - 3 шт.

Бетонна суміш у сходині ущільнюється за допомогою вібратора ВЕРБ-79, оснащеного гнучким валом. Ефективна довжина його робочої частини становить 500 мм, радіус дії – 250 мм. Важливо зазначити, що при рухливості суміші ОК = 20 мм, коеф.т Кр дорівнює 1.

Виробіток вібратора досягає

$$P_e = 60 \pi \cdot h_c + R_v^2 + K_p = 60 \pi \cdot 0,45 \cdot 0,25^2 \cdot 1 = 11,78 \text{ м}^3/\text{год.}$$

в цій формулі R_v – ефективний радіус ущільнення вібратора, м.

K_p – рухливість суміші: Оптимальне значення осідання конуса корелює з обраним обладнанням.

Період початкового затвердіння бетону дорівнює

$$t'_{cx} = t_{cx} - (t_3 + L_{nom} / V_c + t_y) = 1,7 - (0 + 0 + 0,67) = 1,03 \text{ год.}$$

Розрахункова площа блоку бетонування становить:

$$F_{bl} = (B_{nom} \cdot t'_{cx}) / h_{bl} = (3,03 \cdot 1,03) / 0,45 = 6,94 \text{ м}^2$$

Надалі приймаю один вібратор.

4. Розділ технології будівництва

4.1 Технологія влаштування монолітних залізобетонних

фундаментів: карта процесу

Розрахункові основи та інженерне проектування фундаментів.

Розміщення фундаментів передбачає врахування температурних швів, що розбивають каркасну промислову споруду на стандартні ділянки (довжиною 60 м та 72 м).

Обчислення габаритів фундаментів

З метою оптимізації розрахункових операцій, всі колони в роботі прийнято за типом першого каркасу. Дані щодо висоти підколонника та витрати арматури надані у додаткових матеріалах.

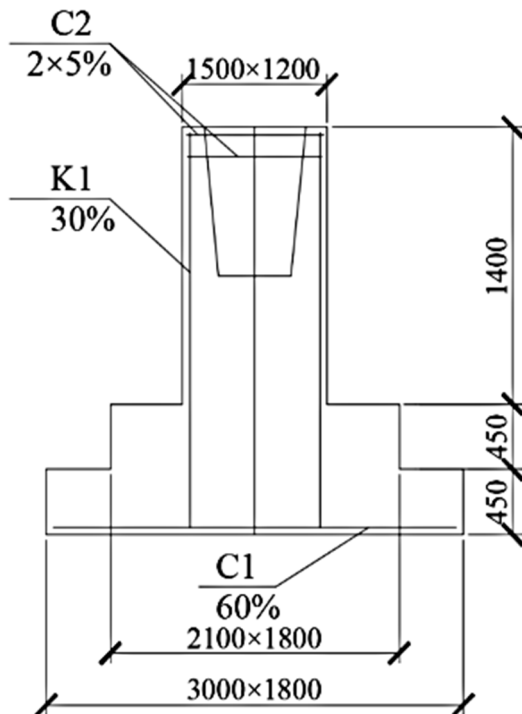


Рис. 4.1 Ступінчастий фундамент:
конструктивна схема

З огляду на вихідні дані та тип кранового обладнання, для нашого проєкту обрано такі колони:

- колони крайніх рядів: 4K132-7 (900×400 мм), 62 шт.
- колони середніх рядів: 8K132-25 (900×400 мм), 26 шт.

Для крайніх фундаментів Ф-1 та середніх Ф-2 прийняті такі розміри:

- геометрія першої ступіні: 3000×1800×450 мм.
- геометрія другої ступіні: 2100×1800×450 мм.

Геометрія підколонника: 1500×1200×1400 м.

Стакан має глибину: 900 мм.

Візуалізація цієї конструкції

доступна на рис. 4.1.

4.2 Розрахунок обсягів робіт, що підлягають виконанню

Табл. 4.1

Відомість обліку виконання робіт

№ п/п	Назва процесів (операцій)	Одиниця виміру	Об'єм робіт на один елемент	Кількість фундаментів.	Загальний об'єм робіт
1	2	3	4	5	6
1	Встановлення краном арматурних сіток в горизонтальному положенні масою до 0,3 т	<u>шт.</u> т	<u>1</u> 0,147	88	<u>88</u> 13,395
2	Встановлення вручну арматурних каркасів в вертикальному положенні масою до 100 кг	<u>шт.</u> т	<u>1</u> 0,074	88	<u>88</u> 6,745
3	Встановлення сіток вручну масою до 20 кг	<u>шт.</u> т	<u>2</u> 0,026	88	<u>176</u> 2,28
4	Монтаж (демонтаж) опалубки: S до 1 м ² S від 1 м ² до 2 м ² S більш 2 м ²	 м ² м ² м ²	 7,05 5,1 2,8	 88 88 88	 620,4 448,8 246,4
5	Збірка, переставлення підмостків.	м ²	1,4	88	123,2
6	Бетонні роботи	м ³	5,09	88	447,92
7	Укривання поверхонь рогожею	м ²	5,4	88	475,2
8	Поливання поверхні водою	м ²	64,8	88	5702,4
9	Фарбувальна гідроізоляція поверхонь горизонтальних вертикальних	 м ² м ²	 3,6 12,15	 88 88	 316,8 1069,2

Рис. 4.2 ілюструє маркування ступінчастого фундаменту.

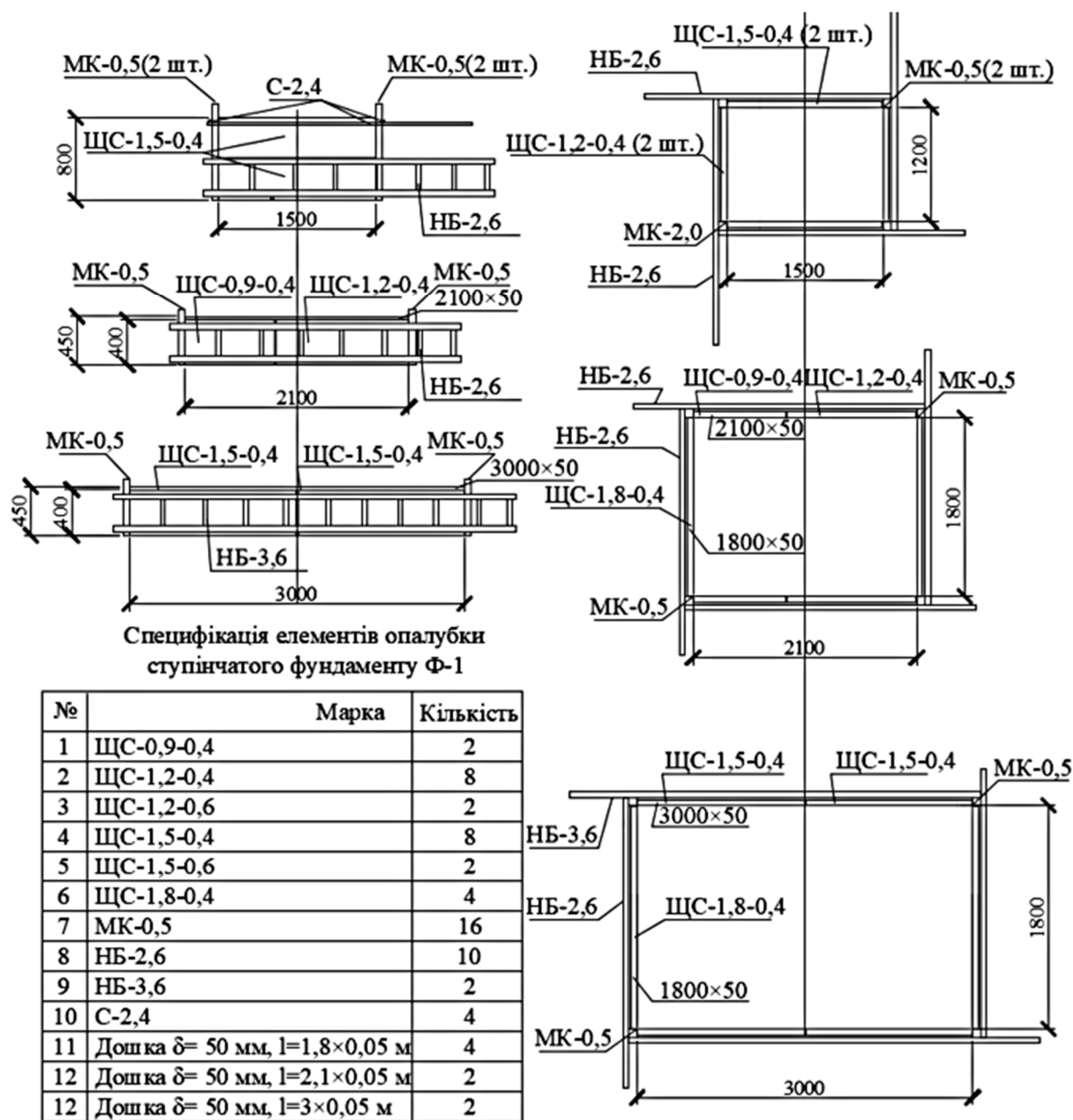


Рис. 4.2 Конструктивна схема ступінчастого фундаменту та перелік опалубних елементів

У процесі підготовки розроблено специфікацію для опалубки стовпчастого фундаменту. До неї входить не лише основний комплект опалубки, а й усі необхідні дерев'яні матеріали для додаткових елементів.

