

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

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА
на тему:
**«Проектування формованого цеху
залізобетонних виробів»**

Виконала: студентка групи ЗБІ-22ск, Гавриленко Тетяна Сергіївна
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

О.І. Валоюй

“ ” 20 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Гавриленко Тетяна Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту (роботи) Проектування формованого цеху залізобетонних виробів

затверджена наказом по інституту від “ ” 20 р. №

2 Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) _____

3 Вихідні дані до проекту (роботи) Район будівництва – м. Луцьк. Призначення – промислова будівля. Будівля з залізобетонним каркасом. Розміри у плані – 108 x 108м. 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 125т, 10т, 15т.

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 двосхилої балки покриття будівлі. 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 Основні відомості про проєктовану будівлю.	7
1.2 Генплан.....	7
1.3 Регламент технологічних операцій.....	8
1.4 Архітектурно-планувальне вирішення будівлі.....	9
1.5 Конструктивне рішення	10
1.6 Світлоаераційний розрахунок	14
2. Проєктно-розрахунковий розділ	16
2.1 Двосхила балка: проєктування та розрахунок.....	16
2.2 Встановлення габаритних розмірів.....	16
2.3 Встановлення навантажень.....	17
2.4 Розрахунок внутрішніх зусиль	17
2.5 Попередній розрахунок необхідного перерізу напруженої арматури.....	17
2.6 Розрахунок зусилля обтискання з компенсацією втрат попереднього напруження.....	18
2.7 Міцність балки: Розрахунок нормального перерізу.....	20
2.8 Оцінка міцності похилих перерізів.....	21
3. Техніко-економічний розділ.....	23
3.1 Вибір робочих методів та механізації	23
4. Розділ технології будівництва.....	26
4.1 Влаштування монолітних залізобетонних фундаментів: технологічна карта.....	26
4.2 Розрахунок необхідних обсягів робіт	27
4.3 Зведення монолітних залізобетонних фундаментів: калькуляція	29
4.4 ТЕП (техніко-економічні показники)	30
4.5 Будівництво монолітних стовпчастих фундаментів: технологічний процес	31
4.6 Правила безпеки та природоохоронні заходи.....	33
4.7 Моніторинг та оцінка якості робіт.....	33
5. Розділ. Організація будівництва	35
5.1 Аналіз об'єкта будівництва і вибір технологій виконання робіт	35
5.2 Оцінка та планування обсягів робіт.....	37
5.3 Картка-визначник календарного плану	39
5.4 Розрахункова матриця.....	45
5.4 Оцінка ТЕП сітьового графіка.....	47
5.5 Визначення вартості за калькуляцією	48
5.6 Характеристика генерального плану будівництва	54
5.7 ТЕП будгенплану.....	55
6 Розділ. Охорона праці	56
Перелік літератури	59

1. Архітектурно-будівельний розділ

1.1 Основні відомості про проєктовану будівлю.

Особливості проєктованої будівлі:

Конструкція: Залізобетонний каркас.

Клас: Відноситься до II класу, що вказує на певні вимоги до її функціональності та безпеки.

Надійність: Має високий II ступінь довговічності та II ступінь вогнестійкості, що забезпечує її стійкість до зовнішніх впливів.

Клімат: Розташована в I кліматичному районі (м. Луцьк), що враховує особливості місцевих погодних умов при проєктуванні.

1.2 Генплан

Генеральний план для цеху збірки автопричепів створено відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019, санітарних та протипожежних вимог, забезпечуючи технологічну інтеграцію з іншими заводськими спорудами.

Територія підприємства функціонально поділена на передзаводську та виробничу зони. Перша вміщує їдальню, адміністративну будівлю та тимчасову парковку. У другій, крім проєктованого цеху, розташовані склад готової продукції та ремонтні майстерні.

Оптимізація вітрових потоків сприяє провітрюванню та зимовому снігоочищенню. Внутрішній транспорт – автомобільний, з дорогами 6-10.5 м завширшки та радіусом закруглення 12 м.

Проєктом передбачено благоустрій: асфальтовані дороги, майданчики, тротуари, одно метрове вимощення навколо будівлі та озеленення ділянки декоративними рослинами.

Детальні техніко-економічні показники генплану представлені у таблиці 1.1

Таб.1.1

Зведені дані про технічні та економічні аспекти, відображені в генеральному плані

№	Опис характеристики	Один вимірюв (скорочення)	Заг-на кількість
1	Площа майданчика (заміряна)	м2	55450
2	Площа забуд. (заміряна)	м2	27000
3	Територія проїздів та доріжок	м2	18000
4	Площа зелених насаджень	м2	10450

5	Інтенсивн. забудови терит.	%	49
6	Коеф. покриття твердими поверхнями	%	32
7	Відсоток площі під зелені насадження	%	19

1.3 Регламент технологічних операцій

Ефективний цех з формування залізобетонних виробів – це не просто сукупність приміщень, а ретельно спроектована виробнича архітектура, де кожен простір служить конкретній меті, забезпечуючи безперервність циклу.

Розглянемо ключові "станції" цього потоку:

Вхідні ворота: Зони приймання та зберігання сировини – стратегічні пункти для первинного накопичення та сортування матеріалів, що надходять на виробництво.

Енергетичний центр: Ділянки приготування бетонної суміші – місце, де відбувається високоточне дозування та змішування компонентів, що визначає якість майбутнього бетону.

Точка трансформації: Формувальні пости – епіцентр, де сира суміш набуває потрібних геометричних форм завдяки опалубці.

Колиски міцності: Камери твердіння – спеціалізовані середовища, де залізобетонні вироби набирають необхідну міцність в ідеально контрольованих умовах.

Фінальний штрих: Пости розпалубки та оздоблення – ділянки, де вироби звільняються від форм і отримують остаточну естетичну та функціональну довершеність.

Гарантія якості: Випробувальні лабораторії – очі та вуха виробництва, які безкомпромісно контролюють відповідність продукції всім стандартам на кожному етапі.

Шлях до споживача: Сектори складування та відвантаження – логістичні вузли, що забезпечують упорядковане зберігання та безперешкодну доставку готової продукції.

Тихий фронт підтримки: Технічні та ремонтні зони – життєво важливі ділянки для профілактики та швидкого відновлення обладнання, гарантуючи безперебійність процесу. Ключові вимоги до виробничих приміщень:

Гігієна та безпека: Приміщення для монтажу повинні бути чистими, добре освітленими. Покриття стін і підлоги слід обирати так, щоб вони легко очищалися від пилу та не були його джерелом.

Освітлення: Природне та штучне освітлення у всіх виробничих і допоміжних зонах має відповідати будівельним нормам. За потреби, робочі місця доповнюються місцевим освітленням.

Мікроклімат: Всі виробничі, санітарні та допоміжні приміщення повинні бути обладнані системами вентиляції та центрального опалення. Важливо підтримувати максимально стабільні температуру та вологість.

Просторова оптимізація: Висота приміщень та логічне розміщення технологічного обладнання безпосередньо впливають на можливість ефективного та безпечного використання вантажопідйомних засобів та засобів малої механізації. Достатня висота стель та простору дозволяє безперешкодно пересуватися кранам, тельферам, гідропневматичним підйомникам, підвісним конвеєрам, візкам та автокарам, забезпечуючи їхнє вільне маневрування.

1.4 Архітектурно-планувальне вирішення будівлі

Об'ємно-планувальне рішення будівлі цеху збірки автопричепів передбачає одноповерхову, багатопролітну споруду прямокутної (Г-подібної) форми з габаритними розмірами 108 x 72 м в осях.

Функціональне оснащення:

Доступ: запроєктовані ворота для проїзду та хвіртки для проходу персоналу.

Вантажопідйомність: у кожному прольоті передбачені мостові крани (вантажопідйомність згідно завдання), відмітка головки кранової рейки корегується залежно від типу колон.

Конструктивні особливості:

Температурні шви: влаштовані по осях "М" та "8" за допомогою спарених колон.

Крок колон: для всіх залізобетонних колон прийнято крок 6 м (як для крайніх, так і для середніх рядів).

Прив'язка колон: крайні ряди колон прив'язані до поздовжніх координаційних осей на "250" мм. Середні колони розташовані симетрично, з проходженням осей по середині їх перерізу.

Поперечні осі: проходять по середині перерізу колон, за винятком ділянок біля торців та деформаційних швів, де вісь колони зміщена всередину на 500мм.

Основні техніко-економічні показники будівлі наведені в таблиці 2.1.

Табл.2.1

Ключові технічні та економічні дані будівлі

№	Опис характеристики	Один. вимірюв.	Заг-на кіль-сть
1	Забудована площа	м2	11280

2	Загальний обсяг	м3	231120
3	Чиста (корисна) площа	м2	10584
4	Коеф. ефект. планування		K1 = 20,5
5	Коеф. використання за обсягом		K2 = 0,94

1.5 Конструктивне рішення

Будівля спроектована як каркасна, з повним каркасом. Її просторова стійкість і жорсткість досягаються за допомогою наступних конструктивних рішень:

Для поперечної стійкості: використовуються поперечні рами, що утворені за рахунок замонолічування колон у фундаментах та міцного зварювання ферм (або балок) безпосередньо з колонами. Це забезпечує монолітне з'єднання та високу опірність горизонтальним навантаженням.

Для поздовжньої жорсткості: її забезпечують фундаментні балки, підкранові балки, система зв'язків та жорсткий диск, утворений плитами покриття, які приварені до несучих елементів покриття.

Колони каркасу. У проєкті використано збірні залізобетонні колони, що включають як одногілкові (з консолями), так і двогілкові типи. По торцях будівлі розміщені фахверкові колони прямокутного перерізу. Детальні конструктивні особливості колон дивіться на кресленнях.

Фундамент. У роботі використовуються збірні залізобетонні фундаменти "стаканного" типу для збірних залізобетонних колон. Ці фундаменти можуть мати від однієї до трьох сходинок плит. Жорсткість з'єднання колони з фундаментом досягається заглибленням колони у "стакан".

Параметри уніфікації:

Розміри підколонника та фундаменту кратні 300 мм.

Верх "стакана" розташований на позначці -0,150 м.

Розміри "стакана" більші за колону на 150 мм зверху та 100 мм знизу.

Під стіни передбачені фундаментні балки, що спираються на бетонні стовпчики на верхній частині фундаменту. По обрізу фундаменту влаштовується бетонна набетонка (до позначки 0,030 м) товщиною, що відповідає товщині стіни. У місцях воріт балки замінюються монолітним бетонним фундаментом (500 мм завтовшки, 6 м завдовжки) з анкерними болтами для ворітних рам. Обов'язкова гідроізоляція (30 мм цементного розчину 1:2) поверх фундаментних балок.

З урахуванням навантажень від майбутньої будівлі, а також нормативних ґрунтових і кліматичних умов, глибина закладення фундаментів прийнята на позначці -2.550 м. Жорстке з'єднання колон з фундаментами забезпечується шляхом їхнього замонолічування бетоном на дрібному заповнювачі.

Балки фундаментні. Для стін передбачені фундаментні балки, що спираються на бетонні стовпчики, розташовані на верхній частині фундаменту. По обрізу фундаменту, до позначки 0,030 м, влаштовується бетонна набетонка товщиною, що відповідає товщині стіни.

У місцях встановлення воріт замість балок монтується монолітний бетонний фундамент (товщина 500 мм, довжина 6 м) з анкерними болтами для кріплення ворітних рам. Поверх фундаментних балок обов'язкова гідроізоляція — шар цементного розчину (1:2) товщиною 30 мм.

Несучі конструкції покриття. Несучі елементи покриття, що спираються на колони, включають:

Кроквяні ферми: сегментні, безрозкісні, з паралельними поясами та полігональні (прольоти 18, 24 м).

Балки: з паралельними поясами, двосхилі, ґратчасті (прольоти 12, 18 м).

Кріплення цих елементів до колон здійснюється за допомогою накладних сталевих листів, приварених до закладних деталей ферм/балок та анкерних болтів колон. Після позиціонування всі з'єднання надійно фіксуються.

При кроці крайніх колон 6 м, а середніх 12 м, спершу монтуються підкроквяні ферми або балки на колони середніх рядів. Їх кріплення до колон виконується зварюванням закладних деталей стельовим швом.

Балки для переміщення мостових кранів. Проєкт цеху передбачає інтеграцію опорних мостових кранів, функціонування яких забезпечується підкрановими балками. Ці балки, з покладеними на них рейками, формують крановий шлях і, завдяки жорсткому з'єднанню з колонами, надають каркасу будівлі додаткову просторову жорсткість.

Залізобетонні підкранові балки є стандартним рішенням для одноповерхових промислових об'єктів з кроком колон 6 та 12 м, а також для кранів вантажопідйомністю до 50 т. З технологічних міркувань їх виконують розрізними. Переріз балок – тавровий. Типові висоти становлять 800 та 1000 мм для 6-метрових прольотів, а для 12-метрових – 1400 мм. Залежно від локації в будівлі, розрізняють торцеві (біля торцевих стін), рядові та температурні (поруч з температурними швами) балки. Їх відмінності полягають у конфігурації та розміщенні закладних деталей для кріплення до колон.

Конструкція плит покриття. Покрівля будівлі формується залізобетонними плитами, що монтуються на поперечні кроквяні елементи (детальніше у табл.

8). Для кроку кроквяних конструкцій 6 м передбачені плити 3х6 м та 1.5х6 м, а для кроку 12 м – 12х6 м та 1.5х12 м.

Основні плити мають ширину 3 м, що відповідає кроку вузлів ферм. Вужчі плити (1.5 м) застосовуються переважно в розжолобках, де потрібно підвищити несучу здатність для сприйняття значних снігових навантажень.

Кріплення плит здійснюється шляхом приварювання їхніх закладних деталей, розташованих на кінцях поздовжніх ребер, до закладних деталей ферм. Міжпанельні шви заповнюються цементним розчином марки М100. Важливо відзначити, що в торцевих частинах будівель і по лінії температурних швів, закладні деталі плит для кріплення зміщені на 500 мм.

Стіни. У проєкті передбачені самонесучі панельні стіни, виконані з одношарових панелей товщиною 300 мм. Кріплення цих панелей до колон здійснюється за допомогою зчепу з двох кутиків 125х16 мм, довжиною 100 мм. Ці кутики приварюються до закладних деталей колони та стінової панелі за допомогою гнучкого анкера з пластиною. Панелі поставляються повної заводської готовності, з зовнішнім та внутрішнім фактурними шарами з цементно-піщаного розчину товщиною 20 мм кожен. У прорізах для воріт та дверей стіни заповнюються цеглою марки М100 на розчині М50, забезпечуючи товщину кладки 380 мм.

