

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет: Будівельний
Кафедра: Промислове, цивільне і міське будівництво
Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

Денис МОРОЗЮК
(ім'я та прізвище дипломника)

Бакалавр групи _____

(домашня адреса)

ДОПУСКАЮ ДО ЗАХИСТУ

Зав. каф. промислового, цивільного і
міського будівництва
к. т. н., проф.

О.І. Валовой
20____.____.____

Проектування цеху збірки автокранів
(тема бакалаврської роботи)

Розрахунково-пояснювальна записка до бакалаврської роботи

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище дипломника)

Керівник

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

КОНСУЛЬТАНТИ:

- з архітектурно-будівельного
розділу –

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

- з розрахунково-конструктивного
розділу –

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

- з техніко-економічного
порівняння варіантів –

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

- з технології та організації
будівництва –

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

- з охорони праці та безпеки
життєдіяльності –

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

Роботу закінчено _____ 20__ р.

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Будівельний
Кафедра: Промислового, цивільного та міського будівництва
Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____ Валовой О.І. _____

“ _____ ” _____ 20 _____ р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТЦІ

Морозюку Денису Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування цеху збірки автокранів

затверджена наказом по інституту від «31» березня 2025 р. № 185с

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) «15» червня 2025 р. _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Район будівництва – м. Київ. Призначення будівлі – цех з виготовлення верстатів. Будівля – 3-прольотна, 1-поверхова, прямокутної форми у плані, розмірами в осях 96 х 72 м, опалювальна, зі змішаним освітленням. Ширина прольотів: 24 м, 18 м, 30 м. Довжина прольотів – 96 м, 78 м, 78 м. Конструктивна схема будівлі – рамний каркас. Колони – збірні залізобетонні. Фундаменти – збірні, стаканного типу, що влаштовуються під колони. Зовнішні стіни будівлі – збірні залізобетонні панелі, що навішуються на колони каркасу. Внутрішні стіни – цегляні, товщиною 120 та 250 мм. Покрівля – м'яка рулонна, з трьох шарів руберойду та із захисним шаром гравію. Підлога – цементно-бетонна у промисловому блоці, лінолеум та керамічна плитка – у побутовому.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Архітектурно-будівельна частина: опис об'ємно-планувального та конструктивного рішення, опис генплану, теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій. Розрахунково-конструктивна частина: розрахунок та конструювання залізобетонної конструкції на вибір. Основи та фундаменти – прийняти умовно, виконати аналіз та підбір. Технологічна та організаційна частина: розробка технологічної карти на монтаж елементів каркасу; розробка будівельного генерального плану, розробка календарного плану виробництва робіт. Техніко-економічна частина: порівняння варіантів механізації за економічною ефективністю. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____
Архітектурно-будівельна частина – 1-2 арк. (плани, розрізи, фасади, генплан, вузли).
Конструктивно-розрахункова частина – 1 арк. (схема розташування та рамування, вузли,
специфікації залізобетонних конструкцій). Технологія та організація будівництва – 2 арк.
(технологічна карта на монтажні роботи, будівельний генеральний план, календарний
план виробництва робіт).

6 Дата видачі завдання
20.05.2025 р.

Керівник проекту/роботи _____ О.А. Паливода
(підпис)

Завдання прийняв (ла) до виконання _____ Д.О. Морозюк
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз завдання, збір даних	20.05 – 21.05.25	
2	Архітектурно-будівельна частина	22.05 – 25.05.25	
3	Розрахунково-конструктивна частина	25.05 – 28.05.25	
4	Організаційно-технологічна частина	28.05 – 31.05.25	
5	Техніко-економічний розділ	01.06 – 03.06.25	
6	Охорона праці	03.06 – 04.06.25	
7	Висновки	04.06 -05.06.25	
8	Оформлення роботи	05.06 -07.06.25	
9	Проходження перевірки, отримання рецензії, відгуку, підготовка до захисту	05.06 -15.06.25	

Студент-дипломник _____
(підпис)

Керівник проекту _____
(підпис)