4.3 Калькуляція витрат на будівництво монолітних залізобетонних фундаментів

Табл. 4.2

Визначення необхідних трудозатрат та формування оплати робіт з влаштування фундаментів

Найменування процесу	Обгрунтування норм	Об'єм робіт		Трудомісткість, люд.-год.		Заробітна платня, грн.		Склад ланки	
		Один. виміру	Кількість	На одиницю	Всього	На одиницю	Всього	Професія, розряд	Кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Встановлення краном арматурних сіток при діаметрі арматури до 32 мм, масі сіток до 0,3 т, при горизонтальному розташуванні, $K=1,2$	E4-1-44 т.1,п.1 а	шт.	88	$0,42 \times 1,2 = 0,5$	44	8,82	776,16	арматурник 4 р. 2 р.	1 3
Встановлення вручну каркасів при масі до 100 кг, $K=1,2$	E4-1-44 т.3,п.в	шт.	88	$0,36 \times 1,2 = 0,432$	38,02	7,48	658,24	арматурник 4 р. 2 р.	1 3
Встановлення сіток вручну, при масі до 20 кг, $K=1,2$	E4-1-44 т.3,п.б	шт.	176	$0,22 \times 1,2 = 0,264$	46,46	4,57	804,32	арматурник 3 р. 2 р.	1 2
Встановлення щитів дерев'яної опалубки окремо розташованих ступінчастих фундаментів площею до 1 м ² від 1 м ² до 2 м ² більш 2 м ²	E4-1-34 т.2,п.1	м ²	620,4	0,62	384,65	11,4	7103,58	тесляр 4 р. 3 р.	1 1
			448,8	0,51	228,89	5	4501,46		
			249,4	0,4	99,76	10,0	1840,57		
						3			
Те ж, розбирання площею до 1 м ² від 1 м ² до 2 м ² більш 2 м ²	E4-1-37 т.2,п.2	м ²	620,4	0,15	93,06	2,64	1637,86	тесляр 3 р. 2 р.	1 1
			448,8	0,13	58,34	2,29	1027,75		
			249,4	0,1	24,94	1,76	438,94		
Переставляння підмостків	E6-3 т2, п. 5,б	м ²	123,2	0,12	14,78	1,94	239,01	тесляр 4р. 2р. підс.роб.1р.	1 1 1
Приймання бетонної суміші у баддю	E-4-1-54	100м ³	4,48	8,2	36,74	137,8	617,34	бетонник 2р.	1
Вкладання бетонної суміші краном в баддях у окремо розташовані фундаменти об'ємом до 10 м ³	E4-1-49 т.1, п.3	м ³	447,92	0,33	147,81	5,82	2606,89	бетонник 3р. 2р.	1 1
Вкривання бетонної поверхні рожею	E4-1-54 п.10	100 м ²	4,8	0,21	1,01	3,53	16,94	бетонник 2р.	1
Поливка бетонної поверхні водою з шлангу за один раз	E4-1-54 п.9	100 м ²	57,02	0,14	7,98	2,35	134,00	бетонник 2р.	30 ¹

Зняття з бетонної поверхні роґожі	E4-1-54 п.12	100 м ²	4,8	0,22	1,06	3,7	17,76	бетонник 2р.	1
Фарбувальна гідроізоляція розрідженим бітумом вручну вертикальних поверхонь	E11-37	100 м ²	10,69	9,38	100,27	173,15	1850,97	ізолювальник 4р. 2р.	1 1
Те ж, горизонтальних	E11-37	100 м ²	3,17	5,18	16,42	95,62	303,12	ізолювальник 4р. 2р.	1 1
Разом					1344,19		24574,91		
Інші роботи	15%				201,63				
Всього					1545,82				

4.4 Основні показники ефективності (ТЕП)

Планова вартість машино-зміни роботи обладнання, включаючи автокран КС-2561Е, розраховується для визначення витрат на утримання та експлуатацію техніки за одну робочу зміну.

$C_{\text{маш.-год.}} = 26,38 \text{ грн.}$

Для автобетонозмішувача СБ-69 ціна однієї години експлуатації становить 33,68 грн.

Витрати на спорудження залізобетонних фундаментів

$$C_o = 1,08 \left(\sum C_{\text{маш.-год}} \times T \right) + 1,53П = 1,08 \times \left((26,38 \times \left(\frac{44}{4} + \frac{36,74 + 147,81}{2} \right) + 33,68 \times \frac{36,74 + 147,81}{2} \times 3) \right) + 1,5 \times 24574,91 = 49874,05 \text{ грн.}$$

$C_{\text{ж,сdfhnsnm}}$ виготовлення одного кубометра бетонного фундаменту.

$$C_e = \frac{C_o}{V} = \frac{49874,05}{447,92} = 111,35 \text{ грн./м}^3$$

Витрати праці на створення кубометра бетонного фундаменту.

$$q = \frac{Q_{\text{руч}}}{V} = \frac{1545,82}{447,92} = 3,45 \text{ люд.-год./м}^3$$

4.5 Комплекс робіт з влаштування монолітних стовпчастих фундаментів

Розгортання будівельних робіт з фундаментів вимагає ретельної попередньої підготовки. Спочатку ми забезпечуємо відведення поверхневих вод з території та створюємо зручні під'їзні шляхи. Потім визначаємо оптимальні траєкторії для будівельної техніки, а також місця для складування та збирання арматурних елементів і опалубки. Важливим етапом є підготовка всього монтажного приладдя.

До початку основних робіт на ділянці вже мають бути завезені всі арматурні сітки, каркаси та повні комплекти опалубки. Одночасно ретельно готуємо основу під фундаменти, виконуємо геодезичне розбиття осей і розмічаємо положення фундаментів згідно з проєктною документацією. Насамкінець, на бетонну підготовку наносимо контрольні ризики фарбою, що фіксують точне місце встановлення опалубних щитів..

Арматурні роботи починаються з доставки елементів на будмайданчик та їх розвантаження у складських зонах. Перед безпосереднім монтажем арматура переміщується до місць укладання. Важкі армокаркаси та сітки (понад 50 кг) для підшви фундаментів встановлюються автокраном КС-2561Е. Для досягнення проєктного захисного шару арматурні сітки спираються на фіксатори. Після встановлення опалубки підшви фундаменту виконується монтаж арматурних елементів підколонника, які жорстко кріпляться до нижньої сітки в'язальним дротом.

Опалубку доставляють на об'єкт зібраною та готовою до монтажу автотранспортом. Її складують поблизу монтажного крана, дотримуючись маркування та типорозмірів, у транспортувальному положенні. Дрібнощитова опалубка складається з кількох ключових елементів:

Прямі щити: Ці компоненти, сформовані з гнутого швелера, обладнані робочою палубою з ламінованої фанери товщиною 12 мм, що забезпечує необхідну жорсткість та гладкість поверхні.

Стяжки (схватки): Виконуючи роль опорних конструкцій, ці елементи, також виготовлені з гнутого швелера, призначені для сприйняття навантажень на опалубну систему, а також для інтеграції окремих щитів у цілісні панелі або блоки.

Кутові щити: Їхнє застосування дозволяє формувати замкнені контури шляхом з'єднання плоских опалубних щитів.

Монтажні кутники: Ці елементи слугують для надійного з'єднання окремих щитів та панелей, утворюючи герметичні опалубні контури.

Стяжний гак: Призначений для фіксації стяжок (схваток) до опалубних щитів.

Опорний кронштейн: Виступає фундаментальною основою для облаштування робочого настилу, забезпечуючи безпеку та зручність праці. Автокран КС-2561Е задіяний для монтажу/демонтажу опалубки.

Перед початком безпосереднього встановлення опалубки, відбувається первинне укрупнене збирання щитів у великі панелі. Ця операція виконується на складському майданчику: спочатку монтується рама зі стяжок (схваток), на яку послідовно навішуються опалубні щити. Після завершення збирання, на ребрах панелей фарбою позначаються риски, що слугують орієнтирами для позиціонування осей.

Опалубка фундаментів монтується послідовно, знизу вгору. Спочатку встановлюються та кріпляться панелі підшви, орієнтуючись за осями та фіксуючи штирями. Потім, за маркуванням на ребрах, монтуються другий і третій ступені. Завершення – встановлення короба підколонника та опалубки вкладишів, також за ризиками.

Видалення опалубки можливе лише після того, як бетон досягне необхідної міцності, і за наявності санкції від керівника робіт. Процедура демонтажу дзеркально повторює порядок монтажу. Після зняття опалубку необхідно оглянути, очистити від бетону, змастити поверхні та перевірити/змастити гвинтові з'єднання.

Перед бетонуванням обов'язкові підготовчі заходи: перевірка арматури та опалубки (з усуненням дефектів), контроль фіксаторів захисного шару, актування важкодоступних елементів. Майданчик, опалубку та арматуру очищають. Також перевіряють працездатність обладнання.

Забезпечення об'єкта бетоном покладається на три автобетонозмішувача СБ-69. Безпосередня подача розчину до місця заливки реалізується за допомогою автокрана та 0,8 м³ бадді.

Цикл бетонування фундаментів складається з трьох фундаментальних кроків: доставка та подальший розподіл бетонного розчину, його ефективне трамбування, а також ретельне витримування бетону для досягнення необхідних міцнісних характеристик.

Укладання бетону відбувається пластами завтовшки 0,3–0,5 м, з подальшим ущільненням за допомогою глибинних вібраторів. Ці вібратори занурюються в попередній шар на 5–10 см для забезпечення належної адгезії. Критично важливо дотримуватися кроку вібрації, що не перевищує 1,5 радіуса дії інструменту, та виключити його контакт з арматурними елементами. Для важкодоступних кутів передбачено можливість додаткового ущільнення ручним способом. Вібрування слід припиняти, коли бетон осідає, а на поверхні з'являється характерне цементне молоко. Виймати вібратор необхідно повільно, не припиняючи його роботу. Максимально дозволений

проміжок часу між укладанням шарів становить дві години, тоді як мінімальний – сорок хвилин.

Належне твердіння бетону після заливки вимагає оптимального температурно-вологісного режиму. Для цього горизонтальні поверхні фундаменту покривають зволоженою мішковиною, яку періодично підтримують вологою.