В'язі. Для забезпечення просторової жорсткості будівель, обладнаних мостовими кранами, застосовуються вертикальні зв'язки по колонах. Вони розташовуються нижче рівня підкранових балок і, згідно з проєктом, влаштовуються в одному (переважно середньому) кроці колон кожного температурного відсіку (рис. 1). У цьому випадку підкранові балки виконують роль розпірок для цих вертикальних зв'язків. Якщо ж технологічні обмеження унеможливлюють встановлення зв'язків у середньому кроці, допускається їх зміщення до сусіднього кроку.

Якщо в конструкції присутні підкроквяні ферми, вони автоматично виконують функції розпірок по колонах, усуваючи необхідність у додаткових розпірних елементах. Окрім зазначених вертикальних зв'язків по колонах, проєктом також передбачаються вертикальні зв'язки по ліхтарях та по підвісних кранових шляхах для забезпечення загальної стійкості конструкції.

Заповнення віконних прорізів. Віконні заповнення спроектовані з каркасом, що складається з вертикальних імпостів, встановлених з кроком 1.5 або 2 метри. Ці імпости надійно приварюються до закладних деталей, розміщених у панелях-перемичках. Віконні рами (як глухі, так і ті, що відкриваються з різними типами підвіски — верхньою, нижньою або бічною) кріпляться до імпостів за допомогою болтів. Слід зазначити, що козирки передбачаються лише над вікнами, що мають функцію відкривання.

Сталеві віконні панелі, призначені для кроку колон 6 метрів, виготовляються у двох типорозмірах: 6×1.2 м та 6×1.8 м. Якщо висота світлового прорізу не перевищує 20 метрів, панелі монтуються послідовно одна над одною та з'єднуються болтами М12. У випадку, коли висота будівлі значно більша, до конструкції заповнення обов'язково вводиться ригель з прокатних профілів. Його функція полягає у додатковому сприйнятті власної ваги панелей та компенсації вітрових навантажень. Скління глухих панелей виконується шляхом прямого кріплення скла (окантованого гумовим профілем) до несучої рами.

Конструкція воріт. У проєкті передбачені розпашні ворота для автомобільного транспорту різних габаритів. Для стандартного автотранспорту використовуються ворота розміром 3.6×4.2 м (див. рис. 3).

Конструкція воріт складається з рами (ригель та дві стійки), яка кріпиться до фундаменту анкерними болтами. Рама встановлюється із зовнішнього боку будівлі. Для безрейкового транспорту передбачені похилі бетонні з'їзди (пандуси) із зовнішнього боку воріт.

Покрівля. Проєкт передбачає плоску, невентильовану покрівлю, яка складається з двох шарів руберойду і має захисне гравійне покриття, втоплене в бітум. Під покрівлю, на плитах, укладається спеціальна пароізоляція. Там, де покрівля зустрічається з вертикальними стінами (наприклад, парапетами), вона додатково укріплюється трьома шарами руберойду, які заходять на стіну і кріпляться дюбелями. Зверху цей стик герметизується.

Дощова вода збирається через внутрішні водостоки. Лійки для збору води встановлюються в найнижчих місцях покрівлі, не далі ніж через 48 метрів одна від одної, і їхнє розташування ретельно вивірене відносно координаційних осей будівлі.

Ліхтарі. Використані подвійні світлоаераційні ліхтарі шириною 6 або 12 м. Їхнє скло висотою 1750 мм може відкриватися до 30° за допомогою електроприводу. Ліхтарі розміщені вздовж будівлі. З міркувань безпеки та зручності, довжина ліхтарів обмежена 84 м; якщо потрібно більше, їх розділяють проміжками, кратними кроку крокв. Також вони не доходять до торцевих стін на 6 м. Для прольотів 12-18 м обираємо 6-метрові ліхтарі, для більших – 12-метрові. Конструкція ліхтаря складається зі сталевих поперечних рам та поздовжніх елементів, що включають бортові плити, прогони та елементи покриття.

Підлога. Проєктуючи підлогу, ми насамперед враховуємо тип впливів на неї та прагнемо забезпечити високу надійність та тривалий термін служби. Основні елементи конструкції підлоги — це покриття, підстильний шар,

прошарок, стяжка, гідроізоляція та основа. Кожна підлога розробляється відповідно до призначення приміщення та будь-яких спеціальних вимог до її експлуатаційних характеристик.

Опорядження. Фасад будівлі не потребує значних оздоблювальних робіт, оскільки стінові панелі поставляються з заводу з уже нанесеним фактурним шаром цементного розчину товщиною 20 мм. На будівельному майданчику виконується лише розшивка та ретельна герметизація швів між цими панелями, що включає їх зачеканювання цементним розчином. Внутрішнє оздоблення приміщень передбачає традиційне вапняне фарбування всіх поверхонь: стін, колон та стель.

1.6 Світлоаераційний розрахунок

Для розрахунку природного освітлення розглядається приміщення з такими характеристиками:

Розміри приміщення: глибина (В) – 36 м, висота (Н) – 24,8 м.

Вид робіт: розряд зорової роботи – IV.

Тип освітлення: подвійні світлоаераційні ліхтарі з листовим склінням $S = 1591.2 \text{ м}^2$.

Інтер'єр: стеля – біла, стіни – зеленуваті, підлога – червонувато-коричнева.

Коеф. відбиття: $\rho_{\text{стелі}} = 0,7$, $\rho_{\text{стіни}} = 0,5$, $\rho_{\text{підлоги}} = 0,3$.

Необхідні показники:

КПО норм - $e^{IV} = e \cdot m \cdot c = 4 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 2,4 \%$

тут m – коефіцієнт, що враховує особливості світлового клімату (географічне розташування, хмарність тощо).

c – коефіцієнт сонячності, який відображає інтенсивність прямого сонячного світла.

e – нормований коефіцієнт природного освітлення, встановлений стандартними вимогами.

Загальна площа, що підлягає склінню.

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

тут $S_n = 8064 \text{ м}^2$ - загальна площа підлог;

$k_z = 1,5$ - коеф. запасу;

$\eta_0 = 14$ - показник світлопропускнуї здатності вікна;

$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0,64$ - заг коеф. світлопропускнуї здатності;

тут $\tau_1 = 0,8$ - коеф. пропускнуї спроможності матеріалу;

$\tau_2 = 0,8$ - коефіцієнт втрати світла через віконні рами (переплети);

$\tau_3 = 1$ - коефіцієнт перекриття світлового потоку несучими елементами;

τ_4 - коефіцієнт втрати світла через сонцезахист;

τ_5 - коефіцієнт втрати світла від захисної сітки під ліхтарями;

$\kappa_{30} = 1$ - коефіцієнт затінення від сусідніх будівель;

$r_1 = 1,1$ - коефіцієнт врахування світла, що відбивається від інтер'єру та зовнішнього покриття.

Перед тим як розрахувати r_1 , необхідно обчислити середній коефіцієнт відбиття:

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

тут $\rho_1, \rho_2, \rho_3, S_1, S_2, S_3$ - коефіцієнти відбиття та площі стелі, стін і підлоги.

$S_{реал.} \geq S_0$. Прийнята площа скління відповідає вимогам.

2. Проектно-розрахунковий розділ

2.1 Двосхила балка: проектування та розрахунок

Необхідно виконати проектування попередньо напруженої двосхилої балки для покрівлі одноповерхової промислової будівлі в прольоті К-Е. Величина прольоту - 18 м, крок колон – 6 м. На балки укладатимуться плити покриття розміром 3х6 м. Об'єкт розташований у 4-му сніговому районі.

Для конструкції балки передбачено використання:

- попередньо напружувана арматура: класу К-7.
- поперечна арматура: А-ІІІ.
- зварні сітки: ВР-І.
- конструктивна арматура: А-І.

Бетон: важкий, класу В45, твердіння якого відбувається пропарюванням при атмосферному тиску.

Розрахункові фізико-механічні властивості матеріалів:

- К-7 Ø 12 мм – $R_s=1110$ МПа, $R_{s,ser}=1335$ МПа, $E_s=18\cdot10^4$ МПа;
- А-ІІІ Ø 6-8 мм – $R_s=355$ МПа, $R_{s,ser}=390$ МПа, $E_s=20\cdot10^4$ МПа;
- В45 – $R_b=25$ МПа, $R_{bt}=1,45$ МПа, $R_{b,ser}=32$ МПа, $R_{bt,ser}=2,2$ МПа, $E_b=34000$ МПа, $\gamma_{b2}=0,9$.

Міцність бетону, необхідна для здійснення обтискування, приймається такою:

$$R_{bp} = 0,8 B = 0,8 \cdot 45 = 36 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sp} = 0,7 R_{s,ser} = 0,7 \cdot 1335 = 935 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sp} + p \leq R_{s,ser}$$

$$p=0,05 \cdot \sigma_{sp}=0,05 \cdot 777=38,35 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sp} + p = 777 + 38,85 = 815,85 \text{ МПа} \leq R_{s,ser} = 1335 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sp} - p \geq 0,3 R_{s,ser}$$

$$777 - 38,85 = 738,15 \text{ МПа} \geq 0,3 \cdot 1335 = 400,5 \text{ МПа}$$

2.2 Встановлення габаритних розмірів

Приймаю наступні геометричні розміри для балки виходячи з конструктивних вимог та рекомендацій:

Загальна висота перерізу складає 1540 мм.

Ширина верхньої стиснутої полиці визначена як 400 мм.

Нижній пояс має ширину 270 мм, що відповідає рекомендованому діапазону 250...300 мм.

Товщина стінки балки становить 100 мм, обрано з діапазону 60...100 мм.

Товщина полиць прийнята 160 мм (хоча 180 мм також є можливим варіантом).

Нахил скосів полиць знаходиться в межах 35–45°.

На опорі висота перерізу зменшується до 790 мм.

2.3 Встановлення навантажень

Ми деталізуємо навантаження на балку, розділяючи їх на постійні та тимчасові компоненти.

Постійні навантаження включають:

Навантаження від покрівельної конструкції: $3 \cdot 6 = 18 \text{ кН / м}$

Власна вага балки: $\frac{91}{18} \cdot 1,1 = 5,55 \text{ кН / м}$,

Навантаження від інженерних систем (венткороби, трубопроводи): $0,5 \cdot 6 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ кН/м}$

Загальне постійне навантаження: $g = 18 + 5,55 + 3,6 = 27,15 \text{ кН / м}$

Тимчасові навантаження:

Тривалі за часом: $0,3 \cdot 6 \cdot 1,4 = 2,5 \text{ кН / м}$

Короткочасні: $0,7 \cdot 6 \cdot 1,4 = 5,9 \text{ кН / м}$

Підсумкове розрахункове навантаження:

Сума постійних і тривалих тимчасових навантажень: $27,15 + 2,5 = 29,65 \text{ кН / м}$

Додаткове короткочасне навантаження: $5,9 \text{ кН/м}$

Загальне кінцеве навантаження: $29,65 + 5,9 = 35,55 \text{ кН/м}$

2.4 Розрахунок внутрішніх зусиль

Для аналізу навантаження на балку були визначені наступні ключові зусилля: Максимальний згинальний момент у прольоті (від повного розрахункового навантаження):

$$M = \frac{g \cdot l_0^2}{8} \cdot \gamma_n = \frac{35,55 \cdot 17,65^2}{8} \cdot 0,95 = 1315 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Згинальний момент у критичній точці (1/3 прольоту, 5,89 м) від повного розрахункового навантаження:

$$M = \frac{g \cdot x_1 (l_0 - x_1)}{2} \cdot \gamma_n = \frac{35,55 \cdot 5,89 (17,65 - 5,89)}{2} \cdot 0,95 = 1169 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Пікова поперечна сила від розрахункового навантаження:

$$Q = \frac{g \cdot l_0}{2} \cdot \gamma_n = \frac{35,55 \cdot 17,65}{2} \cdot 0,95 = 298 \text{ кН}$$

2.5 Попередній розрахунок необхідного перерізу напруженої арматури

Для забезпечення міцності перерізу, необхідна площа напруженої арматури має відповідати розрахунковим показникам.

$$A_{sp} = \frac{M}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{131500000}{0,9 \cdot 145 \cdot 1110 (100)} = 9,07 \text{ см}^2$$

$$h_0 = h - a = 154 - \frac{18}{2} = 145 \text{ см}$$

У перерізі на відстані третини прольоту балки

$$A_{sp} = \frac{M}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{116900000}{0,9 \cdot 121 \cdot 1110 (100)} = 9,67 \text{ см}^2$$

$$h_{01} = h_1 - a = 130 - \frac{18}{2} = 121 \text{ см}$$

висота (h1) визначається, як

$$h_1 = h_0 + ((h - h_0) / (0,5 \cdot l)) \cdot x = 79 + ((154 - 79) / (0,5 \cdot 1800)) \cdot 605 = 130 \text{ см, де } x = x_1 + a_0 = 590 + 15 = 605 \text{ см.}$$

Крім того, переріз напруженої арматури розраховується з умови забезпечення тріщиностійкості

$$A_{sp} = \frac{M}{\beta \cdot R_s \cdot h_0} = \frac{131500000}{0,6 \cdot 1110 \cdot 100 \cdot 145} = 13,6 \text{ см}^2$$

Виходячи з цих розрахунків, необхідна кількість стрижнів Ø10 мм класу Ат-IV з площею $A_s = 0,785 \text{ см}^2$ становить:

$$\omega = 0,85 - 0,008 R_b \gamma_{b2} = 0,85 - 0,008 \cdot 25 \cdot 0,9 = 0,67$$

Приймаємо 15 стрижнів Ø12 мм класу К-7, що забезпечує загальну площу $A_{sp} = 13,8 \text{ см}^2$.

Таким чином, остаточно приймаємо:

- Напружена арм.: $A_{sp} = 13,588 \text{ см}^2$.
- Ненапружена арм. у верхній полиці: 4 стрижні Ø10 мм класу А-III, $A_s' = 3,14 \text{ см}^2$.
- Ненапружена арм. у нижній полиці: 4 стрижні Ø10 мм класу А-III, $A_s = 3,14 \text{ см}^2$.