ЗМІСТ

1	АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	_____
1.1	Вихідні дані для проектування	_____
1.2	Опис технологічного процесу	_____
1.3	Опис генерального плану	_____
1.4	Об'ємно-планувальне рішення	_____
1.5	Конструктивне рішення будівлі та її елементів	_____
1.6	Теплотехнічний розрахунок стінової огорожі	_____
1.7	Теплотехнічний розрахунок покриття	_____
1.8	Зовнішнє оздоблення	_____
2	РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	_____
2.1	Розрахунок панелі покриття	_____
2.1.1	Вихідні дані	_____
2.1.2	Призначення розмірів плити	_____
2.1.3	Розрахунок полиці	_____
2.1.4	Розрахунок поперечних ребер	_____
2.1.5	Розрахунок поздовжніх ребер	_____
2.1.6	Розрахунок панелі на утворення тріщин	_____
2.1.7	Розрахунок панелі по прогину	_____
2.1.8	Конструювання панелі	_____
2.2	Розрахунок сегментної ферми	_____
2.2.1	Характеристики матеріалів	_____
2.2.2	Призначення геометричних розмірів	_____
2.2.3	Визначення навантажень та зусиль	_____
2.2.4	Розрахунок елементів ферми	_____
2.2.5	Розрахунок і конструювання вузлів ферми	_____
3	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	_____
3.1	Техніко-економічні порівняння варіантів кранів	_____
4	ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	_____
4.1	Визначення обсягів робіт, матеріалів та виробів	_____
4.2	Вибір вантажопідйомних механізмів та монтажного оснащення	_____
4.3	Вибір монтажних кранів	_____
4.3.1	Розрахунок потрібної висоти підймання гаку	_____
4.3.2	Розрахунок потрібної вантажопідйомності крану	_____
4.3.3	Вантажопідйомні характеристики монтажних кранів та їх вибір	_____
4.4	Методи монтажу окремих елементів	_____
4.5	Заходи з техніки безпеки при веденні монтажних робіт	_____
4.6	Контроль якості при будівництві будівлі	_____
4.7	Методи виконання робіт	_____
4.8	Визначення обсягів робіт	_____
4.9	Складання картки-визначника мережевого графіка	_____
4.10	Розрахунок ТЕП мережевого графіка	_____
4.11	Розрахунок потреби у тимчасових адміністративних і санітарно-побутових будівлях та складських площ	_____
4.12	Розрахунок тимчасового водопостачання	_____
4.13	Розрахунок тимчасового електропостачання	_____
4.14	Будівельний генеральний план	_____

5 ОХОРОНА ПРАЦІ _____

5.1 Безпека монтажних робіт _____

5.2 Безпека електрозварювальних робіт _____

5.3 Безпека переміщення і складування вантажів _____

5.4 Організація безпечної роботи на будівельному майданчику _____

ВИСНОВКИ _____

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ _____

ДОДАТКИ _____

Склад графічної частини:

Аркуш 1: Генплан, фасади И-А, 17-1, план на відм. 0,000; розріз 1-1

Аркуш 2: Схема розміщення конструкцій; каркаси ферми ФС-3; специфікації; відомість витрат сталі

Аркуш 3: Схема руху кранів; схеми монтажу; календарний графік монтажних робіт; відомість потреби в механізмах; ТЕП

Аркуш 4: Будгенплан; календарні графіки; графік руху робітників; ТЕП

1.1 Вихідні дані для проектування

У технологічному ланцюзі виготовлення різного роду та призначення обладнання провідна роль належить операціям різання, що виконуються на металорізальних верстатах при участі робітника-верстатника, безпосередньо виконуючого керування верстатом, що забезпечує його програмування оператор.

Завод має замкнутий цикл виробництва, що включає підготовку виробництва та термічну обробку з фінішними операціями. Потреба оснащення задовольняється своїм інструментальним цехом.

Будівля 1-поверхова, прямокутної форми у плані, три пролітна. Розміри проьотів у плані в осях: 96 х 24 м, 18 х 78 м і 24 х 78 м.

Будівля проектується у м. Київ по вул. Інженера Бородіна.

Характеристика району будівництва:

- район будівництва м. Київ, Київська обл.;
- снігове нормативне навантаження - 1,5 кПа;
- глибина промерзання 0,8-1,0 м;
- середньорічна швидкість вітру в районі м. Київ складає - 4,0 м/с;
- ґрунтові води знаходяться на глибині - 4,9 м;
- ґрунти переважно дерново-підзолисті;
- рельєф місцевості спокійний з ухилом у північному напрямку.

Ґрунтові води знаходяться на глибині 6,0 м.

1.2 Опис технологічного процесу

Машинобудування є основою розвитку промислового комплексу України.