4.6 Дотримання норм безпеки та природоохоронних стандартів

Для гарантування безпечного виконання робіт необхідно вжити низку превентивних заходів. Це включає ретельний підбір відповідного обладнання, оптимальну організацію кожного робочого місця, обов'язкове застосування індивідуальних та колективних засобів захисту, проведення регулярних медичних оглядів та безперервне навчання персоналу правилам безпеки праці на будівельному майданчику.

Безпека перш за все: ключові моменти:

Гарантуйте правильне стропування конструкцій для їх контрольованої та точної подачі.

Запобігайте розгойдуванню елементів, що переміщуються краном, використовуючи надійні відтяжки.

Категорично забороніть доступ людей у зону під піднятим вантажем, доки він не буде повністю зафіксований.

Підтримуйте безпечні мінімальні відстані при роботі крана: 1 м горизонтально та 0,5 м вертикально до переміщуваних вантажів.

Монтаж та демонтаж опалубки виконуйте лише після отримання дозволу від технічного керівника та під пильним контролем відповідального спеціаліста.

Запам'ятайте: вібратор ніколи не має торкатися арматури.

Для будь-яких робіт, що проводяться на висоті від 1,5 м, обов'язковим є застосування працівниками запобіжних поясів.

Процедура розбирання опалубки може бути розпочата лише тоді, коли бетон набрав достатньої міцності для зняття форми, і за умови офіційного дозволу від особи, відповідальної за будівництво. Для обережного відриву елементів використовуються домкрати, що допомагає запобігти пошкодженням свіжозалитої бетонної поверхні.

Безпека електрозварювальників: огорожуйте робочі місця; перед зварюванням перевіряйте ізоляцію проводів, електродотримачів та надійність контактів; відключайте установки від мережі під час перерв.

Під час будь-яких операцій з арматурними каркасами — чи то їх завантаження, розвантаження, зберігання, чи безпосередній монтаж — обов'язково використовуйте винятково спеціалізоване такелажне обладнання.

Це критично важливо для запобігання небезпечним ситуаціям. Завжди вживайте всіх необхідних заходів, щоб унеможливити падіння, ковзання або перекидання цих конструкцій. Дотримання цих правил гарантує безпеку робіт та збереження матеріалів.

Ніколи не намагайтеся очищати лоток автобетонозмішувача, коли механізм перебуває в русі. Це категорично заборонено і становить серйозну небезпеку.

4.7 Верифікація та атестація якості будівельних операцій

Для гарантування високої якості будівельних робіт необхідно суворо дотримуватися всіх чинних будівельних норм та стандартів. Це є фундаментальною основою успішного виконання проєкту.

Зокрема, Проєкт виробництва робіт (ПВР) розробляється не автономно, а ґрунтується на вже існуючому проєкті та всій технічній документації, що стосується зведення, наприклад, монолітних залізобетонних стовпчастих фундаментів. Тобто, ПВР є детальним планом реалізації, який враховує всі особливості та вимоги основного проєкту.

Проєкт Виробництва Робіт (ПВР) — це не просто документ, а комплексний план, що охоплює всі аспекти виконання будівельних робіт. Він обов'язково має містити такі фундаментальні розділи:

Технологічний регламент: Докладний опис кроків та методик, що визначають виконання всіх будівельних робіт.

Календарний план-графік: Точний розклад, що встановлює дедлайни для кожної стадії проєкту, забезпечуючи його своєчасну реалізацію.

Інструкції з охорони праці: Розроблені настанови та правила, що гарантують безпеку персоналу на будмайданчику.

План експлуатації машин: Стратегія розподілу та використання будівельної техніки й обладнання.

Пояснювальний документ: Загальний огляд проєкту, аргументація вибору рішень та інші необхідні відомості, що надають контекст.

Контрольні заходи при виконанні арматурних робіт включають перевірку: відповідності арматури зазначеним у проєкті характеристикам, дотримання габаритів елементів, забезпечення розрахункового захисного шару бетону, коректного позиціонування арматури в опалубці та точності вирівнювання вертикальних каркасів по осях.

Монтаж опалубки вимагає перевірки: комплектності та маркування, точного позиціонування за осями та вертикальності площин.

5. Розділ. Організація будівництва

5.1 Проектний аналіз будівельного майданчика та формування технологічної методології

Одноповерхова промислова каркасна будівля: конфігурація з чотирьох прогонів (три поздовжні, один торцевий).

Прогін 1: $L_1=24$ м, $B_1=96$ м. Крок колон $a_1=6$ м. Оснащення: мостовий кран $Q_1=200$ т.

Прогін 2: $L_2=18$ м, $B_1=78$ м. Крок колон $a_1=6$ м. Оснащення: мостовий кран $Q_1=30$ т.

Прогін 3: $L_3=30$ м, $B_1=78$ м. Крок колон $a_1=6$ м. Оснащення: мостовий кран $Q_1=50$ т.

Прогін 4: $L_4=24$ м, $B_1=78$ м. Крок колон $a_1=6$ м. Оснащення: мостовий кран $Q_1=50$ т.

Залізобетонні конструкції:

Колони: Крайні/середні ряди – фахверкові (суцільний прямокутний переріз) для 1-го прольоту; для 2, 3, 4 прольотів – двогілкові та фахверкові (суцільний прямокутний переріз).

Балки: Підкранові (6 м), фундаментні (6 м).

Ферми: 18 м, 24 м, 30 м.

Плити покриття: Ребристі $1,5 \times 6$ м, $3,0 \times 6$ м

Стінові панелі: 6 м довжина, 1,2 м, 1,8 м висота.

Для ефективного виконання робіт визначаємо чотири захватки, що відповідає кількості прогонів будівлі та забезпечує приблизно рівномірний розподіл обсягів.

Виконання земляних робіт: Першим кроком є знімання поверхневого рослинного шару перед розробкою котловану. Виїмка ґрунту проводиться за допомогою гусеничного екскаватора ЕО-4122, обладнаного зворотною лопатою об'ємом $0,5 \text{ м}^3$, з частковим транспортуванням ґрунту у відвал. Після завершення екскавації, остаточне планування будівельного майданчика забезпечується залученням бульдозера ДЗ-19 та катка ДУ-50.

Ми здійснюємо влаштування монолітних залізобетонних фундаментів із застосуванням ефективної схеми бетонування "кран-баддя". Для цього залучаємо автокран КС-2561Е, оснащений 8-метровою стрілою. Аналогічним методом, також із використанням автокрана КС-2561Е, проводиться будівництво монолітних фундаментів спеціального призначення – під обладнання.

Монтаж одноповерхової промислової будівлі здійснюється із залученням самохідних стрілових кранів на гусеничному ходу, організованих у чотири послідовні потоки.

Перший потік фокусується на встановленні колон за допомогою крана КС – 7361.

Другий потік передбачає монтаж підкранових балок, також використовуючи КС – 7361.

Третій потік присвячений конструкціям покриття, що включають кроквяні балки, ферми та плити покриття, які встановлює кран КС – 7362.

Четвертий потік завершує роботи з монтажу стінових панелей за допомогою крана МКТ-6-45.

Монтаж конструкцій відбувається після їх попередньої розкладки безпосередньо біля місць встановлення. Елементи каркасу монтуються вздовж прольотів будівлі переважно методом вільного піднімання. Це означає, що конструкції наводяться на опори в процесі їх вільного переміщення. Винятком є монтаж колон, який виконується методом обертання "в просторі".

Покрівельні роботи розгортаються поетапно, ділянками, що охоплюють прогін уздовж його найбільшої протяжності. За ними слідує інсталяція скління у всіх віконних прорізах, розташованих по периметру будівлі. Після цього приступають до інших опоряджувальних операцій, які також виконуються послідовними захватками. Нанесення олійної фарби на вікна та оздоблення стін здійснюються методом "згори донизу" по всьому зовнішньому контуру споруди.

Табл. 5.1

Перелік збірних конструкцій та елементів

№ за/ п	Назва елементів	Марка елемента	Кількість шт.	Розміри, м.			Об'єм, м³		Маса, т	
				довжина	ширина	товщина	одного елемента	усіх	одного елемента	усіх
1	Колони крайнього ряду	5К144-27	36	14400	900	400	4,84	174,24	12,1	435,6
		3КД132	26	14550	1300	600	5	130	12,5	325
2	Колона середнього ряду	4КД132	26	14550	1400	600	6,82	177,32	17,0	442
3	Фахверкові колони	3КФ-141-1	20	14100	400	400	2,26	45,2	5,64	112,8
4	Підкранова балка 6м	БКНВ6-3С	104	5950	600	1000	1,66	172,64	4,2	436,8
5	Кроквяна ферма 24 м	ФПП-6-24	31	24000	300	2800	5	155	15,4	477,4
6	Кроквяна ферма 18м	ФПП-6-18	26	18000	240	2700	3,2	83,2	8	208
7	Плити покриття 6м	ПНС-10	736	5970	1490	300	0,62	456,32	1,4	1030,4
8	Фундаментні балки 6м	ФБ6-41	59	5050	200	300	0,27	15,93	0,7	41,3
9	Стінові панелі 6х1,2м	ПСЛ-16	768	6000	1200	240	1,7	1305,6	1,9	1459,2
10	Стійки воріт	СВ	10	3,6	0,4	0,4	0,576	5,76	1,44	14,4
11	Ригелі воріт	РВ	5	4,4	0,4	0,7	1,232	6,16	3,08	15,4
Взагалі:			1847					2727,37		4998,3

5.2 Прогнозування та розподіл обсягів виконання робіт

Для обчислення обсягів робіт ми задіємо інформацію, отриману з ключових проєктних креслень (планів, фасадів, розрізів), супровідних додатків, а також детальних розрахунків, виконаних під час проєктування монолітних залізобетонних фундаментів і каркасної будівлі зі збірних залізобетонних елементів. Ці сукупні обсяги представлені у таблиці 5.2.