2.6 Розрахунок зусилля обтискання з компенсацією втрат

попереднього напруження

При визначенні зусилля обтискання враховуються наступні перші втрати напруження арматури:

$$\text{Втрати, спричинені релаксацією матеріалу арматури: } \sigma_l = [(0,22 \sigma_{sp} / R_{s,ser}) - 0,1] \sigma_{sp} = [(0,22 \cdot 935 / 1335) - 0,1] 935 = 50,6 \text{ МПа;}$$

Цей показник розраховано, враховуючи початкове напруження та характеристики сталі.

$$\text{Втрати через коливання температури: } \sigma_2 = 1,25 \Delta t = 1,25 \cdot 65 = 81 \text{ МПа.}$$

Втрати, пов'язані з деформаціями в анкерних пристроях під час натягування, особливо значні для арматури довжиною 19 м:

$$\sigma_3 = \Delta l \cdot E_s / l = 0,0027 \cdot 180000 / 19 = 25,6 \text{ МПа}$$

Обчислення зусилля обтискання

Ми розраховуємо зусилля обтискання бетону, приймаючи до уваги всі втрати попереднього напруження арматури ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, при цьому $\gamma_{sp} = 1$)

$$P_1 = \gamma_{sp} \cdot A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3) = 1 \cdot 13,8 (935 - 50,6 - 89 - 25,6) (100) = 1062 \text{ кН}$$

Далі визначається ексцентриситет, тобто зміщення, сили відносно центра ваги умовного перерізу балки.

$$e_{sp} = y_0 - a$$

Підготовчі розрахунки перерізу:

Перед цим потрібно розрахувати ключові геометричні параметри перерізу:

- співвідношення модулів пружності

$$\alpha_{sp} = \frac{E_s}{E_b} = \frac{180000}{34000} = 5,3$$

- ефективну площу арматури

$$A_{sp,red} = \alpha \cdot A_{sp} = 5,3 \cdot 13,8 = 73,14 \text{ см}^2$$

$$A_{s,red} = A'_{s,red} = \alpha \cdot A'_s = 5,3 \cdot 3,14 = 16,6 \text{ см}^2$$

- загальну умовну площу перерізу балки в середині прольоту

$$A_{red} = A + A_{sp,red} + A'_{s,red} + A_{s,red} =$$

$$= (40 \cdot 16 + 15 \cdot 5 + 27 \cdot 18 + 8,5 \cdot 6 + 109 \cdot 10) + 73,14 + 16,6 \cdot 2 = 1797 \text{ см}^2$$

- статичний момент умовного перерізу відносно нижнього краю

$$S_{red} = \sum A_i \cdot y_i + A_{sp} a_p + A_{s,red} a + A'_s (h - a') = 40 \cdot 16(154 - 0,5 \cdot 16) + 15 \cdot 5(154 - 16 - 0,5 \cdot 5) +$$

$$+ 27 \cdot 18 \cdot 0,5 \cdot 18 + 8,5 \cdot 6(18 + 0,5 \cdot 6) + 109 \cdot 10(0,5 \cdot 109 + 6 + 18) + 73,14 \cdot 9 +$$

$$+ 16,6 \cdot 9 + 16,6(154 - 3) = 197926 \text{ см}^3$$

На завершення цього етапу ми знаходимо відстань від центра ваги умовного перерізу до нижньої грані.

$$y_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{197926}{1797} = 110 \text{ см}$$

Ексцентриситет сили P_1 дорівнює $e_{op} = y_0 - a_p = 110 - 9 = 101 \text{ см}$.

Момент згину від власної ваги балки при її виготовленні:

$$\text{Розрахунковий: } M_d = \frac{g_d \cdot l_0^2}{8} = \frac{5,55 \cdot 17,65^2}{8} = 216 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\text{Нормативний: } M_d^n = \frac{216}{1,1} = 196 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Для визначення напруження обтискання бетону на рівні центра ваги напруженої арматури (від зусилля P_1 та моменту M_d), спершу розраховуємо момент інерції зведеного перерізу відносно його центра ваги.

$$I_{red} = \sum I_0 A_i \cdot y_i^2 + A_{sp,red} (y_0 - a_p)^2 + A_{s,red} (y_0 - a)^2 + A'_s (y'_0 - a')^2 =$$

$$40 \cdot 16^3 / 12 + 40 \cdot 16(74 - 0,5 \cdot 16)^2 + \frac{15 \cdot 5^3}{12} + 15 \cdot 5(74 - 16 - 0,5 \cdot 5)^2 +$$

$$+ \frac{27 \cdot 18^3}{12} + 27 \cdot 18(110 - 0,5 \cdot 18)^2 + \frac{8,5 \cdot 6^3}{12} + 8,5 \cdot 6(110 - 18 - 0,5 \cdot 6)^2 + \frac{10 \cdot 109^3}{12} +$$

$$+ 10 \cdot 109(0,5(56 - 53))^2 + 73,14(110 - 9)^2 + 16,6(110 - 9)^2 + 18,46(74 - 3)^2 =$$

$$= 10651861 \text{ см}^4$$

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 e_{op} - M_d^n}{I_{red}} \cdot (y_0 - a_p) = \frac{1062000}{1797} + \frac{1062000 \cdot 101 - 196000}{10651861} (110 - 9) =$$

$$= 1605 \text{ Н / см}^2 = 16,05 \text{ МПа}$$

Відношення, що задовольняє встановленим вимогам, розраховано як

$$\sigma_{bp} / R_{bp} = 16,05 / 36 = 0,4 < 0,7,$$

З огляду на те, що для бетону марки В45 максимальне значення α становить $\alpha_{\max}=0,8$, приймаємо $\alpha=0,8$.

Втрати напруження були поділені на дві категорії.

Перші втрати викликані швидкою повзучістю бетону і складають:

$$\sigma_b = 0,85 \cdot 40 \cdot \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,4 = 15 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_6 = 50,6 + 81 + 25,6 + 15 = 172,2 \text{ МПа.}$$

Другі втрати включають деформації від усадки бетону (для В45) та повзучості бетону за певних умов.

$$\sigma_8 = 50 \text{ МПа}$$

$$\sigma_9 = 0,85 \cdot 150 \cdot \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 0,85 \cdot 150 \cdot 0,4 = 46 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{los2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 50 + 46 = 96 \text{ МПа}$$

Підсумувавши всі розраховані втрати попереднього напруження арматури

$$\sigma_{los} = \sigma_{loc1} + \sigma_{loc2} = 172,2 + 96 = 268,2 \text{ МПа}$$

було визначено необхідне зусилля обтискання

$$P_2 = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{loc}) = 13,8(935 - 268,2)100 = 920 \text{ кН}$$

2.7 Міцність балки: Розрахунок нормального перерізу

Процес розрахунку міцності включав такі етапи:

Визначення положення нейтральної осі:

$$R_s A_{sp} + R_s A_s \leq R_b \gamma_{b2} \cdot b'_f \cdot h'_{fm} + R_{sc} A'_s$$

$$111000 \cdot 13,8 + 36500 \cdot 3,14 = 1646410 \text{ Н} \leq 2500 \cdot 0,9 \cdot 40 \cdot 18,5 + 36500 \cdot 3,14 = 1779610 \text{ Н}$$

Визначення граничного значення відносної висоти стиснутої зони.

$$\xi_R = \omega / (1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}} (1 - \frac{\omega}{1,1})) = 0,67 / (1 + \frac{575}{500} (1 - 0,67 / 1,1)) = 0,3$$

$$\omega = 0,85 - 0,008 R_b \gamma_{b2} = 0,85 - 0,008 \cdot 25 \cdot 0,9 = 0,67$$

$$\sigma_{sR} = R_s + 400 - \sigma_{sp} = 1110 + 400 - 935 = 575 \text{ МПа}$$

Розрахунок фактичної висоти стиснутої зони.

$$x = \frac{\gamma_{s6} R_s A_{sp} - R_{sc} A'_s + R_s A_s - R_b \gamma_{b2} (b'_f - b) h'_{fm}}{R_b \gamma_{b2} \cdot b} =$$

$$= \frac{1,15 \cdot 111000 \cdot 13,8 - 36500 \cdot 3,14 - 36500 \cdot 3,14 - 2500 \cdot 0,9(40 - 10)18,5}{2500 \cdot 0,9 \cdot 10} = 22,8 \text{ см}$$

$$\frac{x}{h_0} = \frac{22,8}{145} = 0,156 < \xi_R = 0,3$$

Перевірка міцності нормального перерізу.

$$M \leq R_b \gamma_{b2} \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) + R_b \gamma_{b2} (b_f - b) \cdot h'_{fm} (h_0 - 0,5h'_f) + R_{sc} A_s' (h_0 - a_s)$$

$$1315 \text{ кН} \cdot \text{м} < 2500 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 22,8(145 - 0,5 \cdot 22,8) + 2500 \cdot 0,9(40 - 10) \cdot 18,5 \cdot (145 - 0,5 \cdot 18,5) + 36500 \cdot 3,14(145 - 3) = 2542 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

За результатами розрахунків, міцність нормального перерізу відповідає вимогам.

2.8 Оцінка міцності похилих перерізів

Щоб визначити, чи потрібне поперечне армування балки, виконуємо розрахунок.

Спершу потрібно розрахувати ключові коефіцієнти:

- коефіцієнт, що враховує вплив стиснутої полиці

$$\varphi_f = \frac{0,75 (b'_f - b) h'_{f,m}}{b \cdot h_0} = \frac{0,75 (40 - 10) 18,5}{10 \cdot 71} = 0,588 \leq 0,5$$

який приймаємо $\varphi = 0,25$.

- коефіцієнт, що враховує вплив поздовжнього зусилля обтискання

$$N = P_2 = 920 \text{ кН}$$

$$\varphi_n = \frac{0,1 N}{R_{bt} \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0} = \frac{0,1 \cdot 920 \cdot 100}{1,45 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 71} = 0,99 > 0,5$$

$$\varphi_n = 0,5$$

$$1 + \varphi_f + \varphi_n = 1 + 0,5 + 0,5 = 2 > 1,5.$$

приймаю значення 1,5

- за умови застосування важкого бетону $\varphi_{b2} = 2$

$$B_b = \varphi_{b2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \gamma_{b2} b \cdot h_0^2 = 2 \cdot 1,5 \cdot 1,45 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 71^2 = 19735515 \text{ Н} \cdot \text{см}$$

Після цього, використовуючи значення довжини проєкції найбільш небезпечного похилого перерізу на поздовжню вісь балки, ми можемо встановити необхідний обсяг поперечного армування.

$$Q_b = Q_{sw} = 0,5Q$$

$$c = \frac{B_b}{0,5Q} = \frac{19735515}{0,5 \cdot 298000} = 132 \text{ см} \leq 2h_0 = 2 \cdot 71 = 142 \text{ см}$$

Остаточню приймаю $c = 132 \text{ см}$

Оскільки $Q_b = \frac{B_b}{c} = \frac{19735515}{132} = 149 \text{ кН} < Q = 298 \text{ кН}$ – поперечне армування є обов'язковим.

Для цього використовується сталь класу А-III діаметром 8 мм з $A_{sw} = 0,503 \text{ см}^2$, $R_{sw} = 285 \text{ МПа}$. Враховуючи конструктивні обмеження (максимальний крок 500 мм та $h/3 = 51 \text{ см}$), на приопорних ділянках

(довжиною 2,21 м) попередньо встановлюється крок стрижнів $S = 150\text{мм}$. Було розраховано зусилля, що сприймається поперечними стрижнями біля опори (при їх кількості $n=2$)

$$q_{sw} = R_{sw} A_{sw} n / S = \frac{28500 \cdot 0,503 \cdot 2}{15} = 1911 \text{ Н / см}$$

$$q_{sw} = 1911 > 0,5\phi_{b3}(1 + \phi_f + \phi_n)R_{bt}\gamma_{b2} \cdot b = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 1,45 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 0,9 = 587,25\text{Н/см}$$
 умова задовольняється.

Далі, визначається довжина проекції найбільш небезпечної похилої тріщини на поздовжню вісь балки.

$$c_0 = \sqrt{\frac{\phi_{b2}(1 + \phi_f + \phi_n)R_{bt}\gamma_{b2}b \cdot h_0^2}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{B_8}{q_{sw}}} = \sqrt{19735515 / 1911} = 101,6\text{см}$$

Перевірка показала

$$Q_{sw} = q_{sw} c_0 = 1911 \cdot 101,6 = 194 \text{ кН}, \quad Q_{b,sw} = Q_b + Q_{sw} = 149 + 194 = 343 \text{ кН},$$

що поперечне зусилля, яке сприймається арматурою (і спільно з бетоном), перевищує необхідне $Q = 298 \text{ кН}$. Це підтверджує достатню міцність похилого перерізу.

На наступній ділянці (від 2,21 м до 4,42 м) крок армування коригується до $S = 20 \text{ см}$, що відповідає необхідним вимогам ($S < 50 \text{ см}$).

$$q_{sw} = R_{sw} A_{sw} n / S = \frac{28500 \cdot 0,503 \cdot 2}{20} = 1433,55 \text{ Н / см}$$

$$c_0 = \sqrt{\frac{\phi_{b2}(1 + \phi_f + \phi_n)R_{bt}\gamma_{b2}b \cdot h_0^2}{q_{sw}}} = \sqrt{2 \cdot 1,5 \cdot 1,45 (100) 0,9 \cdot 10 \cdot 89^2 / 956} = 180 \text{ см}$$

що не перевищує $2 \cdot 89\text{см}=178\text{см}$.

$$Q_b = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 1,45 (100) 0,9 \cdot 10 \cdot 89^2}{180} = 172 \text{ кН}, \quad Q_{sw} = 956 \cdot 180 = 172 \text{ кН},$$

$$Q_{b,sw} = Q_b + Q_{sw} = 172 + 172 = 344 \text{ кН} \geq 229 \text{ кН} - \text{вимогу забезпечено}$$

$$\text{В середині прольоту балки } S \leq \frac{3h}{4} = \frac{3 \cdot 116}{4} = 87 \text{ см}$$

Виходячи з конструктивних вимог приймаю $S=50\text{см}$.

$$q_{sw} = R_{sw} A_{sw} n / S = \frac{28500 \cdot 0,503 \cdot 2}{50} = 573 \text{ Н / см}$$

$$c_0 = \sqrt{\frac{\phi_{b2}(1 + \phi_f + \phi_n)R_{bt}\gamma_{b2}b \cdot h_0^2}{q_{sw}}} = \sqrt{2 \cdot 1,5 \cdot 1,45 (100) 0,9 \cdot 10 \cdot 107^2 / 573} = 279 \text{ см}$$

Останнє значення не перевищує $2 \cdot 107\text{см}=214\text{см}$.

$$Q_b = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 1,45 (100) 0,9 \cdot 10 \cdot 107^2}{214} = 209 \text{ кН}$$

$$Q_{sw} = 573 \cdot 214 = 123\text{кН},$$

$$Q_{b,sw} = Q_b + Q_{sw} = 209 + 122 = 331 \text{ кН} \geq 149 \text{ кН} - \text{умова міцності виконана.}$$

3. Техніко-економічний розділ

3.1 Вибір робочих методів та механізації

Продуктивність бригади бетонників за зміну під час укладання бетонної суміші

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

тут a – один виміру робіт;

$N_{\text{ч}}$ – нормативна витрата часу робіт.