Еволюція цієї галузі пов'язана з прогресом верстатобудування, оскільки металорізучі верстати разом з деякими іншими видами технологічних машин забезпечують виготовлення будь-якого нового обладнання.

Токарна обробка – один із способів обробки матеріалів різання. У теорії різання розглядаються: загальні закономірності процесу утворення стружки; сили, що діють на інструмент, та їхній вплив на процес різання; теплові явища, що виникають у процесі різання; спрацювання інструментів і способи підвищення їхньої стійкості; вплив геометрії інструментів на процес різання; вплив режимів різання на сили різання і стійкість інструменту; правила вибору мастильно-охолодної рідини і способу підведення її в зону різання.

Суть обробки металів різанням полягає у зрізуванні із заготовки поверхневого шару металу(припуску) у вигляді стружки для отримання деталі потрібної форми, розмірів та з відповідною якістю поверхні. Залежно від оброблюваного металу та умов різання, утворюється стружка різних видів. Утворення стружки надлому характерне для оброблення чавуну та бронзи.

Структура підприємства дозволяє проводити всі основні та проміжні операції та переділи, починаючи від креслення деталей і закінчуючи випуском готової продукції.

В основу планувально-архітектурних рішень цеху покладено принцип чіткої організації технологічного процесу, що забезпечує зонування промислових секторів. Цех має стоянку для автотранспорту, ремонтні майстерні, складські приміщення та приміщення для працівників цеху.

На окремих ділянках з має бути передбачено кранове обладнання.

У приміщеннях цеху передбачено використання природного і загального штучного освітлення.

Автомобільний під'їзд на територію цеху передбачається з вул. Бородіна.

Територія ділянки, що відводиться, планується і упорядковується в ув'язці з прилеглою територією. Покриття автомобільних проїздів та господарського двору виконується з асфальтобетону. Ділянки, вільні від покриття і забудови, озеленяються

1.3 Опис генерального плану

Місце розташування пром. будівлі цеху верстатів – м. Київ.

Генеральний план ділянки розроблений у відповідності з існуючими умовами у двох варіантах благоустрою.

Проектом передбачено, що головні пішохідні підходи та під'їзди до будівлі виконуються збоку вулиці Олекси Довбуша. Транспортний зв'язок здійснюється по магістральним автодорогам регульованого руху.

Проектним рішенням передбачається (варіант 1):

- Забезпечення протипожежних вимог до розташування будівлі по відношенню до існуючої забудівлі;
- Забезпечення стоку дощової та талої води забезпеченням плануванням тротуарів;
- Благоустрій території з метою виконання функціональних вимог будівлі;
- Забезпечення екологічних вимог.

Проектним рішенням передбачається озеленення та благоустрій території.

Основним елементом озеленення є розміщення дерев вздовж тротуарів, розміщення клумб довкола центральної будівлі, а також влаштування газонів. Проектом передбачено на північній частині будівлі розташування господарського подвір'я, яке захищено з усіх сторін огорожею вистою 1.2 м. Господарське подвір'я має службову парковку. Зі східної та західної частини маємо двосторонню дорогу яке веде на господарське подвір'я через пункт пропуску.

На західній частині перед лицевою частиною будівлі передбачена парковка для працівників на 15 машино-місць.

Проектним рішенням передбачається (варіант 2):

- Забезпечення протипожежних вимог до розташування будівлі по відношенню до існуючої забудовлі;
- Забезпечення стоку дощової та талої води забезпеченням плануванням тротуарів;
- Благоустрій території з метою виконання функціональних вимог будівлі;
- Забезпечення екологічних вимог.

Генеральний план виконано відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».

Техніко-економічні показники генплану:

- площа території – 4 га;
- площа забудови – 10 800 кв. м.;
- площа доріжок, тротуарів – 10 668 кв. м.;
- площа озеленення – 30189,3 кв. м.;
- коефіцієнт озеленення – 0,75

1.4 Об'ємно-планувальне рішення

Об'ємно-планувальне рішення будівлі, що проектується, визначається наступними основними факторами: технологією виробництва та розташуванням майданчика під забудову.

Дана будівля 1-поверхова, трипрольотна, опалювальна зі змішаним освітленням.

Будівля має у плані прямокутну форму розмірами 78 х 96 м. Ширина прольотів: 24 м, 18 м, 30 м.

Промисловий блок включає: ділянку для стоянки автомобілів, що ремонтується, ремонтні майстерні, відділення для мийки та складські та допоміжні приміщення.