Табл. 5.2

Структурований план робочих обсягів

№ за/п	Найменування робіт	Об'єм робіт	
		Од. виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Планування майданчика ($S \times 1,15$)= $96 \times 24 + 72 \times 60 \times 1,15 = 6624 \times 1,15$	1000 м ²	7,618
2	Зрізання рослинного шару товщиною 15 см ($S \times 0,15$)= $6624 \times 0,15$	1000 м ³	0,994
3	Розробка ґрунту екскаватором з емк. ковша 0,5 м ³ у відвал ($V_k = S \times h - V_r$)= $6624 \times 1,65 - 1650$	1000 м ³	9,28
4	Те ж з завантаженням в автосамоскиди ($V_r = V_{пф} + V_{фк} + V_{фо} + S \times (0,1 + 0,02)$)= $52 + 466 + 320 + 6624 \times 0,12$	1000 м ³	1,63
5	Розробка ґрунту вручну (підчистка) (кільк.фунд. $\times S_{ф} \times 0,1$)= $(1,5 \times 1,5 \times 20 + 3 \times 1,8 \times 88) \times 0,1$	100 м ³	0,52
6	Бетонна підготовка під фундаменти (кільк.фунд. $\times S_{ф} \times 0,1$)= $(1,5 \times 1,5 \times 20 + 3 \times 1,8 \times 88) \times 0,1$	100 м ³	0,52
7	Влаштування монолітних фундаментів ($V_{фк} = \Sigma \text{кільк.фунд.} \times V_{ф}$)= $= 20 \times 1,9 + 5,09 \times 88 = 38 + 447,92$	100 м ³	4,66
8	Влаштування фундаментів під обладнання ($V_{фо} = 80 \text{ м}^3 \times \text{кільк.прольотів}$)= 80×4	100 м ³	3,2
9	Гідроізоляція фундаментів вертикальна $88 \times 12,15 + 20 \times 7,02$	100 м ²	12,1
10	Гідроізоляція фундаментів горизонтальна $88 \times 3,6 + 20 \times 1,44$	100 м ²	3,46
11	Зворотна засипка бульдозером 80 л.с. (V_k)	1000 м ³	9,28
12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці (V_k)	1000 м ³	9,28
13	Монтаж колон	шт.	108
14	Монтаж підкранових балок	шт.	104
15	Монтаж конструкцій покриття (S)	м ²	6624
16	Монтаж конструкції огорожі ($S_o = P \times h$)= $180 \times 13,2 + 204 \times 13,2$	м ²	5068,8
17	Влаштування пароізоляції в один шир (S)	100 м ²	66,24
18	Влаштування цементно-піщаної стяжки (t=20 мм) (S)	100 м ²	66,24
19	Влаштування утеплювача плитного (S)	100 м ²	66,24
20	Наклеювання тришарового рулонного килиму (S)	100 м ²	66,24

21	Оздоблення покрівельною сталлю $(0,7 \times L) = (180 + 264) \times 0,7$	100 м ²	3,11
22	Фарбування стін з середини приміщень (S_o)	100 м ²	50,69
23	Фарбування фасадів (S_o)	100 м ²	50,69
24	Фарбування заповнень віконних прорізів (30 % S_o)	100 м ²	12,35
25	Фарбування конструкцій покриття ($S \times 1,6$)	100 м ²	105,98
26	Ущільнення ґрунту щебнем (S)	100 м ²	66,24
27	Влаштування чорної бетонної підлоги ($t=100$ мм) (S)	100 м ²	66,24
28	Влаштування чистої підлоги ($t=20$ мм) (S)	100 м ²	66,24
29	Засклення металевих рам промислових будівель (30 % S_o)	100 м ²	12,35
30	Сантехнічні роботи ($V_{\text{буд.}} \times 0,03$)	3%	1196,6
31	Електротехнічні роботи ($V_{\text{буд.}} \times 0,03$)	3%	1196,6
32	Благоустрій території ($V_{\text{буд.}} \times 0,01$)	1%	398,87
33	Підготовка до здачі		3 дні
34	Монтаж обладнання ($V_{\text{буд.}} \times 0,1$)	10%	5983,08
35	Пусконаладжувальні роботи ($V_{\text{буд.}} \times 0,005$)	0,5%	199,44

5.3 Ключові параметри календарного планування (картка-визначник)

Табл. 5.3

№	Назва робіт та комплекс робіт	Обсяг робіт		Код роботи	Норма на одиницю виміру.		Трудомісткість на весь обсяг				Основні механізми		Виконавець		Число змін	Тривалість, дні
		Оди. виміру	Кількість		люд-год	маш-год	Люд-год		Маш-год		Наймен.	Кільк.	Бригада			
							Норм.	Прийн.	Норм.	Прийн.			Проф.	Кільк.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Планування майданчика	1000 м ²	7,618	РЭСН 1-30-1	-	0,6	-	-	4,57	8,0	ДЗ-19	1	Машиніст бр-1	1	1	1
2	Зрізання рослинного шару	1000 м ³	0,994	РЭСН 1-24-2	-	19,55	-	-	19,43	24,0	ДЗ-19	1	Машиніст бр-1	1	2	1,5
3	Розробка ґрунту екскаватором з ємк. ковша 0,5 м ³ у відвал I II III IV	1000 м ³	9,28 3,23 2,41 1,82 1,82	РЭСН 1-12-14	19,55	42,5	181,43 63,15 47,12 35,58 35,58	-	394,4 137,27 102,43 77,35 77,35	344 128 88 64 64	ЕО-4122, КАМАЗ 5511	1,5	Машиніст бр-1, Водій 2кл.-5	1+5	2 2 2 2	8 5,5 4 4
4	Те ж з навантаженням в автосамоскиди I II III IV	1000 м ³	1,65 0,54 0,47 0,32 0,32	РЭСН 1-17-14	22,1	63,92	36,46 11,93 10,39 7,07 7,07	-	105,46 34,52 30,04 20,45 20,45	96 32 32 16 16	ЕО-4122, КАМАЗ 5511	1,5	Машиніст бр-1 Водій 2кл.-5	1+5	2 2 2 2	2 2 1 1

5	Розробка ґрунту вручну (підчистка)	100 м³		РЭСН 1-164-2	261,8	-	136,13	112	-	-	-	-	Землекоп 3р-1, 2р-1	2	2	1,5 1 0,5 0,5
	I		0,52													
	II		0,21													
	III		0,15													
	IV		0,08													
6	Бетонна підготовка під фундаменти	100 м³		РЭСН6-1-19	527,8	94,56	274,45	224	49,16	-	КС-2561Е	1	Бетонник 3р-2	2	2	3 2 1 1
	I		0,52													
	II		0,21													
	III		0,15													
	IV		0,08													
7	Влаштування монолітних фундаментів	100 м³		РЭСН 6-1-8	340,75	66,85	1587,91	1472	311,52	-	КС-2561Е	1	Бетонник 4р-2, 3р-4, 2р-2	8	2	4 3,5 2 2
	I		4,66													
	II		1,74													
	III		1,44													
	IV		0,74													
8	Влаштування фундаментів під обладнання	100 м³		РЭСН 6-4-5	268,25	39,45	858,4	768	126,24	-	КС-2561Е	1	Бетонник 4р-1, 3р-2, 2р-1	4	2	3 3 3 3
	I		3,2													
	II		0,8													
	III		0,8													
	IV		0,8													
9	Вертикальна гідроізоляція фундаментів	100 м²		РЭСН 8-4-7	33,5	1,11	405,35	352	13,42	-	-	-	Ізоловальник 4р-1, 3р-1	2	2	4,5 3,5 1,5 1,5
	I		12,1													
	II		4,8													
	III		3,58													
	IV		1,86													
10	Горизонтальна гідроізоляція фундаменту	100 м²		РЭСН 8-4-3	31,76	3,24	109,89	112	11,21	-	-	-	Ізоловальник 4р-1, 3р-1	2	2	1,5 1 0,5 0,5
	I		3,46													
	II		1,38													
	III		1,02													
	IV		0,53													

11	Зворотна засипка бульдозером	1000 м³	9,28	РЭСН 1-27-2	-	13,75	-	-	127,61	120	ДЗ-19	1	Машиніст бр-1	1	2	2,5 2 1,5 1,5
	80 л.с.		3,23						44,41	40						
	I		2,41						33,14	32						
	II		1,82						25,03	24						
	III		1,82						25,03	24						
12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці	1000 м³	9,28	РЭСН 1-132-4	-	16,76	-	-	314,92	280	ДУ-50	1	Машиніст бр-1	1	2	3 2,5 2 2
	I		3,23						54,13	48						
	II		2,41						40,39	40						
	III		1,82						30,5	32						
	IV		1,82						30,5	32						
13	Монтаж колон	Шт.	108	Калькуляція	11,67	2,35	1260,36	1080	253,8	-	КС-7361	1	Монтажник 5р-1,4р-1,3р-2,2р-1	5	2	5,5 4 2 2
	I		42						98,7							
	II		32						75,2							
	III		17						39,95							
	IV		17						39,95							
14	Монтаж підкранових балок	Шт.	104	Калькуляція	6,95	1,39	722,8	680	144,56	-	КС-7361	1	Монтажник 5р-1,4р-1,3р-2,2р-1	5	2	2,5 3 2 1
	I		32						44,48							
	II		36						50,04							
	III		24						33,36							
	IV		12						16,68							
15	Монтаж ферм покриття 18м	Шт.	793	Калькуляція	2,39	0,55	1895,27	1640	436,15	-	КС-7362	1	Монтажник 5р-1,4р-2,3р-1, Електрозварн. 5р-1	5	2	7 5,5 4 4
	Монтаж ферм покриття 24м															
	Монтаж плит покриття 12×1,5м															
	Монтаж плит покриття 6×1,5м															
	I		274						654,86							
	II		205						489,95							
	III		157						375,23							
	IV		157						375,23							