Потрібна швидкість подачі бетонної суміші основним механізмом

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

тут k_n – коефіцієнт нерівномірності подачі й укладання суміші, що приймається в межах 1,1–1,3.

$k_{\text{ч}}$ – коефіцієнт використання машин за часом, що приймається як 0,9

Для виконання бетонних робіт ми застосовуємо метод "кран-баддя". Бетон подається за допомогою неповоротної бадді об'ємом 0,8 м³. Загальна вага бадді разом з бетоном становить 2,45 тонни, а її розрахункова висота — 1,31м.

Висота підйому вантажного гака

$$H_{\text{пот}} = h_m + h_z + h_e + h_c = 2,3 + 1 + 1,31 + 1,85 = 6,46 \text{ м}$$

h_m – це висота монтажного горизонту, яка вимірюється від рівня, де стоїть кран. Важливо зазначити: якщо йдеться про фундаменти, опорна площа яких знаходиться нижче рівня стоянки крана, то h_m приймається як 0 м.

h_z – монтажний запас: Це додаткова висота, на яку нижня частина підйомного елемента піднімається над монтажним горизонтом. Зазвичай вона становить 0,7–1,0 м.

h_e – висота монтажного елемента: Це значення береться з відповідних таблиць (наприклад, Таблиця 1).

h_c – конструктивна висота вантажозахоплювальних пристроїв: Сюди входять стропи, зачепи, траверси та інші пристосування для підйому.

Для визначення вильоту стріли ($l_{\text{в}}$) враховуємо ширину фундаменту (B) та додаємо 1,5 м як розмір робочої зони.

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

Допустима вага, яку може підняти гак

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

Довжина вильоту стріли

$$L_c = \sqrt{(l_{\text{в}} - l_{\text{ш}})^2 + (H_{\text{пот}} - h_{\text{ш}} + h_{\text{п}})^2} = \sqrt{(3 - 1,5)^2 + (6,46 - 1,5 + 1,5)^2} = 6,63 \text{ м}^3$$

$h_{ш}$ — це вертикальна відстань від рівня стоянки крана (РСК) до нижнього шарніра стріли. Для більшості кранів це значення знаходиться в діапазоні від 1 до 2 м; як перше наближення можна прийняти 1,5 м.

$h_{п}$ — це висота поліспаста в стягнутому (мінімальному) стані. Її можна попередньо прийняти в межах 1,5–2 м.

Для виконання робіт обрали автокран КС-2561Е з 8-метровою стрілою як основну підйомну машину.

Застосовуємо автобетонозмішувач СБ-69 для подачі бетонної суміші на об'єкт. Його об'єм виходу буде вказаний $V_{mp.}=2,5 \text{ м}^3$.

Для АБЗ на ґрунтовій дорозі приймаємо: середня швидкість руху — 15 км/год, час завантаження (t_z) — 0,1 год, час розвантаження (t_p) — 0,2 год.

Тривалість укладання бетонної суміші, доставленої автобетонозмішувачем $t_y = V_{mp.} / (I_{пот.} \cdot K_{ч}^{mp}) = 2,5 / (4,04 \cdot 0,9) = 0,69 \text{ год.}$

тут $K_{чтр}$ — це коефіцієнт використання транспорту за часом, який зазвичай приймається в діапазоні від 0,85 до 0,92.

Оцінка часу, необхідного для транспортування бетонної суміші.

Час доставки першої партії ($t_{д1з}$), з урахуванням відстані та швидкості.

$t_{д1} = L_{пот.} / V_c = 25 / 15 = 1,67 \text{ год.}$

$L_{пот.}$ — показує, на яку відстань (у кілометрах) здійснюється постачання.

V_c — визначає середню швидкість руху транспортного засобу або об'єкта в кілометрах на годину.

Параметр $t_{д2}$ (тривалість доставки) обумовлюється значенням t_{cx} (часу зберігання).

$t_{д2} = t_{cx} - (t_y + t_z + t_p + L_{пот.} / V_c) = 2,3 - (0,69 + 0,1 + 0,2 + 1,67) = -0,36 \text{ год.}$

t_{cx} (годинах): час схоплення цементу (див. табл. 1.1 [2]).

t_y (годинах): час укладання бетонної суміші з однієї машини (об'єм виходу $V_{тр.}$).

t_z (годинах): час завантаження суміші на бетонно-розчинному вузлі. Прийняті значення: 0,1 год. для АС та 0,2 год. для АБВ і АБЗ.

t_p (годинах): час розвантаження транспорту. При розвантаженні в бадді — 0,1 год., при розвантаженні в приймальні бункери бетоноукладачів/бетононасосів — 0 (входить до t_y).

Для будівництва фундаментів рекомендовано використовувати бетонну суміш типу А (суху) або Б (на вологих/частково зволожених заповнювачах), згідно з розрахунками.

Робочий цикл АБЗ триває

$$t_{\text{ц}}^{\text{mp}} = t_3 + 2 L_{\text{пот}} / V_{\text{с}} + t'_{\text{р}} = 0,1 + 2 \cdot 25 / 15 + 0,2 = 3,64 \text{ год.}$$

Час розвантаження суміші ($t_{\text{р}}$), вимірюється в годинах, і його значення визначається місцем розвантаження:

При розвантаженні в баддю, $t_{\text{р}}$ становить 0,1 год.

Якщо розвантаження відбувається в приймальний бункер бетононасосу, $t_{\text{р}}$ дорівнює тривалості укладання ($t_{\text{у}}$).

При розвантаженні в бункер бетоноукладача:

$$t'_{\text{р}} = (V_{\text{мп}} / V_{\text{к}} - 1) t_{\text{у}} / V_{\text{мп}}, \text{ год.}$$

Встановлено правило: якщо час розвантаження суміші ($t_{\text{р}}$) виявляється меншим за 0,1 год., його значення округляється до 0,1 год.

Потрібна кількість АБЗ становить

$$N = (B_{\text{пот}} \cdot t_{\text{ц}}^{\text{mp}}) / (V_{\text{мп}} \cdot K_{\text{ч}}^{\text{мп}}) = (3,03 \cdot 3,64) / (2,5 \cdot 0,9) = 4,9 \text{ шт.}$$

Остаточню приймаю 5 АБЗ

Для ефективного ущільнення суміші в сходині висотою $h_{\text{с}} = 0,45 \text{ м}$ використовується вібратор ВЕРБ-79 з гнучким валом. Його робоча частина має довжину $L_{\text{в}} = 0,5 \text{ м}$ та радіус дії $R_{\text{в}} = 0,25 \text{ м}$. При цьому, за умови рухливості суміші $OK = 2 \text{ см}$, коефіцієнт $K_{\text{р}} = 1$.

Продуктивність вібратора становить

$$P_{\text{е}} = 60\pi \cdot h_{\text{с}} + R_{\text{в}}^2 + K_{\text{р}} = 60\pi \cdot 0,45 + 0,25^2 \cdot 1 = 11,78 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Де $R_{\text{в}}$ – радіус дії вібратора, м.

$K_{\text{р}}$ – коефіцієнт рухливості суміші. Оптимальна рухливість (OK) залежить від обладнання:

"кран-баддя": $OK = 0-2 \text{ см}$ (цупкі суміші);

бетоноукладачі: $OK = 0-6 \text{ см}$;

бетононасоси: $OK = 6-12 \text{ см}$.

Тривалість захоплення бетону становить

$$t'_{\text{сх}} = t_{\text{сх}} - (t_3 + L_{\text{пот}} / V_{\text{с}} + t_{\text{у}}) = 2,3 - (0 + 0 + 0,69) = 1,61 \text{ год.}$$

Площа блоку бетонування ($F_{\text{бл}}$), обчислена як

$$F_{\text{бл}} = (B_{\text{пот}} \cdot t'_{\text{сх}}) / h_{\text{ш}} = (3,03 \cdot 1,61) / 0,45 = 10,84 \text{ м}^3$$

Оскільки ця площа перевищує площу нижньої сходини ($F_{\text{с}} = 6,3 \text{ м}^3$), використовуємо 1 вібратор.

4. Розділ технології будівництва

4.1 Влаштування монолітних залізобетонних фундаментів:

технологічна карта

Розрахунок та конструювання фундаментів.

Розташування фундаментів планується з урахуванням температурних швів, які ділять каркасну промислову будівлю на стандартні секції (до 60 або 72 м завдовжки).

Розрахунок розмірів фундаментів

Для спрощення розрахунків в роботі всі колони приймаються за типом першого каркасу. Значення висоти підколонника (h) та питомої ваги арматури (g_a) взяті з додаткових вихідних даних.

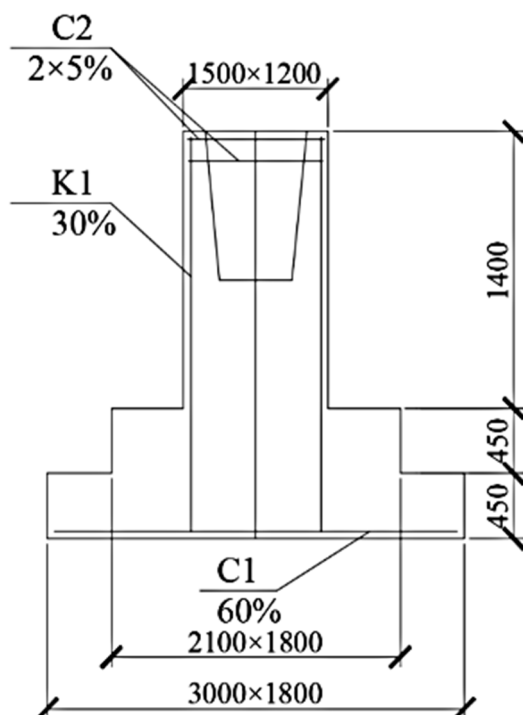


Рис. 4.1 Схема ступінчатого фундаменту

На основі вихідних даних та з врахуванням кранового обладнання приймаємо такі колони:

- крайні колони: 2К120-11 (база 700×400 мм), 68 шт.
- середні колони: 7К120-14 (база 800×400 мм), 16 шт.

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

- перша ступінь фундаменту: 3×1,8×0,45 м (висота h).
- друга ступінь фундаменту: 2,1×1,8×0,45 м (висота h).

Підколонник: 1,5×1,2×1,4 м (висота h).

Глибина стакану: 0,9 м. Детальну схему можна побачити на рис. 4.1.

4.2 Розрахунок необхідних обсягів робіт

Таблиця 4.1

Облікова відомість обсягів 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> 0,439	84	<u>84</u> 36,876
2	Встановлення краном арматурних каркасів в вертикальному положенні масою до 0,3 т	<u>шт.</u> т	<u>1</u> 0,22	84	<u>84</u> 18,48
3	Встановлення сіток вручну масою до 50 кг	<u>шт.</u> т	<u>2</u> 0,044	84	<u>168</u> 3,696
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	 5,13 6,06 7	 84 84 84	 430,92 509,04 588
5	Збірка, переставлення підмостків.	м ²	1,4	84	117,6
6	Бетонні роботи	м ³	6,26/6,21	62/16	525,04
7	Укривання поверхонь рогожею	м ²	5,4	84	453,6
8	Поливання поверхні водою	м ²	64,8	84	5443,2
9	Фарбувальна гідроізоляція поверхонь горизонтальних вертикальних	 м ² м ²	 3,6 15,39	 84 84	 302,4 1295,76

На рис. 4.2 зображено маркувальну схему ступінчастого фундаменту

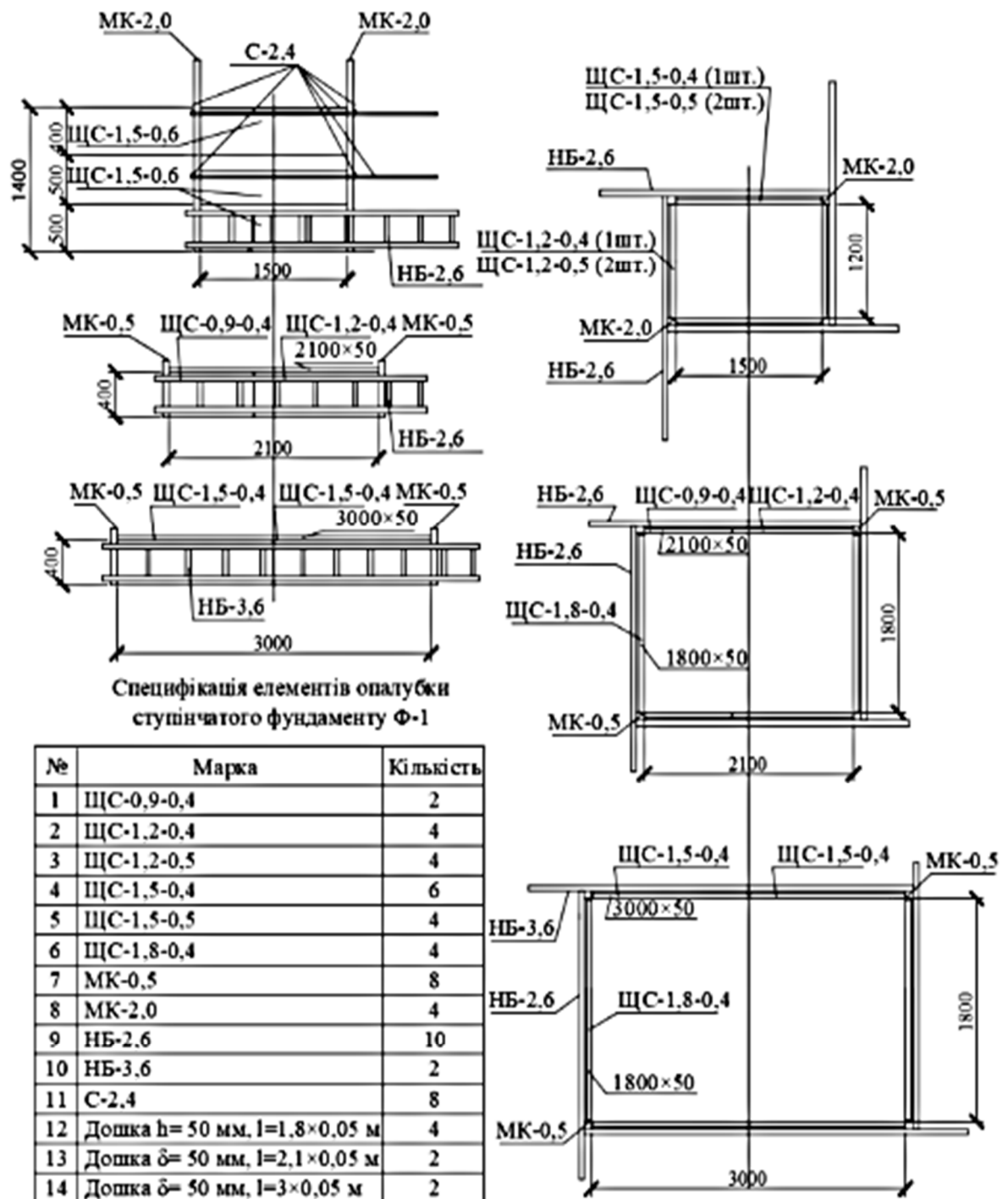


Рис. 4.2 Технічна схема ступінчастого фундаменту та специфікація опалубних елементів