Приміщення для працівників цеху передбачають кімнати для прийому їжі та відпочинку, санвузли.

1.5 Конструктивне рішення будівлі та її елементів

Конструктивна схема будівлі – рамний каркас. Колони збірні залізобетонні.

Конструкції покриття у представлені залізобетонними фермами та залізобетонними плитами 3 х 6 м, укладеними по фермах.

Фундаменти – збірні, стаканного типу, що влаштовуються під колони.

Зовнішні стіни будівлі – збірні залізобетонні панелі, що навішуються на колони каркасу. Внутрішні стіни – цегляні, товщиною 120 та 250 мм.

Покрівля – м'яка рулонна: з трьох шарів руберойду та із захисним шаром гравію.

Внутрішнє оздоблення приміщень – штукатурення цементно-вапняним розчином та фарбування водоемульсійними сумішами.

Стіни приміщень з вологим режимом роботи, які вимагають дотримання особливих санітарно-гігієнічних вимог (санвузли, душові, виробничі приміщення) облицьовуються глазурованою керамічною плиткою на висоту 2,0м.

Підлога – цементно-бетонна у промисловому блоці, лінолеум та керамічна плитка - у побутовому.

Матеріали і конструкції, які прийняті в проекті, характерні для будівництва в м. Києві і відповідають діючим стандартам.

1.6 Теплотехнічний розрахунок стінової огорожі

Місце виконання будівельних робіт – м. Київ.

Величина температури зовнішнього повітря в найбільш холодні 5 діб
 $t_H = -22^{\circ}$

Будівля, що зводиться, I-ої групи за показником температури всередині та з показником відносної вологості повітря, $t_B = 16^0$, $\varphi \leq 49\%$.

Будівля експлуатується в умовах: А.

Мінімально потрібна величина опору передачі тепла огорожувальної конструкції $R_0^{TP} = 0,42 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$

Задаємося на початку розрахунку стіною панеллю з аглопоритобетону:
 $\gamma = 1200 \text{ кг} / \text{м}^3$, $\delta = 300 \text{ мм}$, $R = 0,74 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, $\lambda = 0,46$

Розраховуємо величину опору передачі тепла зовнішнім огородженням:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \sum R + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8,7} + 0,65 + \frac{1}{23,2} = 0,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт},$$

в останньому виразі $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$ - коеф. передачі тепла біля поверхні огорожі зсередини;

$\alpha_H = 23,2 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$ - коефіц. передачі тепла біля поверхні огорожі ззовні;

$\sum R = 0,65$ - узагальнена величина опорів передачі тепла окремими шарами стінового огородження.

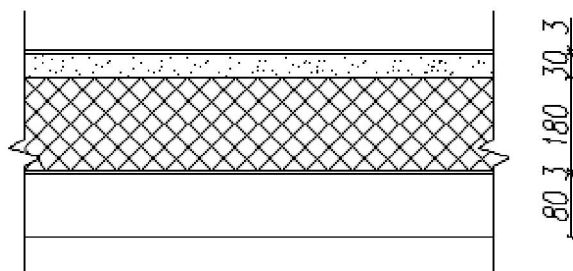
$$R_0 \geq R_{TP}.$$

Проведені розрахунки вказують на вірність прийнятих параметрів стінового огородження.

1.7 Теплотехнічний розрахунок покриття

Необхідний опір теплопередачі покриття, що відповідає санітарно-гігієнічним та комфортним умовам: $R_{0n} = 3,577 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт}$

Покриття складається з наступних шарів:



Найменування шару	Товщина, мм	λ , Вт/(м·°С)	R, м²·°С/Вт
СПН	1	58	0
Пароізоляція "Пароізол"	3	0,17	0,018
Утеплювач "Ursa"	180	0,041	3,415
Цементна стяжка	30	0,76	0,039
Рулонний килим	3	0,17	0,018

Визначаємо термічний опір R_k ($\text{м} \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$):

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_i = 0 + 0,018 + 3,415 + 0,039 + 0,018 = 3,489 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Опір теплопередачі огорожуючої конструкції:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_e} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}$$

$$R_o = \frac{1}{8,7} + 3,489 + \frac{1}{23} = 3,647 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

де α_e - коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні покриття ($\alpha_e = 8,7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$);

α_n - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні покриття ($\alpha_n = 23 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$).

Порівнюємо значення нормативного опору з розрахунковим:

$R_{0н} < R_o = 3,577 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт} < 3,647 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ - умова виконується. Залишаємо прийняту конструкцію покриття без змін.