16	Монтаж стінових панелей 6, 12 м Монтаж фонд. балок 6, 12 м Монтаж елем. воріт I II III IV	Шт.	842 394 210 41 197	Калькуляція	3,03	0,77	2551,26 1193,82 636,3 124,23 596,91	2200 1000 560 120 520	648,34 303,38 161,7 31,57 151,69	-	МКТ-6-45, ЛІЕ-100-300	1	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	12,5 7 1,5 6,5
17	Ущільнення ґрунту щебнем I II III IV	100 м ²	66,24 23,04 17,28 12,96 12,96	РЭСН 1-136-1	1,21	1,21	80,15 27,88 20,91 15,68 15,68	80 24 24 16 16	80,15 27,88 20,91 15,68 15,68	80 24 24 16 16	,	-	Бетонник 2р-2	2	2	1 1 0,5 0,5
18	Улаштування чорнової підлоги I II III IV	100 м ²	66,24 23,04 17,28 12,96 12,96	РЭСН 11-14-1	47,87	-	3170,91 1102,92 827,19 620,4 620,4	2840 1040 760 520 520	-	-	,	-	Бетонник 4р-2, 3р-2, 2р-1	5	2	13 9,5 6,5 6,5
19	а) Влаштування пароізоляції в один шар I II III IV	100 м ²	66,24 23,04 17,28 12,96 12,96	РЭСН 12-20-4	14,69	-	973,06 338,46 253,84 190,38 190,38									
20	б) Влаштування утеплювача плитного I II III IV	100 м ²	66,24 23,04 17,28 12,96 12,96	РЭСН 12-18-3	63,67	-	4217,5 1466,96 1100,22 825,16 825,16									

21	в) Улаштування цементно-піщаної стяжки I II III IV	100 м ²	66,24 23,04 17,28 12,96 12,96	РЭСН 12-22-1	38,39	-	2542,95 884,51 663,38 497,53 497,53									
22	г) Наклеювання тришарового рулонного килиму I II III IV	100 м ²	66,24 23,04 17,28 12,96 12,96	РЭСН 12-2-1	30,1	-	1993,83 693,5 520,13 390,1 390,1									
23	д) Оздоблення покрівельною сталлю I II III IV	100 м ²	3,11 1,26 0,84 0,25 0,76	РЭСН 12-15-1	132,8	-	413,01 167,33 111,55 33,2 100,93									
	Σ (покрівельні роботи) I II III IV						10140,35 3550,76 2649,12 1936,37 2004,1	8640 3040 2240 1600 1760	-	-	-	-	Бригада покрівельників	20	2	9,5 7 5 5,5
24	Засклення металевих рам промислових будівель I II III IV	100 м ²	15,21 7,13 3,81 0,71 3,56	РЭСН 15-208-1	71,77	0,78	1091,62 511,72 273,44 50,96 255,5	960 432 240 48 240	11,87 5,56 2,97 0,56 2,78	-	-	-	Бригада склярів Зр-6	6	2	4,5 2,5 0,5 2,5
25	Монтаж обладнання I II III IV			15%			4603,2 1150,8 1150,8 1150,8 1150,8	3840 960 960 960 960			МКТ-6-45		Монтажник Зр-2, 4р-2, 3р-4, 2р-2	10	2	6 6 6 6

26	Електротехнічні роботи I II III IV			3%			920,64 230,16 230,16 230,16 230,16	800 200 200 200 200					Ел.монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	2,5 2,5 2,5 2,5
27	Сантехнічні роботи I II III IV			3%			920,64 230,16 230,16 230,16 230,16	768 192 192 192 192					Сантехнік 5р-1, 4р-1, 3р-1, 2р-1	4	2	3 3 3 3
28	а) Фарбування стін з середини приміщень I II III IV	100 м ²	50,69 23,76 12,67 2,38 11,88	РЭСН 15-152-1	15,18	-	769,48 360,68 192,33 36,13 180,34	-								
29	б) Фарбування фасадів I II III IV	100 м ²	50,69 23,76 12,67 2,38 11,88	РЭСН 15-155-2	30,85	-	1563,82 733 390,9 73,42 366,5	-								
30	в) Фарбування заповнень віконних прорізів I II III IV	100 м ²	15,21 7,13 3,81 0,71 3,56	РЭСН 15-176-3	163,02	-	2479,53 1162,33 621,11 115,74 580,35	-								
31	г) Фарбування конструкцій покриття I II III IV	100 м ²	105,98 38,02 20,27 3,81 19,01	РЭСН 15-180-6	42,9	-	3479,36 1630,89 869,67 163,36 815,44	-								

	Σ (оздоблювальні роботи) I II III IV	100 м ²	257,43 87,68 50,29 49,8 69,66	Калькуляція	Калькуляція	-	8292,19 3886,9 2074,01 388,65 1942,63	7168 3328 1792 384 1664	-	-	,	-	Маляр 4р-8, 2р-8	16	2	13 7 1,5 6,5
32	Влаштування чистої підлоги I II III IV	100 м ²	66,24 23,04 17,28 12,96 12,96	РЭСН 11-15-3	42,2	-	3068,78 972,29 729,22 546,91 546,91	2800 960 640 480 480	-	-	,	-	Бетонник 4р-5, 3р-5	10	2	6 4 3 3
33	Пусконаладжувальні роботи			0,5%			153,44	160						10	1	2
34	Благоустрій території			1%			306,88	320						10	2	2
35	Здача об'єкту			3 дні										10	2	3

5.4 Структурована матриця даних для розрахунків

Табл. 5.4

Аналітична матриця для обчислень

Захватки	Планування майданчика та зрізання рослинного шару	Розробка ґрунту екскаватором	Розробка ґрунту вручну та бетонна підготовка	Влаштування монолітних фундаментів	Влаштування фундаментів під обладнання	Вертикальна та горизонтальна гідроізоляція фундаменту	Зворотна засипка з ущільненням	Монтаж колон	Монтаж підкранових балок	Монтаж конструкцій покриття	Монтаж конструкцій огорожі	Влаштування покрівлі
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	0 2,5 2,5	2,5 10 12,5	21 4,5 25,5	25,5 4 29,5	30 3 33	33 6 39	39 5,5 44,5	44,5 5,5 50	51,5 2,5 54	54 7 61	61 12,5 73,5	73,5 9,5 83
II		12,5 7,5 20	25,5 3 28,5	29,5 3,5 33	33 3 36	39 4,5 43,5	44,5 4,5 49	50 4 54	54 3 57	61 5,5 66,5	73,5 7 80,5	83 7 90
III		20 5 25	28,5 1,5 30	33 2 35	36 3 39	43,5 2 45,5	49 3,5 52,5	54 2 56	57 2 59	66,5 4 70,5	80,5 1,5 82	90 5 95
IV		25 5 30	30 1,5 31,5	35 2 37	39 3 42	45,5 2 47,5	52,5 3,5 56	56 2 58	59 1 60	70,5 4 74,5	82 6,5 88,5	95 5,5 100,5
ΣT_{ij}	2,5	27,5	10,5	11,5	12	13,5	17	11,5	8,5	20,5	27,5	27
Зміни	1, 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Робітники	1	6	2	8	4	2	2	5	5	5	5	20

Захватки	Засклення проїомів	Сантехнічні роботи	Електротехнічні роботи	Ущільнення щєбнем та улаштування чорнової підлоги	Монтаж обладнання	Влаштування чистої підлоги	Оздоблювальні роботи	Пусконаладжувальні роботи	Благоустрій території	Здача об'єкту
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
I	93 4,5 10 97,5	97,5 3 0 100,5	102 2,5 1,5 104,5	104,5 14 0 118,5	125 6 6,5 131	136 6 5 142	142 13 0 155			
II	97,5 2,5 7,5 100	100,5 3 0,5 103,5	104,5 2,5 1 107	118,5 10,5 1,5 129	131 6 2 137	142 4 5 146	155 7 9 162			
III	100 0,5 5 100,5	103,5 3 3 106,5	107 2,5 0,5 109,5	129 7 19,5 136	137 6 1 143	146 3 3 149	162 1,5 13 163,5			
IV	100,5 2,5 0 103	106,5 3 3,5 109,5	109,5 2,5 0 112	136 7 24 143	143 6 0 149	149 3 0 152	163,5 6,5 11,5 170	170 2 172	172 2 174	174 3 177
ΣT_{ij}	10	12	10	38,5	24	16	28	2	2	3
Зміни	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Робітники	6	4	5	5	10	10	16	10	10	10

5.5 Вимірювання ключових техніко-економічних показників сітьового графіка

Загальний термін реалізації будівельного проєкту формується шляхом інтеграції даних, отриманих з матричних розрахунків та сітьового планування.

$$T_3 = 177 \text{ днів.}$$

Ступінь використання фронтів робіт спеціалізованими бригадами, відомий як коефіцієнт щільності потоку, обчислюється як відношення сумарної тривалості робіт до цієї ж тривалості, але з урахуванням всіх вимушених організаційних пауз.

$$K_{щ} = \frac{\sum T_{ij}}{\sum T_{ij} + \sum T_o} = 335 / (335 + 268) = 0,556$$

Показник паралельності робіт (K_c), який кількісно характеризує масштаб суміщення операцій, інтегрованих у потік, визначається як одиниця мінус частка від ділення загальної тривалості потоку на сукупну тривалість усіх окремих робіт.