Розробляю специфікацію елементів опалубки стовпчастого фундаменту, куди записую повний комплект опалубки та деревину для доборів

4.3 Зведення монолітних залізобетонних фундаментів: калькуляція

Таблиця 4.2

Визначення трудомісткості та оплати праці при влаштуванні фундаментів

Найменування процесу	Обґрунтування 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.1а	шт.	84	$0,42 \times 1,2 = 0,5$	42	8,82	740,88	арматурник 4 р. 2 р.	1 3
Встановлення краном каркасів при діаметрі арматури до 32 мм, масі сіток до 0,3 т, при вертикальному розташуванні, $K=1,2$	E4-1-44 т.1,п.2а	шт.	84	$0,79 \times 1,2 = 0,95$	79,8	16,75	1407,00	арматурник 4 р. 2 р.	1 3
Встановлення сіток вручну, при масі до 50 кг, $K=1,2$	E4-1-44 т.3,п.б	шт.	168	$0,24 \times 1,2 = 0,288$	48,38	4,98	836,64	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	430,92	0,62	267,17	11,45	4934,03	тесляр 4 р. 3 р.	1 1
			509,04	0,51	259,61	10,03	5105,67		
			588	0,4	235,2	7,38	4339,44		
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	430,92	0,15	64,64	2,64	1137,63	тесляр 3 р. 2 р.	1 1
			509,04	0,13	66,18	2,29	1165,70		
			588	0,1	58,8	1,76	1034,88		
Переставляння підмостків	E6-3 т2, п. 5,6	м ²	117,6	0,12	14,11	1,94	228,14	тесляр 4р.2р. підс.роб.1р.	1 1 1
Приймання бетонної суміші у баддю	E-4-1-54	100м ³	5,25	8,2	43,05	137,8	723,45	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	525,04	0,33	173,26	5,82	3055,73	бетонник 3р. 2р.	1 1
Вкривання бетонної поверхні рогожею	E4-1-54 п.10	100 м ²	4,54	0,21	0,95	3,53	16,03	бетонник 2р29	1

Поливка бетонної поверхні водою з шлангу за один раз	Е4-1-54 п.9	100 м ²	54,43	0,14	7,62	2,35	127,91	бетонник 2р.	1
Зняття з бетонної поверхні рогожі	Е4-1-54 п.12	100 м ²	4,54	0,22	1	3,7	16,80	бетонник 2р.	1
Фарбувальна гідроізоляція розрідженим бітумом вручну вертикальних поверхонь	Е11-37	100 м ²	12,96	9,38	121,56	173,15	2244,02	ізолювальник 4р. 2р.	1 1
Те ж, горизонтальних	Е11-37	100 м ²	3,02	5,18	15,64	95,62	288,77	ізолювальник 4р. 2р.	1 1
Разом					1498,97		27402,72		
Інші роботи	15%				224,85				
Всього					1723,82				

4.4 ТЕП (техніко-економічні показники)

Розрахунок планової вартості однієї машино-зміни роботи обладнання, включаючи автокран КС-2561Е. Це показує, скільки коштує утримання та експлуатація техніки за одну робочу зміну.

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

Автобетонозмішувач СБ-69: вартість машино-години — 33,68 грн.

Собівартість зведення залізобетонних фундаментів

$$C_0 = 1,08 \left(\sum C_{\text{маш-год}} \times T \right) + 1,53П = 1,08 \times \left((26,38 \times \left(\frac{42 + 79,8}{4} + \frac{43,05 + 173,26}{2} \right) + 33,68 \times \frac{43,05 + 173,26}{2} \times 5) \right) + 1,5 \times 27402,72 = 64723,36 \text{ грн.}$$

Затрати праці на створення кубометра бетонного фундаменту.

$$C_e = \frac{C_0}{V} = \frac{64723,36}{525,04} = 123,27 \text{ грн./м}^3$$

Трудовитрати при влаштуванні 1 м³ бетонного фундаменту.

$$q = \frac{Q_{\text{руч}}}{V} = \frac{1723,82}{525,04} = 3,28 \text{ люд.-год./м}^3$$

4.5 Будівництво монолітних стовпчастих фундаментів: технологічний процес

Перед початком облаштування фундаментів необхідно виконати низку підготовчих робіт. Зокрема, організувати відведення поверхневих вод з будівельного майданчика, облаштувати під'їзні дороги, визначити шляхи руху механізмів, місця для складування та укрупнення арматурних сіток і опалубки, а також підготувати монтажну оснастку. На ділянку мають бути завезені всі необхідні арматурні сітки, каркаси та комплекти опалубки. Також важливо провести необхідну підготовку основи під фундаменти, виконати геодезичну розбивку осей та розмітку положення фундаментів згідно з проектом. На завершення, на поверхню бетонної підготовки потрібно нанести ризики фарбою, які фіксують положення робочої площини щитів опалубки.

Арматурні роботи.

Арматурні роботи розпочинаються з доставки елементів вантажівками на будмайданчик, де їх розвантажують на складські зони. Перед монтажем арматура переміщується безпосередньо до місць встановлення. Важкі армокаркаси та сітки (понад 50 кг) для підшви фундаментів встановлюються за допомогою автокрана КС-2561Е. Щоб забезпечити проектний захисний шар, арматурні сітки укладають на фіксатори. Після встановлення опалубки підшви фундаменту монтуються арматурні елементи підколонника, які надійно фіксуються до нижньої сітки за допомогою в'язального дроту.

Опалубку доставляють на об'єкт автотранспортом уже зібраною та готовою до використання. Її розміщують поблизу монтажного крана, зберігаючи елементи за марками та типорозмірами у положенні, що відповідає транспортуванню.

Дрібнощитова опалубка складається з кількох ключових елементів:

Лінійні щити — виготовлені з гнутого швелера, мають палубу з ламінованої фанери товщиною 12 мм.

Схватки — несучі елементи з гнутого швелера, що приймають навантаження на опалубку та об'єднують окремі щити в панелі або блоки.

Кутові щити — використовуються для формування замкнутих контурів з плоских щитів.

Монтажні кутики — слугують для з'єднання щитів і панелей у замкнуті опалубні контури.

Натяжний гак — застосовується для кріплення схваток до щитів.

Кронштейн — є основою для робочого настилу.

Автомобільний кран КС-2561Е використовується для проведення робіт з монтажу та демонтажу опалубки.

Перед початком монтажу опалубки здійснюється укрупнене збирання щитів у панелі. Це відбувається так: спочатку на майданчику складування збирають короб зі схваток, потім на них навішують щити. На завершення, на ребро щитів панелі фарбою наносять риси, які позначають положення осей.

Монтаж опалубки фундаментів виконується послідовно, починаючи з нижнього ступеня. Спочатку встановлюють і закріплюють укрупнені панелі підшви, точно орієнтуючи їх за осями та фіксуючи до основи штирями. Далі, використовуючи маркування на ребрах, монтують послідовно другий, а потім третій ступінь опалубки. Завершують процес встановленням короба підколонника та опалубки вкладишів, також керуючись ризиками на панелях. Знімати опалубку можна лише після того, як бетон набере потрібну міцність і буде отримано дозвіл від відповідального за роботи. Демонтаж відбувається у зворотній послідовності до монтажу. Після зняття опалубки обов'язково потрібно оглянути її, очистити від бетону, змастити робочі поверхні та перевірити й змастити всі гвинтові з'єднання.

До початку бетонування обов'язкові підготовчі заходи включають перевірку арматури та опалубки (з виправленням дефектів), контроль наявності фіксаторів захисного шару, а також актування всіх важкодоступних елементів конструкції. Майданчик, опалубку та арматуру потрібно очистити. Не менш важливо перевірити працездатність усього обладнання та інструментів.

Для доставки бетону на об'єкт використовується 5 автобетонозмішувачів СБ-69. Подача суміші до зони укладання відбувається автокраном за допомогою бадді ємністю 0,8 м³.

Процес бетонування фундаментів включає три основні етапи: доставку й розподіл бетонної суміші, її трамбування та подальше піклування про бетон для забезпечення його міцності.

Бетонування фундаментів виконується у дві стадії: спочатку заливають нижню частину фундаменту з підколонником (до місця вкладиша), а потім, після його монтажу, — верхню частину підколонника.

Бетон укладають шарами (0,3-0,5 м) та ущільнюють глибинними вібраторами, занурюючи їх у попередній шар на 5-10 см. Важливо дотримуватися кроку вібрації (до 1,5 радіуса дії) та уникати контакту з арматурою. Додаткове ущільнення в кутах можливе ручними засобами. Вібрування припиняють при осіданні бетону та появі цементного молока. Витягувати вібратор слід повільно, не вимикаючи. Максимальна перерва між укладанням шарів становить 2 години, мінімальна — 40 хвилин.

Для належного твердіння бетону після заливки необхідно створити оптимальний температурно-вологісний режим. Зокрема, горизонтальні

поверхні фундаменту слід накривати вологою мішковиною та регулярно підтримувати її зволоженою.

4.6 Правила безпеки та природоохоронні заходи

Щоб забезпечити безпечне виконання робіт, необхідно: правильно підбирати обладнання, ефективно організовувати робочі місця, застосовувати засоби захисту, проводити медогляди та регулярно навчати персонал правилам безпеки на будівництві.

Особливу увагу слід звернути на: правильне стропування конструкцій для точної подачі; фіксацію переміщуваних краном елементів відтяжками, щоб уникнути розгойдування. Завжди забороняйте перебування людей під вантажем, доки він не закріплений. Підтримуйте безпечні відстані (не менше 1 м по горизонталі, 0,5 м по вертикалі) при переміщенні вантажів краном. Роботи з опалубкою (монтаж/демонтаж) виконуйте лише за дозволом технічного керівника та під наглядом відповідального фахівця. Пам'ятайте: вібратор не повинен торкатися арматури.

Робочі, що знаходяться на висоті від 1,5 м, обов'язково мають бути в запобіжних поясах.

Розбирання опалубки можливе тільки після набору бетоном розпалубної міцності та з дозволу відповідального за роботи. Для відриву використовують домкрати, уникаючи пошкоджень поверхні бетону.

Для безпеки електрозварювальників їхні робочі місця повинні бути огорожені. Перед зварюванням перевірте ізоляцію проводів, електродотримачів і надійність контактів. Відключайте установки від мережі під час перерв.

При роботі з арматурними каркасами (завантаження, вивантаження, зберігання, монтаж) застосовуйте лише спеціалізоване такелажне обладнання та вживайте заходів для уникнення падіння, ковзання або перекидання вантажів.

Категорично забороняється очищати лоток автобетонозмішувача, якщо механізм перебуває в русі. Робіть це тільки тоді, коли він повністю зупинений.

4.7 Моніторинг та оцінка якості робіт

Для контролю якості будівельних робіт дотримуйтесь вимог чинних норм. Проєкт виробництва робіт (ПВР) розробляється на основі вже існуючого проєкту та документації зі зведення монолітних залізобетонних стовпчастих фундаментів.

ПВР повинен містити: технологічні процеси, календарний графік, безпекові рішення, графік експлуатації техніки та пояснювальну записку.

При арматурних роботах контролюють: відповідність арматури проєкту, розміри елементів, захисний шар бетону, положення арматури в опалубці та вирівнювання вертикальних каркасів по осях.

Під час монтажу опалубки перевіряють: комплектність та маркування, точне позиціонування опалубки за осями та вертикальність її площин.

Контроль бетонування включає перевірку складу та пластичності суміші, товщини шарів, ущільнення та догляду за залитим бетоном.

Розпалубку контролюють на відповідність термінам та на відсутність дефектів бетонної поверхні.

5. Розділ. Організація будівництва

5.1 Аналіз об'єкта будівництва і вибір технологій виконання робіт

Представлена промислова будівля є одноповерховою каркасною спорудою з трьома прогонами (два поздовжні, один торцевий).

Основні характеристики прогонів:

Прогін 1: 30 м завширшки, 108 м завдовжки, висота до оголовка колон 23,05 м, крок колон 6 м, кран 125 т.

Прогони 2 і 3: 24 м та 18 м завширшки відповідно, 78 м завдовжки, висота до оголовка колон 16,6 м, крок колон 6 м, крани по 10 т, 15т.

Усі конструкції — збірний залізобетон. Колони – двогілкові (крайні, середні) та фахверкові суцільного перерізу. Інші елементи включають підкранові балки (6 м), кроквяні ферми (18, 24, 30 м), ребристі плити покриття (3×6 м), фундаментні балки (6 м) та стінові панелі (6 м завдовжки, 1,2 м заввишки).

Будівництво поділено на три захватки, що відповідають кількості прольотів і мають порівнянні обсяги робіт.

Для виконання робіт обрано такі методи:

Земляні роботи починаються зі зрізання рослинного шару. Котлован розробляємо гусеничним екскаватором ЕО-4122 (ківш 0,5 м³) з частковим вивезенням ґрунту. Планування майданчика виконуємо бульдозером ДЗ-19 та катком ДУ-50.

Фундаментні роботи включають влаштування монолітних залізобетонних фундаментів та фундаментів під обладнання, при цьому подача бетону здійснюється за допомогою автокрана КС-2561Е з баддею.

Монтажні роботи з будівництва промислової споруди виконуються гусеничними самохідними кранами у кілька етапів: спочатку монтують колони (КС-5263), потім підкранові балки (КС-5263), після чого встановлюють конструкції покриття (ферми, плити – КС-6362) та стінові панелі (МКТ-6-45). Конструкції попередньо розкладаються на місці монтажу. Більшість елементів каркасу встановлюються методом вільного піднімання, крім колон, для яких застосовується метод обертання "в просторі".