1.8 Зовнішнє оздоблення

Оздоблення промислових об'єктів в першу чергу оберігає будівлю від атмосферних та інших зовнішніх впливів, забезпечує естетичний зовнішній вигляд будівлі і збільшує термін його експлуатації.

Оздоблювальні роботи – комплекс будівельних процесів, пов'язаних із зовнішньою, внутрішньою обробкою промислових будівель і споруд. Оздоблювальні роботи проводяться в період будівництва після процесу монтажу будівель або під час ремонту або реконструкції об'єктів промислового призначення. До їх виконання необхідно завершити основні ремонтні, будівельно-монтажні, санітарно-технічні роботи.



Основне призначення оздоблювальних робіт – це надання будівлям, конструкціям і спорудам відповідних якостей: міцність, довговічність, декоративність і стійкість до шкідливих впливів навколишнього середовища. Також оздоблення будівель підвищує протипожежний захист, покращує звукоізоляцію і збільшує термін служби будівельних конструкцій.

В дизайн-проекті запропоновано 2 варіанти зовнішнього оздоблення стін промбудівлі.

1-й варіант (бюджетний): зовнішні стіни фарбуються акриловою фасадною фарбою Ceresit СТ 42, колір жовтий та сірий.

2-й варіант (комерційний) :

а) зовнішні стіни оздоблюються декоративною штукатуркою Ceresit СТ 64 та фарбуються акриловою фасадною фарбою Ceresit СТ 42;

б) зовнішні стіни оздоблюються декоративними фасадними панелями.

в) зовнішні стіни оздоблюються фасадними панелями з металопрофілю.

Цоколь оздоблюють облицювальною плиткою.

Вікна замінюються на металопластикові білого кольору. Ворота фарбуються спеціальною емалю по двом шарам ґрунту.

При розробці фасадних рішень та елементів будівлі були виконані вимоги ДБН В.1.1.7–2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Основне призначення оздоблювальних робіт – це надання будівлям, конструкціям і спорудам відповідних якостей: міцність, довговічність, декоративність і стійкість до шкідливих впливів навколишнього середовища. Також оздоблення будівель підвищує протипожежний захист, покращує звукоізоляцію і збільшує термін служби будівельних конструкцій.

В дизайн-проекті запропоновано 2 варіанти зовнішнього оздоблення стін:

1-й варіант (бюджетний): зовнішні стіни фарбуються акриловою фасадною фарбою Ceresit СТ42, колір – жовтий та сірий.

2-й варіант (комерційний) :

а) зовнішні стіни оздоблюються декоративною штукатуркою Ceresit СТ64 та фарбуються акриловою фасадною фарбою Ceresit СТ42;

б) зовнішні стіни оздоблюються декоративними фасадними панелями;

в) зовнішні стіни оздоблюються фасадними панелями з металопрофілю.

Цоколь оздоблюють облицювальною плиткою.

Вікна замінюються на металопластикові білого кольору.

Ворота фарбуються спеціалізованою емаллю по двох шарах ґрунту.

При розробці фасадних рішень та елементів будівлі були виконані вимоги ДБН В.1.1.7–2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

2.1. Розрахунок панелі покриття

2.1.1. Вихідні дані

Клас бетону C25/30 (B30), бетон легкий на пористих заповнювачах
 $\rho = 2000 \text{ кг} / \text{м}^3$:

$$R_{bt,n} = 0,15 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$R_b = 1,7 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$R_{bt} = 0,1 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$E_b = 2200 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Напружена арматура класу Вр-II $\varnothing 8\text{мм}$:

$$R_{s,n} = 102 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$R_s = 85 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$E_s = 20000 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Ненапружена стержнева арматура класу А-I, $R_s = 22,5 \text{ кН} / \text{см}^2$ та дрютова
холоднотянута Вр-I діаметром 5мм, $R_s = 36 \text{ кН} / \text{см}^2$.

Поперечна арматура з Вр-I діаметром 3мм, $R_{sw} = 27 \text{ кН} / \text{см}^2$.

Натягання арматури виконують на упори електротермічним способом.