$$K_c = 1 - \frac{T_3}{\sum T_{ij}} = 1 - (177 / 335) = 0,472$$

Коефіцієнт ефективності змінної роботи:

$$K_{зм} = \frac{T_{зм}}{T_{дн}} = (667 / 335) = 1,99$$

в цій формулі

$$T_{зм} = T_{зм} = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 27,5 + 2 \cdot 10,5 + 2 \cdot 11,5 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 13,5 + 2 \cdot 17 + 2 \cdot 11,5 + 2 \cdot 8,5 + 2 \cdot 20,5 + 2 \cdot 27,5 + 2 \cdot 27 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 38,5 + 2 \cdot 24 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 28 + 1 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 3 = 667 - \text{кількість робочих змін.}$$

$$T_{дн} = 335 \text{ сукупна кіль-сть днів.}$$

Показник варіативності інтенсивності праці персоналу:

$$K_n = \frac{Ч_{\max}}{Ч_{\text{сер}}} = (82 / 28) = 2,93$$

в цій формулі $Ч_{\max} = 72$ працюючих - граничний показник щоденної чисельності робочої сили

$$N = 1 \cdot 1 + 1,5 \cdot 2 + 12 \cdot 16,5 + 16 \cdot 4,5 + 32 \cdot 4,5 + 20 \cdot 1,5 + 40 \cdot 0,5 + 32 \cdot 3 + 28 \cdot 1,5 + 24 \cdot 1,5 + 28 \cdot 4 + 12 \cdot 2 + 16 \cdot 3 + 4 \cdot 2,5 + 18 \cdot 3 + 14 \cdot 4 + 24 \cdot 2,5 + 34 \cdot 2 + 30 \cdot 2 + 20 \cdot 2 + 10 \cdot 1 + 20 \cdot 12,5 + 60 \cdot 1 + 50 \cdot 14 + 40 \cdot 4,5 + 52 \cdot 4,5 + 60 \cdot 3 + 30 \cdot 2,5 + 18 \cdot 0,5 + 28 \cdot 6 + 20 \cdot 2,5 + 10 \cdot 13 + 30 \cdot 11 + 50 \cdot 6 + 82 \cdot 1 + 72 \cdot 6 + 52 \cdot 3 + 32 \cdot 15 + 20 \cdot 7 = 4922,5$$

- штатне забезпечення кожного напрямку робіт

$$Ч_{\text{сер}} = N / T_3 = 4922,5 / 177 = 28 \text{ — середньо арифметичний показник кількості працівників.}$$

5.6 Формування ціни на основі калькуляційних даних

Табл. 5.5

Кошторисна оцінка монтажу колон

№	ЕНиР	Назва робіт	Обсяг робіт		На одиницю виміру.		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, люд-год маш-год	Розцінка, грн	Трудовістк. люд-год маш-год	З/плата грн	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1—5	Розвантаження колон краном з розкладанням масою до 6т масою до 13т масою більш 18т	100 т	1,13 7,61 4,42	<u>3,8</u> 1,9 <u>3</u> 1,5 <u>2,8</u> 1,4	63,86 50,42 47,05	<u>2,25</u> 1,13 <u>8,74</u> 4,37 <u>36,48</u> 18,24	37,88 26,35 612,97	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	4-1-4	Установка колон стріловим кра-ном у стакани фундаментів масою до 6т масою до 15т	шт.	20 36	<u>5,5</u> 1,1 <u>9</u> 1,8	106,73 174,65	<u>60,2</u> 12,04 <u>210</u> 42	1168,30 3493,20	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
3	4-1-4	Установка дво-гілкових колон стріловим кра-ном у стакани фундаментів масою до 20т	шт.	52	<u>11</u> 2,2	213,47	<u>60,2</u> 12,04	1168,30	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
	4-1-54	Заробка стиків колон з фундам.: а) приймання бетонної суміші із кузова авто-самоскиду до поворотної баді	100 м³	0,83	8,2	137,80	6,81	114,37	Бетонник 2р-1
	1-6	б) подача бетонної суміші до місця укладання стріловим краном	м³	82,5	<u>0,58</u> 0,29	9,74	<u>47,85</u> 23,93	803,55	Такелажник 2р-2
	4-1-25	в) заробка стиків колон з фундаментами бето-ном М300 на дрібній фракції	1 стик	108	1,2	23,59	122,4	2406,18	Монтажник 4р-1 3р-1
							<u>1190,73</u> 240,91	22169,26	

Часова норма для монтажу однієї колони: $H_n = 1190,73 / 102 = 11,67$ люд.-год.

$P = 22169,26 / 102 = 217,35$ грн.

Табл. 5.6

Кошторисна оцінка монтажу балок для руху мостового крану

№	ЕНиР	Назва робіт	Обсяг робіт		На одиницю виміру.		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, люд.-год маш.-год	Розцінка, грн	Трудомістк. люд.-год маш.-год	З/плата, грн	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1-5	Розвантаження підкранових балок краном масою до 5т	100т	4,37	$\frac{4,2}{2,1}$	70,58	$\frac{18,35}{9,18}$	308,43	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	4-1-6 п.3	Установка підкранових балок краном в проектне положення масою до 5т масою до 11т	1ел.	104	$\frac{6,5}{1,3}$	126,14	$\frac{676}{135,2}$	13118,56	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
3	22-1-6	Електрозварювання стиків	10п.м	11,44	2,5	52,1	28,6	596,02	Електрозв. 4р-1

$\frac{722,95}{144,38}$ 14023,01

Часова норма для монтажу однієї балки: $N_q = 722,95 / 104 = 6,95$ люд.-год.
 $P = 14023,01 / 104 = 134,84$ грн.

Табл. 5.7

Кошторисна оцінка монтажу несучих констр. покрівлі

№	ЕНиР	Назва робіт	Обсяг робіт		На одиницю виміру.		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, люд.-год маш.-год	Розцінка, грн	Трудоміст люд.-год маш.-год	З/плата грн	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	E1-5 т.2	Розвантаження ферм краном масою до 8т масою до 18т	100т	2,08 4,47	<u>3,4</u> 1,7 <u>2,8</u> 1,4	57,14 47,05	<u>7,07</u> 3,54 <u>12,52</u> 6,26	118,85 210,31	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	4-1-5 Пр-1	Укрупнююча збірка ферм прогоном 24м	шт.	31	<u>16,8</u> 2,8	350,11	<u>520,8</u> 86,8	10853,41	Монтажн. 6р-1, 4р-2 3р-1, 2р-1 Електроз. 5р-1 Машин. 6р-1
3	E4-1-6 т.4	Установка кроквяних конструкцій краном прогоном до 18м прогоном до 24м	1 ел.	26 31	<u>8</u> 1,6 <u>9,5</u> 1,9	166,72 197,98	<u>208</u> 41,6 <u>294,5</u> 58,9	4334,72 6137,38	Монтажник 6р-1, 5р-14р-1, 3р-1, 2р-1 Машиніст 6р-1
4	E22-1-3	Електрозварювання стиків ферм з колон.	10 м шву	5,7	2,5	52,10	14,25	296,97	Електрзв. 4р-1
5	E1-5, п.5	Розвант. плит покриття краном масою до 1,5т	100т	10,3	<u>8,8</u> 4,4	147,88	<u>90,64</u> 45,32	1523,16	Такелаж. 2р-2 Машин. 6р-1
6	E4-1-7 п.10	Монтаж плит покриття площею до 10 м ²	1 ел	736	<u>0,84</u> 0,21	15,51	<u>618,24</u> 154,56	11415,36	Монтажник 4р-1, 3р-2 2р-1 Машиніст 6р-1
7	E22-1-6	Електрозвар. монтаж стиків плит покриття з фермами	10 м шву	18,4	2,5	52,10	46	958,64	Електрзв. 4р-1
8	E5-1-2	Зняття монтажних гойдалок та дробин	шт. шт.	88 88	<u>0,37</u> 0,18 <u>0,62</u> 0,31	7,27 12,19	<u>32,56</u> 15,84 <u>54,56</u> 27,28	639,76 1072,72	Монтажник 4р-1 3р-1

1899,14 37561,28
440,1

Часова норма для монтажу одного ел-нту покрівлі: $N_{ч}=1899,14/793=2,39$ люд.-год.
 $P=37561,28/793=47,37$ грн.

Табл. 5.8

Кошторисна оцінка монтажу конструкцій стінового заповнення

№	ЕНиР	Назва робіт	Обсяг робіт		На одиницю виміру.		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, люд-год маш-год	Розцінка, грн	Трудоміст люд-год маш-год	З/плата грн	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	E1-5 т.1 п.2	Розвантаження стінових панелей краном масою до 2т	100т	14,59	$\frac{7,2}{3,6}$	121,00	$\frac{105,05}{52,52}$	1765,39	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	E4-1-8 т.2 п.2	Установка стінових панелей краном площ. до 10м ² до 15м ²	1 елем.	768	$\frac{3}{0,75}$	90,75	$\frac{2304}{576}$	69696,00	Монтажник 5р-1, 4р-1 3р-1, 2р-1 Машиніст 6р-1
3	E22-1-3	Електрозварювання стиків стінових панелей з колонами	10 м шву	15,36	2,5	52,10	38,4	800,26	Електрозвар. 4р-1
4	E1-5 т.1 п.3	Розвантаження фундаментних балок краном масою до 1т	100т	0,41	$\frac{12}{6,1}$	201,66	$\frac{4,92}{2,5}$	82,68	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
5	E4-1-3 т.2 п.3	Установка фундамент. балок масою до 1,5т	1 ел.	59	$\frac{1,1}{0,22}$	21,35	$\frac{64,9}{12,98}$	1259,65	Монтажник 5р-1, 4р-1 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
6	E1-5	Розвантаження ригелів та стійок воріт до 1,5 т до 4 т	100т	0,14	$\frac{8,8}{4,4}$	147,88	$\frac{1,23}{0,62}$	20,70	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
				0,15	$\frac{4,6}{2,3}$	77,30	$\frac{0,69}{0,35}$	11,60	
7	E4-1-6 т.2 п.5	Монтаж з/б ел-тів воріт до 1,5 т до 4 т	1 ел.	10	$\frac{2,4}{0,48}$	46,57	$\frac{24}{4,8}$	465,70	Монтажник 5р-1, 4р-1 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
				5	$\frac{1,4}{0,28}$	27,17	$\frac{6,52}{1,3}$	135,85	
8	E22-1-6	Електрозварювання стиків елементів воріт	100 м шву	0,3	2,5	52,10	0,75	15,63	Електрозвар. 4р-1

$\frac{2550,46}{651,07}$ 74253,46

Часова норма для монтажу одного ел-нту стіни: $N_{ч} = 2550,46 / 842 = 3,03$ люд.-год.
 $P = 74253,46 / 842 = 88,19$ грн.