Інші роботи. Покрівлю влаштовуємо по захватках вздовж прольоту. Далі виконуємо закладання вікон, а потім інші опоряджувальні роботи також по захватках. Фарбування вікон та оздоблення стін проводимо зверху вниз по периметру.

Таблиця 5.1

Номенклатура збірних виробів

№ з/п	Назва елементів	Марка елемента	кількість шт.	Розміри, м			Об'єм, м³		Маса, т	
				довжина	ширина	товщина	одного елемента	усіх	одного елемента	усіх
1	Колона крайнього ряду	2К120-11 1КД168	36 32	13,05 18,15	0,7 1,3	0,4 0,5	3,2 6,76	115,2 324,48	8 16,9	288 540,8
2	Колона середнього ряду	2КД168	16	18,15	1,9	0,6	10,14	162,24	25,4	406,4
3	Фахверкова колона	3КФ129-1 9КФ175-1	8 10	12,9 17,5	0,4 0,6	0,4 0,4	2,06 3,8	16,48 38	5,16 9,51	41,28 951
4	Підкріпна балка 6 м	БКНВ 6-4с	88	5,95	0,6	1	1,66	146,08	4,2	369,6
5	Кроквяна ферма 18м	ФС-18-18	16	17,94	0,25	2,45	3,11	49,76	7,8	124,8
6	Кроквяна ферма 24м	ФС-24-18	16	23,94	0,25	2,95	4,47	71,52	11,2	179,2
7	Кроквяна ферма 30м	ФС-30-18	18	30,00	0,35	3,45	6,7	120,6	16,7	300,6
8	Плити покриття	ПНП-20	356	5,97	2,96	0,3	1,07	380,92	2,3	818,8
9	Фундаментні балки 6м	ФБ6-41	66	5,05	0,2	0,3	0,27	17,82	0,7	46,2
10	Стінові панелі 6×1,2м	ПСЛ 16	905	6	0,24	1,2	1,7	1538,5	1,9	1719,5
11	Стійки воріт	СВ	8	3600	400	400	0,576	4,61	1,44	11,52
12	Ригелі воріт	РВ	4	4400	400	700	1,232	4,93	3,08	12,32
	Всього		1579					2991,14		5810,02

5.2 Оцінка та планування обсягів робіт

Для визначення обсягів робіт ми використовуємо дані з ключових креслень (план, фасад, розріз), додатків, а також розрахунків, виконаних під час проєктування монолітних залізобетонних фундаментів і каркасної будівлі зі збірних залізобетонних конструкцій. Ці обсяги представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Перелік обсягів робіт

№ за/п	Найменування робіт	Об'єм робіт	
		Од. виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Планування майданчика ($S \times 1,15$)= $(96 \times 30 + 84 \times 42) \times 1,15 = 6408 \times 1,15$	1000 м ²	7,369
2	Зрізання рослинного шару товщиною 15 см ($S \times 0,15$)= $6408 \times 0,15$	1000 м ³	0,961
3	Розробка ґрунту екскаватором з ємк. ковша 0,5 м ³ у відвал ($V_k = S \times h - V_r$)= $6408 \times 2,45 - 1600$	1000 м ³	14,1
4	Те ж з завантаженням в автосамоскиди ($V_r = V_{pf} + V_{fk} + V_{fo} + S \times (0,1 + 0,02)$)= $50 + 538 + 240 + 6408 \times 0,12$	1000 м ³	1,6
5	Розробка ґрунту вручну (підчистка) (кільк.фунд. $\times S_{\phi} \times 0,1$)= $1,5 \times 1,5 \times 8 + 1,8 \times 1,5 \times 16 + 3 \times 1,8 \times 81 \times 0,1$	100 м ³	0,5
6	Бетонна підготовка під фундаменти (кільк.фунд. $\times S_{\phi} \times 0,1$)= $1,5 \times 1,5 \times 8 + 1,8 \times 1,5 \times 16 + 3 \times 1,8 \times 81 \times 0,1$	100 м ³	0,5
7	Влаштування монолітних фундаментів ($V_{fk} = \Sigma \text{кільк.фунд.} \times V_{\phi}$)= $= 8 \times 2,4 + 10 \times 3,1 + 6,26 \times 62 + 6,21 \times 16 = 50,2 + 487,48$	100 м ³	5,38
8	Влаштування фундаментів під обладнання ($V_{fo} = 80 \text{ м}^3 \times \text{кільк.прольотів}$)= 80×3	100 м ³	2,4
9	Гідроізоляція фундаментів вертикальна $84 \times 15,39 + 8 \times 9 + 10 \times 10,38$	100 м ²	14,69
10	Гідроізоляція фундаментів горизонтальна $84 \times 3,6 + 8 \times 1,44 + 10 \times 1,62$	100 м ²	3,3
11	Зворотна засипка бульдозером 80 л.с. (V_k)	1000 м ³	14,1
12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці (V_k)	1000 м ³	14,1
13	Монтаж колон	шт.	102
14	Монтаж підкранових балок	шт.	88
15	Монтаж конструкцій покриття (S)	м ²	6408
16	Монтаж конструкції огорожі ($S_o = P \times h$)= $210 \times 12 + 210 \times 16,8 + 4,8 \times 42$	м ²	6249,6
17	Влаштування пароізоляції в один шир (S)	100 м ²	64,08
18	Влаштування цементно-піщаної стяжки (t=20 мм) (S)	100 м ²	64,08
19	Влаштування утеплювача плитного (S)	100 м ²	64,08

20	Наклеювання тришарового рулонного килиму (S)	100 м ²	64,08
21	Оздоблення покрівельною сталлю (0,7×L)=0,7×(210+252)	100 м ²	3,23
22	Фарбування стін з середини приміщень (S _o)	100 м ²	62,5
23	Фарбування фасадів (S _o)	100 м ²	62,5
24	Фарбування заповнень віконних прорізів (30 % S _o)	100 м ²	18,75
25	Фарбування конструкцій покриття (S×1,6)	100 м ²	102,53
26	Ущільнення ґрунту щебнем (S)	100 м ²	64,08
27	Влаштування чорнової бетонної підлоги (t=100 мм) (S)	100 м ²	64,08
28	Влаштування чистої підлоги (t=20 мм) (S)	100 м ²	64,08
29	Засклення металевих рам промислових будівель (30 % S _o)	100 м ²	18,75
30	Сантехнічні роботи (V _{буд.} ×0,03)	3%	1135,56
31	Електротехнічні роботи (V _{буд.} ×0,03)	3%	1135,56
32	Благоустрій території (V _{буд.} ×0,01)	1%	378,52
33	Підготовка до здачі		
34	Монтаж обладнання (V _{буд.} ×0,1)	10%	5677,86
35	Пусконаладжувальні роботи (V _{буд.} ×0,005)	0,5%	189,26

5.3 Картка-визначник календарного плану

Таблиця 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	7,369	РЭСН 1-30-1	-	0,6	-	-	4,42	8,0	ДЗ-19	1	Машиніст бр-1	1	1	1
2	Зрізання рослинного шару	1000 м ³	0,961	РЭСН 1-24-2	-	19,55	-	-	18,79	16,0	ДЗ-19	1	Машиніст бр-1	1	1	2
3	Розробка ґрунту екскаватором з ємк. ковша 0,5 м ³ у відвал I II III	1000 м ³	14,1 6,34 4,44 3,32	РЭСН 1-12-14	19,55	42,5	275,65 123,95 86,8 64,91	-	599,25 269,45 188,7 141,1	512 232 160 120	ЭО-4122, КАМАЗ 5511	1,5	Машиніст бр-1, Водій 2кл.-5	1+5	2 2 2	14,5 10 7,5
4	Те ж з навантаженням в автосамоскиди I II III	1000 м ³	1,6 0,69 0,55 0,36	РЭСН 1-17-14	22,1	63,92	38,83 9,88 16,55 12,4	-	112,31 28,57 47,88 35,86	96 24 40 32	ЭО-4122, КАМАЗ 5511	1,5	Машиніст бр-1 Водій 2кл.-5	1+5	2 2 2	1,5 2,5 2

5	Розробка ґрунту вручну (підчистка) I II III	100 м³	0,5 0,21 0,146 0,144	РЭСН 1-164-2	261,8	-	130,9 54,98 38,22 37,7	112 48 32 32	- - - -	- - - -	- - - -	Землекоп 3р-1, 2р-1	2	2	1,5 1 1
6	Бетонна підготовка під фундаменти I II III	100 м³	0,5 0,21 0,146 0,144	РЭСН6-1-19	527,8	94,56	263,9 110,84 77,06 76	224 96 64 64	47,29 19,86 13,81 13,62	- - - -	КС-256Е	1	2	2	3 2 2
7	Влаштування монолітних фундаментів I II III	100 м³	5,38 2,45 2,18 0,75	РЭСН 6-1-8	340,75	66,85	1833,24 834,84 742,84 255,56	1600 704 640 256	359,14 163,78 145,73 50,14	- - - -	КС-256Е	1	8	2	5,5 5 2
8	Влаштування фундаментів під обладнання I II III	100 м³	2,4 0,8 0,8 0,8	РЭСН 6-4-5	268,25	39,45	643,8 214,6 214,6 214,6	576 192 192 192	94,68 31,56 31,56 31,56	- - - -	КС-256Е	1	4	2	3 3 3
9	Вертикальна гідроізоляція фундаментів I II III	100 м²	14,69 6,26 5,55 2,88	РЭСН 8-4-7	33,5	1,11	566,83 209,71 185,93 96,48	496 208 144 80	18,78 6,95 6,16 3,2	- - - -	- - - -	Ізоловальник 4р-1, 3р-1	2	2	6,5 4,5 2,5
10	Горизонтальна гідроізоляція фундаменту I II III	100 м²	3,3 1,41 1,25 0,64	РЭСН 8-4-3	31,76	3,24	104,49 44,78 39,7 20,33	112 48 32 16	10,66 4,57 3,11 2,98	- - - -	- - - -	Ізоловальник 4р-1, 3р-1	2	2	1,5 1 0,5
11	Зворотна засипка бульдозером 80 л.с. I II III	1000 м³	14,1 6,38 4,44 3,28	РЭСН 1-27-2	-	13,75	- - - -	- - - -	270,88 87,73 61,05 45,1	240 80 56 40	ДЗ-19	1	1	2	5 3,5 2,5

12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці I II III	1000 м³	14,1 6,38 4,44 3,28	РЭСН 1-132-4	-	16,76	-	-	236,31 106,93 74,41 54,97	208 96 64 48	Ду-50	1	Машиніст бр-1	1	2	6 4 3
13	Монтаж колон I II III	Шт.	102 44 40 38	Калькуляція	10,59	2,11	1291,98 465,96 423,6 402,42	1120 400 360 360	257,42 92,84 84,4 80,18	-	СКГ-5263	1	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	5 4,5 4,5
14	Монтаж підкранових балок I II III	Шт.	88 32 42 14	Калькуляція	6,98	1,39	614,24 223,36 293,16 97,72	520 200 240 80	122,32 44,48 58,38 19,46	-	СКГ-5263	1	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	2,5 3 1
15	Монтаж балок покриття 12м Монтаж ферм покриття 24м Монтаж плит покриття I II III	Шт.	406 178 128 100	Калькуляція	4,32	1,16	1753,92 768,96 552,96 432	1480 640 480 360	470,96 206,48 148,48 116	-	КС-6263	1	Монтажник 5р-1, 4р-2, 3р-1, Електрозварн. 5р-1	5	2	8 6 4,5
16	Монтаж стінових панелей 6, 12 м Монтаж фундаментних балок 6, 12 м Монтаж елементів воріт I II III	Шт.	983 399 303 281	Калькуляція	3,01	0,78	2968,66 1200,99 912,03 845,81	2480 1000 760 720	766,74 311,22 236,34 219,18	-	МКП-16, ЛЕ-100-300	1	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	12,5 9,5 9
17	Ущільнення ґрунту щебнем I II III	100 м²	64,08 28,8 20,16 15,12	РЭСН 1-136-1	1,21	1,21	77,54 34,85 24,39 18,3	80 32 32 16	77,54 34,85 24,39 18,3	80 32 32 16	-	-	Бетонник 2р-2	2	2	1 1 0,5

18	Улаштування чорнової підлоги I II III	100 м ²	64,08 28,8 20,16 15,12	РЭСН 11-14-1	47,87	-	3067,51 1378,66 965,06 723,79	2600 1160 800 640	-	-	-	-	Бетонік 4р-2, 3р-2, 2р-1	5	2	14,5 10 8
19	а) Влаштування пароізоляції в один шар I II III	100 м ²	64,08 28,8 20,16 15,12	РЭСН 12-20-4	14,69	-	941,33 423,07 296,15 222,11									
20	б) Влаштування утеплювача плитного I II III	100 м ²	64,08 28,8 20,16 15,12	РЭСН 12-18-3	63,67	-	4079,98 1833,7 1283,59 962,69									
21	в) Улаштування цементно-піщаної стяжки I II III	100 м ²	64,08 28,8 20,16 15,12	РЭСН 12-22-1	38,39	-	2460,03 1105,63 773,94 580,46									
22	г) Наклеювання тришарового рулонного килиму I II III	100 м ²	64,08 28,8 20,16 15,12	РЭСН 12-2-1	30,1	-	1928,21 866,88 606,82 454,51									
23	д) Оздоблення покрівельною сталлю I II III	100 м ²	3,23 1,47 0,92 0,84	РЭСН 12-15-1	132,8	-	428,95 195,22 122,18 111,55									

	Σ (покрівельні роботи) I II III						9838,5 4424,5 3082,68 2331,32	8320 3840 2560 1920					Бригада покрівельників	20	2	12 8 6
24	Засклення металевих рам промислових будівель I II III	100 м ²	18,75 7,56 5,79 5,4	РЭСН 15-208-1	71,77	0,78	1345,69 542,58 415,55 387,56	1200 480 384 336	14,63 5,9 4,52 4,21	-	-	-	Бригада склярів 3р-6	6	2	5 4 3,5
25	Монтаж обладнання I II III			15%			5677,86 1892,62 1892,62 1892,62	5400 1800 1800 1800			МКП-40	1	Монтажник 5р-2, 4р-2, 3р-4, 2р-2	10	2	10 10 10
26	Електротехнічні роботи I II III			3%			1135,56 378,52 378,52 378,52	720 320 320 320					Ел.монтажник 5р-1, 4р-1, 3р- 2, 2р-1	5	2	4 4 4
27	Сантехнічні роботи I II III			3%			1135,56 378,52 378,52 378,52	960 320 320 320					Сантехнік 5р- 1, 4р-1, 3р-1, 2р-1	4	2	5 5 5
28	а) Фарбування стін з середини приміщень I II III	100 м ²	62,5 25,2 19,3 18	РЭСН 15-152-1	15,18	-	948,75 382,54 292,97 273,24	-								
29	б) Фарбування фасадів I II III	100 м ²	62,5 25,2 19,3 18	РЭСН 15- 155-2	30,85	-	1928,13 777,42 595,41 555,3	-								