Спуск на тяжіння арматури виконують при міцності бетону:

$$R_{bp} = 0,7B = 0,7 \cdot 30 = 21 \text{ МПа}$$

Напруження для арматури приймаємо:

$$\sigma_{sp} = 0,9 \cdot R_{s,n} = 0,9 \cdot 102 = 91,8 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Ребриста панель відноситься до третьої категорії вимог до тріщиностійкості.

$$\text{При Вр-II} \begin{cases} a_{crc1} = 0,3 \text{ мм} \\ a_{crc2} = 0,2 \text{ мм} \end{cases}$$

Максимально допустимий прогин $\{f\} = 3 \text{ см}$

Будівля будується в першому сніговому районі $S_0 = 0,8 \text{ кПа}$, $\gamma_n = 0,95$

2.1.2. Призначення розмірів панелі

Номинальний розмір плити 3х6м. Конструктивний розмір: 2,98х5,97м. Товщина полиці $h'_f = 25\text{мм}$. Висота панелі $h \geq 1/20 = 6000/20 = 300\text{мм}$.

Приймаємо $h=300\text{мм}$. Попередньо призначаємо ширину середніх поперечних ребер: знизу – 50мм, зверху – 100мм. Висота середніх поперечних ребер – 250мм. Висота торцевих поперечних ребер – 200 мм.

Ширина продольних ребер: знизу – 75мм, зверху – 105мм. Приведена ширина продольного ребра 80мм, а двох – 160мм.

2.1.3. Розрахунок полиці

Розрахункове навантаження на 1м^2 покриття:

Таблиця навантажень			
Вид навантаження	Норматив не кН/м^2	Коеф.надійн. з нав-ня	Розрах. кН/м^2
Постійне			
трьохшаровий рубероїдний килим на мастиці	0,15	1,2	0,18
цементна стяжка 2см 0,02 * 20	0,4	1,3	0,52
утеплювач-пенобетоні плити 12 см	0,6	1,2	0,72
пароізоляція-два шари пергаменту на мастиці	0,1	1,2	0,12
ребриста панель з приведеною товщиною 5,3см	1,33	1,1	1,46
Разом постійне	2,58		3,0
Тимчасове			
Пилове	0,07	1,3	0,091
від снігу довготривале	0,24	1,4	0,336
від снігу короткочасне	0,56	1,4	0,784
Разом тимч.	0,87		1,211
Всього	3,45		4,211

- Постійне:

Від ваги покриття: $g_1 = 0,18 + 0,52 + 0,72 + 0,12 = 1,54\text{кН} / \text{м}^2$

Від ваги полиці панелі: $g_2 = 0,025 \cdot 20 \cdot 1,1 = 0,55\text{кН} / \text{м}^2$

- Тимчасове:

$$\text{Снігове навантаження: } S = 0,336 + 0,784 = 1,12 \text{ кН} / \text{м}^2$$

- Повне:

$$P_1 = g_1 + g_2 + S + d = 1,54 + 0,55 + 1,12 + 0,091 = 3,3 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Полицю плити розглядаємо як многопрольотну нерозрізну балку і в розрахунку враховуємо перерозподіл зусиль від розвитку пластичних деформацій.

Згинальний момент в полиці:

$$M = \frac{P_1 \cdot l_0^2 \cdot \gamma_n}{11} = \frac{3,3 \cdot 0,88^2 \cdot 0,95}{11} = 0,22 \text{ кН} \cdot \text{м} = 22 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

l_0 – відстань між поперечними ребрами в свету.

Корисна товщина полки плити:

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

Знаходимо α_m при $b=100\text{см}$:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{22}{1,7 \cdot 100 \cdot 1,25^2} = 0,083$$

$$\eta = 0,956$$

Площа перерізу арматури Вр-I на смугу шириною 1м:

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{22}{36 \cdot 1,25 \cdot 0,956} = 0,51 \text{ см}^2,$$

Приймаємо сітку С1:

$$\frac{5Bp - I - (x200) + 100}{4Bp - I - (x250) + 100} \cdot 2940 \cdot 5900 \frac{25}{20}$$

Приймаємо крок робочої арматури 200мм, тоді $A_s = 0,98 \text{ см}^2$.

2.1.4. Розрахунок поперечних ребер

Поперечні ребра запроектовані з кроком $l_1=98\text{см}$. Ребро розраховуємо як балку таврового перерізу з защемленою опорою.