Табл. 5.9

Кошторисна оцінка герметизації швів огороження

№	ЕНиР	Назва робіт	Обсяг робіт		На одиницю виміру.		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, люд.-год маш.-год	Розцінка, грн	Трудоміст, люд.-год маш.-год	З/плата грн	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4-1-28	Конопатка, зачеканка і розшивка швів між стіновими панелями цементним розчином з підвісної люльки ззовні будівлі з установкою та переміщенням підвісної люльки	10м шва	780,6	2,7	56,27	2107,62	43924,36	Монтажник 4р-1
2	4-1-28	По п.1 з внутрішньої частини будівлі з постановкою та переміщенням	10м шва	674,4	1,22	25,42	822,77	17143,25	Монтажник 4р-1

2930,39 61067,61

Часова норма для герметизації 10 м шва: $H_ч=2930,39/1455=2,01$ люд.-год. $P=61067,61/1455=41,97$ грн.

Табл. 5.10

Кошторисна оцінка герметизації швів плит покрівлі

№	ЕНиР	Назва робіт	Обсяг робіт		На одиницю виміру.		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, люд.-год маш.-год	Розцінка, грн	Трудоміст, люд.-год маш.-год	З/плата грн	
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
1	4-1-54	Приймання бетону з кузова автосамоскиду у баддю	100м³	0,53	8,2	137,80	4,35	73,03	Бетонник 2р-2
2	8-1-13	Подавання суміші бетононасосом продуктивністю 1 м³/год.	м³	53,04	<u>2,5</u> 1,2	42,01	<u>132,6</u> 63,65	2228,21	Бетонник 2р-2 Машиніст 3р-1
3	4-1-19	Заливка стиків плит покриття бетонн. розчином	100м шва	57,54	4	78,63	230,16	4524,37	Монтажник 4р-1 3р-1

367,11 6825,61
63,65Часова норма для герметизації 100 м шва: $H_ч=367,11/60,36=6,08$ люд.-год. $P=6825,61/60,36=113,08$ грн.

5.7 Ключові аспекти організації будівельного майданчика

Генеральний план будівництва відіграє критичну роль на етапі монтажних робіт. На ньому потрібно недвозначно позначити обриси споруди, а також зони для її розміщення, активну робочу зону крана та зону підвищеної небезпеки.

Ділянка для збирання та кріплення елементів, що простягається на 5 метрів від зовнішнього контуру будівлі, була спеціально виділена для ефективного монтажу та фіксації елементів. Її розмір визначено з урахуванням потреби у встановленні верхньої стінової панелі. Візуально на БГП ця межа позначається пунктиром, тоді як безпосередньо на місці використовуються попереджувальні таблички та маркування.

Монтаж будівельних конструкцій у визначеній зоні розпочинається виключно після отримання офіційного дозволу. Кранні операції виконуються з точним дотриманням виданого дозволу. Кожен кран має специфічну робочу зону, яка визначається його максимальним вильотом стріли та обмежена призначеними місцями стоянки. Дотримання цих вказівок та забезпечення безпеки є безумовним пріоритетом для всього задіяного персоналу.

Зона ризику (небезпечна зона) – це ділянка, де існує потенційна загроза падіння вантажу під час його транспортування, з урахуванням можливого розльоту уламків при падінні. Межі цієї зони розраховуються на основі горизонтальної відстані від точки стоянки крана, використовуючи таку формулу:

$$R_{\text{нз}} = R_{\text{max}} + 0,5l_{\text{max}} + l_{\text{без}}$$

в цій формулі R_{max} Найбільша операційна зона вильоту кранової стріли; $0,5l_{\text{max}}$ - Середина габариту найдовшого переміщуваного об'єкта; $l_{\text{без}}$ Додатковий інтервал безпеки (його розрахунок залежить від висоти підйому: $0,3h+1000\text{мм}$ для вантажів до позн. +10.000 висоти, або розмір монтажною зони для вищих підйомів).

На підготовчому етапі ми фокусуємось на створенні тимчасової дорожньої інфраструктури для внутрішньомайданчикових перевезень. Ці шляхи поділяються на два типи: односторонні, завширшки 3,5 метри, та двосторонні, з шириною 6 метрів. З метою гарантування безперешкодного руху великогабаритних транспортних засобів, радіус заокруглення на поворотах варіюється від 8 до 12 метрів. При цьому обов'язково враховуються специфічні вимоги до маневрування великовантажних автомобілів, що вимагають радіуса від 18 до 30 метрів. Проміжок між

складом та дорогами загального користування детально розпланований і становить мінімум 0,5 метра, а відстань між дорожнім полотном та огорожею – не менше 1,5 метра. У контексті поточного проєкту, тимчасові дороги, що оточують основну споруду, виконані з бетонних дорожніх плит, тоді як решта ділянок облаштована як насипні дороги. У зонах експлуатації кранів та інших місцях підвищеної небезпеки ми впроваджуємо чіткі попереджувальні знаки та написи, що інформують персонал про потенційні загрози та встановлені швидкісні обмеження. Крім того, логістика розміщення будівельних конструкцій та матеріалів передбачена у спеціально відведених місцях тимчасового зберігання.

Тимчасові адміністративні споруди розташовуються поза межами небезпечної зони, формуючи своєрідне житлове містечко поблизу в'їзду на будівельний майданчик. Щодо їх розміщення, відстань між заблокованими спорудами має становити не менше 1,5 м. Для груп споруд передбачено розрив понад 10 м. Мінімальний відступ від проїжджої частини не повинен бути меншим за 1,5 м.

Схематичне представлення тимчасових електромереж відображає розташування трансформаторних підстанцій та розподільних щитів. Кожен розподільний щит має операційний радіус дії 25 метрів. На майданчику розгорнуті кабельне освітлення та силові мережі. Для електродвигунів та технологічних потреб використовується 380 В, для освітлення – 220 В. Всі задіяні кабельні мережі прокладаються під землею на глибині 0,8 метра.

Тимчасове водопостачання реалізується з використанням кільцевої розводки, яка дозволяє розміщувати пожежні гідранти з інтервалом не більше 100 м. Ці точки доступу до води монтуються на відстані до 1,5 м від дороги та мінімум 5 м від будь-якої будівлі. Для забезпечення питною водою, фонтанчики розташовані в межах 75 м від кожної робочої ділянки та всередині побутового комплексу.

5.8 Оцінка ключових параметрів та економічна оптимізація генерального плану будівництва

В рамках цього проєкту, при розробці майстер-плану будівництва, проводиться аналіз та розрахунок таких техніко-економічних показників:

Коефіцієнт забудови: Він характеризує пропорцію освоєної території відносно її загального об'єму. Визначається як відношення площі, яку

займають будівельні об'єкти, до всієї площі, передбаченої генеральним планом:

$$K_3 = F_2 / F_1 = 6624 / 61340 = 0,11;$$

Коефіцієнт використання площі території: Цей показник відображає рівень залучення всієї доступної площі будівельного майданчика. Його обчислюють як співвідношення суми площі забудованих об'єктів та площі, зайнятої тимчасовими спорудами, комунікаціями (включаючи залізничні колії та автошляхи)

$$K_{вук} = (F_2 + F_{т.б.}) / F_1 = (6624 + (607,5 + 7050)) / 61340 = 0,233;$$

На цьому будівельному об'єкті було прокладено значний обсяг тимчасових комунікацій. Зокрема, загальна протяжність тимчасових доріг становить 1030 метрів. Для забезпечення потреб у воді розгорнуто тимчасові мережі водопостачання довжиною 825 метрів. Крім того, функціонують тимчасові мережі електропостачання, які охоплюють 1910 метрів. Ці інфраструктурні рішення є критично важливими для ефективного та безпечного виконання будівельних робіт.

6 Розділ. Охорона праці

Безпека та цілісність під час монтажних робіт.

Забезпечення конструктивної стабільності при переміщенні.

Під час виконання монтажних робіт, збереження конструктивної цілісності елементів під час їх переміщення є ключовим пріоритетом. Надзвичайно важливо, щоб переміщувані конструкції не зазнавали розтягуючих або обертальних навантажень, які могли б порушити їхню стабільність та геометрію. Будь-які деформації на цьому етапі можуть призвести до серйозних проблем у майбутньому.

Надійна фіксація та тимчасова підтримка.

Після того, як елементи встановлені у своє проектне положення, їх необхідно негайно і надійно зафіксувати. Це забезпечить їхню незмінність та стійкість. Для цього слід використовувати міцні кріпильні механізми, які повністю унеможливають будь-який рух чи зміщення.

У випадках, коли необхідна тимчасова підтримка монтованих конструкцій, можуть застосовуватися розтяжки. Однак, розтяжки повинні кріпитися виключно до надійних, міцних опор і бути розташовані поза зоною руху транспортних та будівельних машин. Дотримання цих умов гарантує, що елементи конструкції залишатимуться стабільними та безпечними як під час переміщення, так і в процесі їх остаточного монтажу.

Перед тим як розпочати підйом елементів, критично важливо переконатися, що все необхідне обладнання, включаючи навісні драбини, вже надійно встановлене та закріплене на тих конструкціях, де вони будуть використовуватися.

Особливу увагу слід приділити навісним драбинам: якщо їх висота перевищує п'ять метрів, вони обов'язково повинні бути оснащені запобіжними пристроями, такими як канати з уловлювачами. Крім того, перед встановленням на конструкції, такі драбини необхідно обладнати металевими дугами для додаткової безпеки.