30	в) Фарбування заповнень віконних прорізів I II III	100 м ²	18,75 7,56 5,79 5,4	РЭСН 15-176-3	163,02	-	3056,63 1232,43 943,89 880,31	-								
31	г) Фарбування конструкцій покриття I II III	100 м ²	102,53 46,08 32,26 24,19	РЭСН 15-180-6	42,9	-	4398,53 1976,83 1383,95 1037,75	-								
	Σ (оздоблювальні роботи) I II III	100 м ²	201,33 61,04 59,71 80,58	Калькуляція	Калькуляція	-	10332,04 4279,65 3196,49 2855,9	8704 3584 2688 2432	-	-	,	-	Маляр 4р-8, 2р-8	16	2	14 10,5 9,5
32	Влаштування чистої підлоги I II III	100 м ²	64,08 28,8 20,16 15,12	РЭСН 11-15-3	42,2	-	2704,17 1215,36 850,75 638,06	2320 1040 720 560	-	-	,	-	Бетонник 4р-5, 3р-5	10	2	6,5 4,5 3,5
33	Пусконаладжувальні роботи			0,5%			189,26	160						10	1	2
34	Благоустрій території			1%			378,52	320						10	2	2
35	Здача об'єкту			3 дні										10	2	3
36																

5.4 Розрахункова матриця

Таблиця 5.4

Матриця розрахунків

Захватки	Планування майданчика та зрізання рослинного шару	Розробка ґрунту екскаватором	Розробка ґрунту вручну та бетонна підготовка	Влаштування монолітних фундаментів	Влаштування фундаментів під облаштування	Вертикальна та горизонтальна гідроізоляція фундаменту	Зворотна засипка з ущільненням	Монтаж колон	Монтаж підкранових балок	Монтаж конструкцій покриття	Монтаж конструкцій огорожі	Влаштування покритті
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	0 3 3	3 19 0 22	40,5 4,5 18,5 45	45 7 0 52	55 3 3 58	58 8 0 66	66 14 0 80	89 5 9 94	97,5 2,5 3,5 100	100 8 0 108	108 12,5 0 120,5	120,5 12 0 132,5
II		22 14 36	45 3 9 48	52 4,5 4 56,5	58 3 1,5 61	66 5,5 3 71,5	80 10 8,5 90	94 4,5 4 98,5	100 3 1,5 103	108 6 5 114	120,5 9,5 6,5 130	132,5 8 2,5 140,5
III		36 12 48	48 3 0 51	56,5 4,5 5,5 61	61 3 0 64	71,5 5,5 5,5 77	90 8,5 13 98,5	98,5 4,5 0 103	103 1 0 104	114 4,5 10 118,5	130 9 11,5 139	140,5 6 1,5 146,5
ΣT_i	3	45	10,5	16	9	19	32,5	14	6,5	18,5	31	26
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 проїмів	Сантехнічні роботи	Електротехнічні роботи	Ущільнення щобнем 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	137,5 5 5 142,5	142,5 5 0 147,5	149,5 4 2 153,5	153,5 15,5 0 169	170 10 1 180	189 6,5 9 195,5	195,5 14 0 209,5			
II	142,5 4 2 146,5	147,5 5 1 152,5	153,5 4 1 157,5	169 11 11,5 180	180 10 0 190	195,5 4,5 5,5 200	209,5 10,5 9,5 220			
III	146,5 3,5 0 150	152,5 5 2,5 157,5	157,5 4 0 161,5	180 8,5 18,5 188,5	190 10 1,5 200	200 3,5 0 203,5	220 9,5 16,5 229,5	229,5 2 231,5	231,5 2 233,5	233,5 3 236,5
Σ	12,5	15	12	35	30	14,5	34	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

5.4 Оцінка ТЕП сітьового графіка

Тривалість реалізації проєкту, визначена за результатами розрахунків матриці та сітьового графіка, дорівнює 236,5 дням.

Ступінь використання робочих фронтів спеціалізованими бригадами відображає коефіцієнт щільності потоку. Його значення складає 0,647, що є результатом ділення сумарної тривалості робіт на ту ж величину з урахуванням перерв

$$K_{щ} = \frac{\sum T_{ij}}{\sum T_{ij} + \sum T_o} = 391/(391+213) = 0,647$$

Коефіцієнт суміщення робіт (K_c), що характеризує обсяг одночасного виконання робіт у потоці, розраховується за формулою:

$$K_c = 1 - \frac{T_z}{\sum T_{ij}} = 1 - (236,5/391) = 0,395$$

Коефіцієнт змінності:

$$K_{зм} = \frac{T_{зм}}{T_{дн}} = (779/391) = 1,99$$

тут $T_{зм} = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 45 + 2 \cdot 10,5 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 9 + 2 \cdot 19 + 2 \cdot 32,5 + 2 \cdot 14 + 2 \cdot 6,5 + 2 \cdot 18,5 + 2 \cdot 31 + 2 \cdot 26 + 2 \cdot 12,5 + 2 \cdot 15 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 35 + 2 \cdot 30 + 2 \cdot 14,5 + 2 \cdot 34 + 1 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 3 = 779$ - число змін

$T_{дн} = 391$ число днів

Рівень коливань у кількості задіяних робітників

$$K_n = \frac{Ч_{\max}}{Ч_{\text{сер}}} = (72/25) = 2,88$$

тут $Ч_{\max} = 72$ робіт. - найбільше число працюючих.

$N = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 12 \cdot 37,5 + 16 \cdot 4,5 + 32 \cdot 3 + 20 \cdot 3 + 16 \cdot 4 + 24 \cdot 3 + 28 \cdot 3 + 12 \cdot 3 + 4 \cdot 2 + 8 \cdot 11 + 4 \cdot 12 + 14 \cdot 8,5 + 24 \cdot 1 + 20 \cdot 1,5 + 30 \cdot 4 + 10 \cdot 4 + 20 \cdot 10,5 + 10 \cdot 2 + 50 \cdot 17 + 62 \cdot 1,5 + 52 \cdot 3,5 + 60 \cdot 4 + 20 \cdot 3 + 30 \cdot 0,5 + 18 \cdot 3,5 + 28 \cdot 4 + 20 \cdot 4 + 10 \cdot 8,5 + 30 \cdot 18,5 + 20 \cdot 0,5 + 40 \cdot 6,5 + 72 \cdot 6,5 + 52 \cdot 1,5 + 32 \cdot 26 + 20 \cdot 7 = 5769$ - кількість працівників на кожному виді робіт

$Ч_{\text{сер}} = N / T_z = 5769 / 236,5 = 25$ — усереднена кількість працюючих.

5.5 Визначення вартості за калькуляцією

Таблиця 5.5

Визначення витрат на встановлення колон

№ з/п	Назва робіт	Обґрунтування по ЕНиР	Об'єм робіт		На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Одиниці виміру	Кількість	Норма часу люд. год./ маш. год.	Розцінка, грн.	Трудоміст. люд. год. маш. год.	Заробітна платя, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Розвантаження колон гусеничним краном з розкладанням масою до 6т	1—5	100т	0,41	$\frac{3,8}{1,9}$	63,86	$\frac{1,56}{0,78}$	26,18	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	Теж масою до 8т	1—5	100т	2,88	$\frac{3,4}{1,7}$	57,14	$\frac{9,79}{4,9}$	164,56	--«--
3	Теж масою до 10т	1—5	100т	9,51	$\frac{3,2}{1,6}$	53,78	$\frac{30,43}{15,22}$	511,45	--«--
4	Теж масою до 20т та більш	1—5	100т	9,47	$\frac{2,6}{1,3}$	43,69	$\frac{24,62}{12,31}$	413,74	--«--
5	Установка колон стріловим краном у стакани фундаментів масою до 6т	4—1—4	шт.	8	$\frac{5,5}{1,1}$	106,73	$\frac{44}{8,8}$	853,84	Монтажник конструкцій 5р-1 4р-1 3р-2 2р-1 Машиніст 6р-1
6	Теж масою до 8т	4—1—4	шт.	36	$\frac{6}{1,2}$	116,44	$\frac{216}{43,2}$	4191,84	--«--
7	Теж масою до 10т	4—1—4	шт.	10	$\frac{7}{1,4}$	135,84	$\frac{70}{14}$	4890,24	--«--
8	Теж масою до 20т	4—1—4	шт.	32	$\frac{11}{2,2}$	213,47	$\frac{352}{70,4}$	6831,04	--«--
9	Теж масою до 30т	4—1—4	шт.	16	$\frac{12}{2,4}$	232,87	$\frac{192}{38,4}$	3725,92	--«--
10	Заробка стиків колон з фундаментами: а) приймання бетонної суміші із кузова автосамоскиду до поворотної баді б) подача бетонної суміші до місця укладання стріловим краном в) заробка стиків колон з фундаментами бетоном М300 на дрібній фракції	4—1—54	100м³	0,48	8,2	137,8	3,94	66,14	Бетонник 2р-1
		1—6	м³	47,61	$\frac{0,29}{0,145}$	4,87	$\frac{13,81}{6,9}$	231,86	Такелажник 2р-2
		4—1—25	1стик	102	1,2	23,59	122,4	2406,18	Монтажник 4р-1 3р-1

1080,55 24312,99

214,91

Час для встановлення однієї колони $N_{\text{ч}} = 1080,55 / 102 = 10,59$ люд.-год.

$P = 24312,99 / 102 = 238,36$ грн

Таблиця 5.6

Визначення витрат на встановлення балок мостового крану

№ з/п	Назва робіт	Обґрунтування по ЕНіР	Об'єм робіт		На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Одиниці виміру	Кількість	Норма часу люд. год. маш. год.	Розцінка, грн.	Трудовіст. люд. год. маш. год.	Заробітна плата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Розвантаження підкранових балок масою до 5т стріловим краном	1-5	100т	3,7	$\frac{4,2}{2,1}$	70,58	$\frac{15,54}{7,77}$	261,15	Такелажник 2р-2 Машиніст 6р-1
2	Установка підкранових балок вагою до 5т стріловим краном в проектне положення	4-1-6	1ел.	88	$\frac{6,5}{1,3}$	126,14	$\frac{572}{114,4}$	11100,32	Монтажник 5р-1 4р-1 3р-2 2р-1 Машиніст 6р-1
3	Електрозварювання стиків	22-1-6	10п.м.	10,56	2,5	52,10	26,4	550,18	Електрозв. 4р-1

$\frac{613,94}{122,17}$ 11911,65

Час для встановлення однієї балки $N_{ч} = 613,94/88 = 6,98$ люд.-год.

$P = 11911,65/88 = 135,36$ грн.

Таблиця 5.7

Визначення витрат на встановлення конструкцій покриття

№ п/п	Назва робіт	Обґрунтування по ЕНиР	Об'єм робіт		На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Одиниці виміру	Кількість	Норма часу люди. год. маш. год.	Розцінка, грн.	Трудоміст. люди. год. маш. год.	Заробітна плата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Розвантаження ферм краном з розкладкою в касети масою до 8т до 13т до 20т	1-5	100т	1,25 1,79 3,07	<u>4,2</u> 2,1 <u>3</u> 1,5 <u>2,6</u> 1,3	70,58 50,42 43,69	<u>5,25</u> 2,63 <u>5,37</u> 2,69 <u>7,98</u> 3,99	88,23 90,25 134,13	Такелажн. 2р-2 Машиніст бр-1
2	Укрупнююча збірка ферм прогоном 24м прогоном 30м	4-1-5 Пр-1	шт.	16 18	<u>16,8</u> 2,8 <u>20,4</u> 3,4	350,11 476,69	<u>268,8</u> 44,8 <u>367,2</u> 61,2	5601,76 8580,42	Монтажн. бр-1, 4р-2 3р-1, 2р-1 Електрозв. 5р-1 Машиніст бр-1
3	Улаштування ферм у проектне положення стріловим краном з тирчасомвим кріпленням інвентарними розп'ірками довжиною 18м 24м 30м	4-1-6	1ел	16 16 18	<u>5</u> 1 <u>9,5</u> 1,9 <u>11</u> 2,2	97,03 197,98 229,24	<u>80</u> 16 <u>152</u> 30,4 <u>198</u> 39,6	1552,48 3167,68 4126,32	Монтажн. бр-1, 5р-1 4р-1, 3р-1 2р-1 Машиніст бр-1
4	Електрозварювання стиків кроквяних ферм з колонами	22-1-6	10м.п. шва	5	2,5	52,10	12,5	260,5	Електроз. 4р-1
5	Розвантаження плит краном з розкладкою в касети масою до 3т	1-5	100т	8,19	<u>5,4</u> 2,7	90,75	<u>44,23</u> 22,11	743,24	Такелажн. 2р-2 Машиніст бр-1
5	Монтаж плит покриття площею до 20 м²	4-1-7	1ел	356	<u>1,2</u> 0,3	22,15	<u>427,2</u> 106,8	7885,40	Монтажн. 4р-1, 3р-2 2р-1 Машиніст бр-1
6	Електрозварювання монтажних стиків плит покриття з фермами	22-1-6	10м шва	7,12	2,5	52,10	17,8	370,95	Електр. 4р-1
7	Зняття монтажних гойдалок та драбин	5-1-2 п.7.9	шт. шт.	168 168	<u>0,37</u> 0,18 <u>0,62</u> 0,31	7,27 12,19	<u>62,16</u> 30,24 <u>104,16</u> 52,08	1221,36 2047,92	Монтажн. 4р-2, 3р-1 Машиніст бр-1

1752,65 35870,64
412,54

Час для встановлення однієї констр Нч = 1752,65/406 = 4,32 люд.-год.
Р = 35870,64/406 = 88,35 грн.