Постійне навантаження з урахуванням ваги 1м ребра:

$$g = (g_1 + g_2)l_1 + g_3\gamma_f = (1,54 + 0,55) \cdot 0,98 + \left(\frac{0,1 + 0,05}{2}\right)(0,15 - 0,025) \cdot 20 \cdot 1,1 = 2,25 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$\text{Снігове навантаження: } S = 1,12 \cdot 0,98 = 1,1 \text{ кН} / \text{м}$$

$$\text{Пилове навантаження: } d = 0,091 \cdot 0,98 = 0,09 \text{ кН} / \text{м}$$

$$\text{Повне навантаження: } p_2 = q + S + d = 2,25 + 1,1 + 0,09 = 3,44 \text{ кН} / \text{м}$$

Згинальні моменти у прольоті та на опорі:

$$M = \frac{p_2 l_0^2 \gamma_n}{16} = \frac{3,44 \cdot 2,9^2 \cdot 0,95}{16} = 1,72 \text{ кН} \cdot \text{м} = 172 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Поперечна сила:

$$Q = \frac{p_2 l_0 \gamma_n}{2} = \frac{3,44 \cdot 2,9 \cdot 0,95}{2} = 4,74 \text{ кН}$$

Корисна висота ребра $h_0 = h - a = 15 - 2,5 = 12,5 \text{ см}$. Розрахунковий переріз ребра-тавровий з полицею стиснутій в зоні:

$$b'_f = 98 \text{ см} < b_p + 2(l/6) = 10 + 2(290/6) = 106,7 \text{ см}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} b \cdot h_0^2} = \frac{172}{1,7 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 12,5^2} = 0,0065$$

$$\eta = 0,995$$

$$\xi = 0,01$$

$$x = \xi \cdot h_0 = 0,01 \cdot 12,5 = 0,13 \text{ см} < h'_f = 2,5 \text{ см}$$

Нейтральна вісь проходить в полиці. Потрібна площа перерізу арматури (робочої) А-I:

$$A_s = \frac{M}{R_s \eta \cdot h_0} = \frac{172}{22,5 \cdot 0,995 \cdot 12,5} = 0,61 \text{ см}^2$$

Приймаємо 1 стержень $\varnothing 10$ А-I, $A_s = 0,785 \text{ см}^2$.

Так як опорні та прольотні моменти рівні, то верхній стержень КР2 приймаємо як і нижній: 1 стержень $\varnothing 10$ А-I, $A_s = 0,785 \text{ см}^2$.

Перевіримо несучу здатність перерізу ребра на поперечну силу з умови роботи бетону на розтяг:

$$0,6 R_{bt} b \cdot h_0 \gamma_{b2} = 0,6 \cdot 0,15 \cdot \frac{5+10}{2} \cdot 12,5 = 8,44 \text{ кН} > Q = 4,74 \text{ кН}$$

Розрахунок поперечної арматури не потрібен. Встановлюємо конструктивно поперечні стержні з кроком 150 мм ($\varnothing 3 \text{ Вр-I}$).

2.1.5. Розрахунок поздовжніх ребер

Розрахунковий проліт панелі при ширині опори 10 см.

$$l_0 = l - 2 \frac{10}{2} = 587 \text{ см}$$

Повне розрахункове навантаження: $p = 4,211 \text{ кН/м}^2$

Приведена ширина двох поздовжніх ребер $b = 16 \text{ см}$.

Розрахункова ширина полиці таврового перерізу: $b'_f = \frac{l_0}{6} 2 + b = 212 \text{ см}$

Максимальний згинальний момент:

$$M = \frac{p \cdot l_0^2 \cdot b_n \gamma_n}{8} = \frac{4,211 \cdot 5,87^2 \cdot 3 \cdot 0,95}{8} = 51,7 \text{ кН} \cdot \text{м} = 5170 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

b_n – номінальна ширина панелі.

Робоча висота ребра: $h_0 = h - a = 30 - 3,5 = 26,5 \text{ см}$

Розраховуємо випадок таврового перерізу:

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

$$5170 \text{ кН} \cdot \text{см} \leq 1,7 \cdot 212 \cdot 2,5 (26,5 - 0,5 \cdot 2,5) = 22750 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Нейтральна лінія проходить у межах полиці.

$$\alpha_m = \frac{5170}{1,7 \cdot 212 \cdot 26,5^2} = 0,02$$

$$\xi = 0,02$$

Потрібна площа перерізу арматури при:

$$\gamma_{s6} = 1,15$$

$$A_{sp} = \frac{\xi \cdot b'_f \cdot h_0 \cdot R_b}{\gamma_{s6} \cdot R_s} = \frac{0,02 \cdot 212 \cdot 26,5 \cdot 1,7}{1,15 \cdot 85} = 1,95 \text{ см}^2$$