Під час самого процесу монтажу, монтажники повинні перебувати виключно на надійних підмостях або вже надійно закріпленій частині конструкції. Дотримання цих правил є першочерговим завданням для гарантування безпеки робітників і успішного завершення всіх монтажних операцій.

Щоб розпочати будь-які монтажні роботи, першочерговим кроком є чітке визначення та узгодження протоколу обміну умовними сигналами між

відповідальною особою, яка здійснює нагляд за монтажем, і кранівником. Це критично важливо для синхронної та безпечної роботи.

Важливо, щоб усі робочі сигнали подавала лише одна уповноважена особа. Зазвичай, це бригадир монтажно-ї бригади, ланковий або стропальник. Така централізація запобігає плутанині та підвищує ефективність комунікації.

Однак, у випадку виникнення будь-якої надзвичайної ситуації, що загрожує безпеці, будь-який працівник, який виявив небезпеку, має право негайно подати сигнал «Стоп». Це правило є беззаперечним і забезпечує оперативне реагування на потенційні загрози.

Коли монтована конструкція знаходиться поза полем зору кранівника, критично важливо забезпечити надійний засіб зв'язку між ним і монтажною бригадою. Це гарантує безпеку та ефективність робіт.

Якщо прямий зв'язок виявиться неможливим, необхідно призначити проміжних сигналістів. Цією роллю можуть бути наділені досвідчені такелажники або стропальники, які стануть сполучною ланкою, передаючи сигнали від монтажників до кранівника. Такий підхід забезпечує безперебійну координацію дій та дозволяє виконувати роботи навіть у складних умовах видимості.

Категорично заборонено залишати будь-які підняті конструктивні елементи чи механізми, прикріплені до гака крана, коли персонал перебуває на перерві. Незалежно від тривалості перерви, вантаж повинен бути опущений і надійно зафіксований.

Для забезпечення безпеки та уникнення ризиків, монтажні роботи з конструкціями, що мають значну площу вітрового тиску, повинні бути негайно припинені, якщо швидкість вітру досягає або перевищує 10 метрів на секунду.

До самостійного виконання робіт підвищеної небезпеки (зокрема, альпіністських робіт) допускаються лише особи, які відповідають суворим критеріям:

Вік: Досягли 18 років.

Підготовка: Пройшли повну теоретичну та практичну підготовку з охорони праці.

Медичний огляд: Успішно пройшли медичний огляд та визнані придатними до виконання саме цього виду робіт.

Досвід: Мають не менше одного року стажу безпосередньої альпіністської роботи.

Кваліфікація: Володіють мінімальним тарифним розрядом не нижче 3-го.

Для забезпечення якісного фарбування та антикорозійного покриття будівельних конструкцій та обладнання, ці роботи слід виконати в повному обсязі перед їхнім підйомом до проєктного положення. Після підйому ці роботи дозволяються тільки на стиках і вузлах.

Вимоги безпеки для електрозварювальників.

Допуск до електрозварювальних робіт надається виключно персоналу, що досяг повноліття (18 років), успішно пройшов медичне обстеження та спеціалізовану підготовку. Ключовими етапами є оцінка теоретичних знань та практичних вмінь з конкретних зварювальних технологій і методів, що підтверджується відповідним сертифікатом. Мінімальна вимога до категорії електробезпеки електрозварювальників – II група. Окрім цього, всі кандидати повинні отримати позитивний висновок атестаційної комісії.

Зварювальники з III розрядом та річним досвідом, після проходження спецмедогляду, допускаються до газополум'яних та електрозварювальних робіт на висоті від 5 м.

З метою запобігання ризикам, пов'язаним з електричним струмом, необхідно суворо дотримуватися ключового правила: металеві частини електрозварювального обладнання повинні бути позбавлені напруги, а кожен об'єкт, що підлягає зварюванню, має бути надійно заземлений.

Безпечне переміщення та складування вантажів.

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт суворо заборонено стропувати вантажі, які втратили стійкість. Перед завантаженням або вивантаженням залізобетонних панелей, блоків та інших елементів обов'язково інспекуйте монтажні петлі та очищайте їх від залишків бетону.

Першочерговим завданням є вибір підйомного обладнання, що відповідає вазі та типу вантажу, оскільки недотримання цього може мати катастрофічні наслідки. При підборі строп враховуйте кількість гілок та їхню довжину, забезпечуючи, щоб кут між ними не перевищував 90°. Ці характеристики повинні корелювати з вантажопідйомністю підйомної системи.

Перед кожним підйомом вантажу за допомогою стрілового самохідного крана необхідно верифікувати його номінальну вантажопідйомність та переконатися, що поточний виліт стріли, встановлений оператором, відповідає масі вантажу.

Вантажі розміщуються з максимальною точністю, відповідно до визначених габаритів для зберігання, гарантуючи при цьому безперешкодний доступ до всіх проїздів та входів.

Конструктивні елементи та будівельні матеріали слід розташовувати на стабільних, вирівняних поверхнях. Обов'язковим є застосування запобіжних заходів для унеможливлення їхнього самовільного переміщення, осідання або перекочування. Майданчики для складування повинні мати ефективні системи водовідведення. Абсолютно неприпустимим є зберігання матеріалів та виробів на непідготовлених ґрунтах.

Для оптимального зберігання конструкцій та матеріалів на будівельних майданчиках і безпосередньо на робочих зонах дотримуйтесь таких вказівок: Панелі стінового огороження: рекомендовано касетне або пірамідне розміщення.

Залізобетонні плити покриття: складувати у штабелях (висота до 2,5 м), використовуючи підкладки та прокладки.

Залізобетонні колони каркасу та балки для переміщення мостових кранів: формувати штабелі (висота до 2,0 м), також на підкладках з прокладками.

Залізобетонні ферми покриття (кроквяні/підкроквяні): зберігати на кондукторах.

Металевий прокат різних видів: розміщувати на стелажах (висота до 1,5 м).

Для ефективної та безпечної організації вантажно-розвантажувальних робіт транспортні засоби на платформах слід розташовувати з дотриманням таких вимог: відстань між послідовно розташованими автомобілями — мінімум 1000мм, а між паралельно стоячими — не менше 1500мм.

У ситуаціях, коли транспортний засіб знаходиться поруч із будівлею, необхідно суворо дотримуватися правила, згідно з яким відстань від задньої частини автомобіля (або від крайньої точки вантажу, що виступає) до споруди не може бути меншою за 500мм. Окрім того, мінімальний проміжок між самим автомобілем та сформованим штабелем вантажів повинен бути не менше 1000мм.

Для забезпечення безпеки на будівельному майданчику внутрішні транспортні шляхи повинні бути належним чином марковані дорожніми знаками. Ці знаки встановлюють чіткий порядок руху для всіх транспортних засобів та будівельної техніки, керуючись вимогами чинного законодавства. Швидкісний режим пересування транспорту в безпосередній близькості від

місць проведення робіт обмежується 10 км/год на прямолінійних ділянках та 5 км/год на криволінійних трасах.

Для мінімізації ризиків та гарантування безпеки персоналу, будівельні майданчики, робочі зони, індивідуальні робочі місця та всі під'їзні шляхи до них повинні бути достатньо освітлені.

При цьому слід уникати застосування освітлювальних систем, що створюють загрозу ураження електричним струмом. Вибір та інсталяція світлового обладнання мають виконуватися суворо за стандартами безпеки. Важливо також пам'ятати: доступ до роботи в приміщеннях з недостатнім рівнем освітлення заборонений.

Перелік літератури

1. Л. Б. Веліковський. Архітектура цивільних та промислових будівель.
2. Р. І. Трепененков. Альбом креслень конструкцій і деталей промислових будівель.
3. С. В. Дятков. Архітектура промислових будівель.
4. Л. Ф. Шубін. Архітектура цивільних та промислових будівель. Том V.
5. І. А. Шерешевський. Конструювання промислових будівель та споруд.
6. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування
7. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
8. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов / Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Веденников и др.; Под общ. ред. Е.И. Беленя. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1986. — 560с., ил.
9. ДБН А.3.1.-5-2009. Організація будівельного виробництва. — Мінрегіонбуд України. К, 2011. — 67 с.
10. ЕНиР, сборники Е-1, Е-4, Е-5, Е-22. — Госстрой СРСР. М. — 1987.
11. ДБН Д.2.7-2000. Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів. — Мінрегіонбуд України. К., 2001. — 104 с.
12. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. — Мінрегіонбуд України. К., 2012. — 94 с.
13. Дикман Л.Г. Организация строительного производства. Учебник для строительных вузов. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 608 с.
14. Хамзин С.К., Карасев А.К. Технология строительного производства: Учеб. пособие для строит, спец. вузов. — М.: ООО «БАСТЕТ», 2006. — 216 с.: ил.
15. Барч И.З. Строительные краны. Справочное пособие. Изд. 2-ое, перераб. и доп. — К.: «Будівельник», 1974. — 336 с.: ил.
16. Технологія будівельного виробництва; Підручник./ В.К.Черненко, М.Г. Єрмоленко, Г.М. Батура та ін.; за ред. В.К. Чернетка, М.Г. Єрмоленка.— К.: Вища шк., 2002 р.— 430 с.
17. Технологія строительного производства / Под ред. О.О. Литвинова, Ю.М.Белякова, — К.: Вища шк. 1985 г. — 479 с.
18. Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування та самостійної роботи з дисципліни «Організація і планування будівельного виробництва / Укладач В.В. Рогозін. — Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ». — 2012.
19. Методичні вказівки «Приклади розрахунків об'єктних будівельних генеральних планів при будівництві одноповерхових промислових будівель» в курсових і дипломних проектах з курсу «Організація і планування будівельного виробництва» / Укладач В.В. Рогозін. — Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ». — 2011.