Таблиця 5.8

Визначення витрат на встановлення стінового огороження

№ з/п	Назва робіт	Обґрунтування по ЕНіР	Об'єм робіт		На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Одиниці виміру	Кількість	Норма часу люд. год. маш. год.	Розцінка, грн.	Трудоміст. люд. год. маш. год.	Заробітна плата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Розвантаження стінових панелей краном з розкладкою в касети масою до 2т	1-5	100т	17,2	$\frac{7,2}{3,6}$	121,00	$\frac{123,84}{61,92}$	2081,2	Такелажн. 2р-2 Машиніст 6р-1
2	Установка стінових панелей у проектне положення стріловим краном, площа панелі до 10 м ²	4-1-8	шт.	905	$\frac{3}{0,75}$	58,97	$\frac{2715}{678,75}$	52778,15	Монтажник 5р-1, 4р-1 3р-1, 2р-1 Машиніст 6р-1
3	Електрозварювання стиків стінових панелей з колонами	22-1-6 т.2	10м.п. шва	7,12	2,5	52,10	17,8	370,95	Електрозв. 4р-1
4	Розвантаження фундаментних балок краном з розкладк. в касети масою до 1т	1-5	100т	0,46	$\frac{12}{6,1}$	107,52	$\frac{5,52}{2,81}$	49,46	Такелажн. 2р-2 Машиніст 6р-1
5	Установка фундаментних балок до проектного положення масою до 1,5т	4-1-3 т.2	1ел	66	$\frac{1,1}{0,22}$	21,62	$\frac{72,6}{14,52}$	1426,92	Монтажник 5р-1, 4р-2 3р-1, 2р-1 Машиніст 6р-1
6	Розвантаження елементів воріт масою до 1,5т до 4т	1-5	100т	0,12 0,12	$\frac{8,8}{4,4}$ $\frac{4,6}{2,3}$	147,88 77,30	$\frac{1,06}{0,53}$ $\frac{0,55}{0,28}$	17,75 9,28	Такелажн. 2р-2 Машиніст 6р-1
7	Монтаж з/б елементів воріт	4-1-6	1ел.	4 8	$\frac{2,4}{0,48}$ $\frac{1,4}{0,28}$	46,57 27,17	$\frac{9,6}{1,92}$ $\frac{11,2}{2,24}$	186,28 217,36	Монтажни 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1 Машиніст 6р-1
8	Електрозварювання стиків ел-тів воріт	22-1-6	10м шва	0,24	2,5	52,10	0,6	12,50	Електрозв. 4р-1
							$\frac{2957,17}{762,97}$	57137,35	

Час для встановл. однієї констр. огорож. $N_{ч} = 2957,17/983 = 3,01$ люд.-год.

$P = 57137,35/983 = 58,13$ грн.

Таблиця 5.9

Визначення витрат на улаштування стиків стінового огороження

№ з/п	Назва робіт	Обґрунтування по ЕНиР	Об'єм робіт		На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Одиниці виміру	Кількість	Норма часу люд. год. маш. год.	Розцінка, грн.	Трудоміст. люд. год. маш. год.	Заробітна плага, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Конопатка, зачеканка і розшивка швів між стіновими панелями цементним розчином з підвісної люльки ззовні будівлі з установкою та переміщенням підвісної люльки	4-1-28	10м шва	694,2	2,7	56,27	1874,34	39062,63	Монтажник 4р-1
2	По п.1 з внутрішньої частини будівлі з постановкою та переміщенням	4-1-28	10м шва	585	1,22	25,42	713,7	14870,70	Монтажник 4р-1

2588,04 53933,33

Час для виконання 10м стику $N_{ч} = 2588,04 / 1279,2 = 2,02$ люд.-год. $P = 53933,33 / 1279,2 = 92,19$ грн.

Таблиця 5.10

Визначення витрат на заробку стиків плит покриття

№ з/п	Назва робіт	Обґрунтування по ЕНіР	Об'єм робіт		На одиницю виміру		На весь об'єм		Склад ланки
			Одиниці виміру	Кількість	Норма часу люд. год., маш. год.	Розцінка, грн.	Трудоміст. люд. год. маш. год.	Заробітна плата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Приймання бетону з кузова автосамоскиду у баддю	4-1-54	100м³	0,3	8,2	137,8	2,46	41,34	Бетонник 2р-2
2	Подавання суміші	Е1-19 п.2	м³	30,26	<u>2,5</u> 1,2	42,01	<u>75,65</u> 36,31	1271,22	Різноробочий 1р-1
3	Заливка швів між плитами покриття бетонним розчином	4-1-19	100м шва	34,14	4	78,63	136,56	2684,43	Монтажник 4р-1 3р-1

$\frac{214,67}{19,97}$ 3996,99

Час для виконання 100м стику $Nч = 214,67/34,14 = 6,29$ люд.-год.

$P = 3996,99/34,14 = 117,08$ грн

5.6 Характеристика генерального плану будівництва

При розробці будівельного генплану для монтажних робіт ми детально відображаємо контури будівлі та безпекові зони крана. Зокрема, монтажна зона, де є ризик падіння вантажу під час встановлення елементів (до 5 м від будівлі, актуально для верхніх панелей), позначається штриховою лінією на плані та відповідними знаками на місці. Роботи в цій зоні вимагають наряду-допуску. Робоча зона крана визначається його максимальним вильотом і відображається на стоянках. Небезпечна зона — це територія, де може статися падіння вантажу (з урахуванням розльоту); її межа розраховується від місця стоянки крана за формулою.

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

тут R_{max} (максимальний виліт крана), $0,5l_{\text{max}}$ - (половина найбільшого переміщуваного елемента) та $l_{\text{без}}$ (додатковий безпечний інтервал). Цей інтервал розраховується як $0,3h+1$ м для вантажів, що піднімаються на висоту до 10 м, або ж дорівнює розміру монтажно́ї зони для вищих підйомів.

На майданчику передбачено тимчасові дороги, що споруджуються у підготовчий період. Вони бувають односторонніми (3,5 м) та двосторонніми (6 м). Радіус повороту доріг складає 8-12 м (для великого транспорту – 18-30 м). Мінімальна відстань до складів – 0,5 м, до огорожі – 1,5 м. У цьому курсовому проєкті периметрові дороги виконано з бетонних плит, решта – підсипні. У небезпечних зонах (зокрема, біля кранів) встановлюються попереджувальні знаки та обмеження швидкості. Матеріали та конструкції зберігаються на тимчасових майданчиках складування.

Побутове містечко з тимчасовими адміністративно-побутовими будівлями облаштовуємо поза небезпечною зоною, неподалік в'їзду. Забезпечуємо мінімальну відстань 1,5 м між окремими зблокованими секціями та понад 10м між групами будівель. Відстань до дороги має бути не менше 1,5 м.

Схема тимчасових електромереж включає трансформаторні підстанції та розподільні шафи (радіус обслуговування до 25 м). На будмайданчику функціонують кабельні мережі для освітлення (220 В) та живлення обладнання (380 В). Усі кабелі прокладені під землею на глибині 0,8 м.

Для тимчасового водопостачання застосовуємо кільцеву схему. Пожежні гідранти розміщуємо через кожні 100 м, не далі 1,5 м від проїжджої частини та не ближче 5 м до споруд. Фонтанчики з питною водою доступні в радіусі 75 м від робочих зон та у побутовому містечку.

5.7 ТЕП будгенплану

У цьому проекті, при розробці будівельного генерального плану, ми визначаємо такі техніко-економічні показники:

Коефіцієнт забудови (K_z): Показує частку забудованої площі від загальної території. Розраховується як відношення площі забудови об'єктів ($F_2=6408 \text{ м}^2$) до загальної площі території за генпланом ($F_1=48400 \text{ м}^2$):

$$K_z = F_2 / F_1 = 6408 / 48400 = 0,13.$$

Коефіцієнт використання площі території ($K_{\text{вик}}$): Відображає ступінь використання всієї площі майданчика. Визначається як відношення суми площі забудови (F_2), а також площі, зайнятої тимчасовими будівлями, спорудами, залізницями та автодорогами ($F_{\text{т.б.}}=612+8857 \text{ м}^2$), до загальної площі території (F_1):

$$K_{\text{вик}} = (F_2 + F_{\text{т.б.}}) / F_1 = (6408 + (612 + 8857)) / 48400 = 0,33.$$

Також було визначено довжину тимчасових комунікацій:

Тимчасових доріг: 1110 м.

Мереж водопостачання: 660 м.

Мереж електропостачання: 1525 м.

6 Розділ. Охорона праці

Для безпечного виконання монтажних робіт дотримуйтесь наступних правил: Фіксуйте переміщувані елементи від розгойдування розтяжками, які кріпите до надійних опор поза шляхами руху транспорту.

Закріплюйте встановлені елементи для забезпечення їх стійкості.

Встановлюйте навісні драбини (вище 5 м – з огороженнями та кріпленнями для поясів) та інше пристосування до підйому конструкцій. Монтажники мають працювати з підмостей або закріплених конструкцій.

Узгоджуйте систему сигналів між керівником монтажу та кранівником. Усі сигнали подає одна особа, крім сигналу «Стоп», який може подати кожен.

Забезпечуйте зв'язок з машиністом крана, особливо якщо конструкція не в його полі зору (використовуйте проміжних сигнальників).

Не залишайте підняті вантажі на гаку крана під час перерв у роботі.

Роботи, що передбачають переміщення та встановлення конструкцій з великою площею (високою парусністю), слід призупиняти, якщо швидкість вітру досягає 10 м/с або більше.

До виконання верхолазних робіт допускаються особи, яким виповнилося 18 років, які успішно пройшли навчання та перевірку знань з охорони праці, медичний огляд (з підтвердженням придатності до таких робіт), мають стаж верхолазних робіт щонайменше один рік та кваліфікаційний розряд не нижче 3-го. Працівники, які вперше залучаються до верхолазних робіт, протягом першого року повинні працювати під безпосереднім наглядом досвідчених фахівців, призначених наказом керівника організації.

Фарбування та антикорозійний захист конструкцій і обладнання, що виконується на будівельному майданчику, необхідно проводити до підйому цих конструкцій на проектну висоту. Після підйому зазначених конструкцій фарбування або нанесення антикорозійного покриття дозволяється виконувати лише в місцях стиків і з'єднань.

Зварювальні роботи. До електрозварювальних робіт допускаються особи віком від 18 років, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання, успішно склали іспит атестаційній комісії з теоретичних знань та практичних навичок з конкретних видів зварювання. Вони повинні мати відповідне посвідчення та групу з електробезпеки не нижче II.

Для виконання електрозварювальних та газополумених робіт на висоті 5 метрів і більше зварювальники додатково мають пройти спеціальний

медичний огляд, мати стаж верхолазних робіт не менше одного року та кваліфікаційний розряд зварювальника не нижче III.

Усі металеві частини електрозварювального обладнання повинні бути без напруги та заземлені, так само як і зварювані вироби.

Переміщення та складування матеріалів та конструкцій. Під час вантажно-розвантажувальних робіт суворо забороняється стропувати вантаж, що перебуває в нестійкому положенні. Перед початком завантаження або розвантаження панелей, блоків та інших залізобетонних конструкцій необхідно оглянути й очистити всі монтажні петлі від бетону. Також перед початком робіт слід підібрати відповідні вантажозахоплювальні пристосування з урахуванням ваги та характеру вантажу. Стропи мають бути обрані з таким числом гілок і такою довжиною, щоб кут між двома гілками не перевищував 90° , а також відповідати вантажопідйомності конструкції. Перед підйомом вантажу стріловими самохідними кранами обов'язково перевірте вантажопідйомність крана за вказівником та переконайтеся, що виліт стріли, встановлений машиністом, відповідає вазі вантажу, який піднімається.

Вантажі слід укладати рівномірно, не порушуючи встановлених габаритів для складування та не захаращуючи проходи й під'їзди. Матеріали та конструкції розміщуйте на вирівняних майданчиках, вживаючи заходів для запобігання їх самовільному зсуву, осіданню, падінню чи розкочуванню. Майданчики для складування повинні мати стоки для поверхневих вод. Заборонено складувати матеріали на насипних неущільнених ґрунтах.

Способи складування конструкцій та матеріалів на будмайданчику та робочих місцях:

Стінові панелі — у касетах або пірамідах.

Плити перекриття — у штабелях висотою до 2,5 м на підкладках з прокладками.

Колони та підкранові балки — у штабелях висотою до 2,0 м на підкладках з прокладками.

Кроквяні та підкроквяні ферми — на металевих кондукторах.

Дрібносортний метал — у стелажах висотою до 1,5 м.

При розміщенні автомобілів на вантажно-розвантажувальних майданчиках дотримуйтесь таких відстаней:

Між автомобілями, що стоять один за одним, — не менше 1,0 м.

Між автомобілями, що стоять поруч, — не менше 1,5 м.

Якщо вантажний автомобіль розташований біля будівлі, відстань між ним (або заднім бортом автомобіля, або крайньою межею вантажу) та спорудою повинна бути не менше 0,5 м. Відстань між автомобілем та штабелем вантажу — не менше 1,0 м.

Організація заходів з охорони праці на будівельному майданчику.

Ефективна організація безпечного руху на будівельних майданчиках є наріжним каменем запобігання нещасним випадкам. Це досягається завдяки суворому дотриманню встановлених норм і правил. Всі внутрішні автомобільні шляхи повинні бути належним чином обладнані відповідними дорожніми знаками. Ці знаки не просто рекомендації; вони суворо регламентують порядок руху як транспортних засобів, так і будівельних машин, повністю відповідаючи вимогам Правил дорожнього руху України.

Особлива увага приділяється швидкісному режиму. Для мінімізації ризиків та забезпечення безпеки працівників, що перебувають у зоні виконання робіт, швидкість руху автотранспорту поблизу цих ділянок суворо обмежується. Вона не може перевищувати 10 км/год на прямих відрізках доріг та максимально 5 км/год на поворотах. Такий обмежений режим дозволяє водіям оперативно реагувати на зміни ситуації, запобігаючи зіткненням та травмам.

Адекватне освітлення є ще одним критично важливим фактором безпеки, особливо в умовах обмеженої видимості. Усі будівельні майданчики, окремі ділянки робіт, безпосередньо робочі місця, а також проїзди та підходи до них мають бути добре освітлені протягом темної пори доби. Це також стосується і всіх закритих приміщень, де ведуться роботи. Важливо, щоб освітлення було достатнім, але при цьому не засліплювало працюючих.

Окрім рівня яскравості, ключовою вимогою є електробезпека систем освітлення. Усі елементи обладнання повинні бути спроектовані та встановлені таким чином, щоб конструктивно не створювати жодного ризику ураження працівників електричним струмом. Це передбачає належну ізоляцію, заземлення та захист від пошкоджень.

Слід пам'ятати, що виконання будь-яких робіт у місцях, де рівень освітленості не відповідає встановленим вимогам, є неприпустимим. Недостатнє освітлення значно збільшує ймовірність помилок, падінь, зіткнень з обладнанням та інших небезпечних ситуацій, що ставить під загрозу життя та здоров'я персоналу. Це правило підкреслює важливість постійного контролю за станом освітлювальних систем.

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.