Приймаємо 4Ø8 Вр-II, $A_{sp} = 2,01 \text{ см}^2$ (по 2 стержню у кожному ребрі)

Коефіцієнт армування: $\mu = 2,01 / 16 \cdot 26,5 = 0,0047 = 0,47\% > 0,05\%$

Розрахунок міцності по перерізам, нахиленим до поздовжньої осі

Поперечна сила в опорних перерізах продольних ребер:

$$Q = 0,5 b_n \cdot p \cdot l_0 \cdot \gamma_n = 0,5 \cdot 3 \cdot 4,211 \cdot 5,87 \cdot 0,95 = 35,2 \text{ кН}$$

Вплив зв'язів стиснутої полиці:

$$\varphi_f = \frac{0,75 (3 h'_f) h'_f}{b \cdot h_0} = \frac{0,75 \cdot 3 \cdot 2,5 \cdot 2,5}{16 \cdot 26,5} = 0,03 < 0,5$$

$$B = \varphi_{b2} (1 + \varphi_f) R_{bt} \gamma_{b2} b \cdot h_0^2 = 2 (1 + 0,03) \cdot 0,1 \cdot 16 \cdot 26,5^2 = 2315 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

В розрахунковому нахиленому перерізі:

$$Q_b = Q_{sw} = Q / 2, \text{ звідси } c = B / 0,5 Q = 2315 / (0,5 \cdot 35,2) = 131,5 \text{ см} > 2 h_0 = 53 \text{ см}$$

Приймаємо $c = 53 \text{ см}$, тоді

$$Q_b = B / c = 2315 / 53 = 43,7 \text{ кН} > Q = 35,2 \text{ кН}, \text{ тобто поперечна арматура за}$$

розрахунком не потрібна.

При $h < 450 \text{ мм}$ на при опорних ділянках встановлюємо поперечну арматуру Ø3 Вр-I з кроком $s_1 = h / 2 = 30 / 2 = 15 \text{ см}$. На іншій частині:

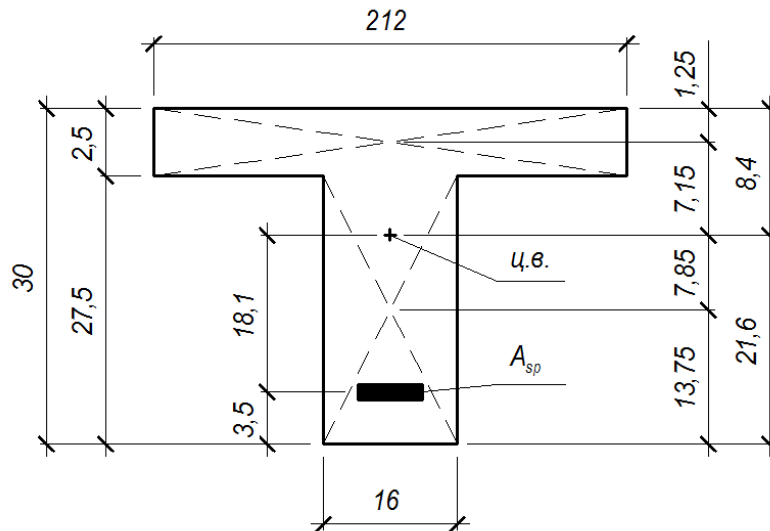
$$s_2 = \frac{3}{4} h = 22,5 \text{ см}.$$

Приймаємо $s_1 = 15 \text{ см}$, $s_2 = 20 \text{ см}$.

Поперечні стержні з'єднуємо у каркас КР1 спеціальними монтажними стержнями Ø8 А-I.

2.1.6. Розрахунок панелі з утворення тріщин

Геометричні характеристики приведенного перерізу:



Коефіцієнт приведення для напруженої арматури $\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{20000}{2200} = 9,09$

Площа приведенного перерізу:

$$A_{red} = \sum A_{bi} + \alpha \cdot A_{sp} = 212 \cdot 2,5 + 27,5 \cdot 16 + 9,09 \cdot 2,01 = 988,3 \text{ см}^2$$

Статичний момент приведенного перерізу відносно нижньої грані:

$$S_{red} = \sum S_{bi} + \alpha S_{sp} = 212 \cdot 2,5 \cdot 28,75 + 27,5 \cdot 16 \cdot 13,75 + 9,09 \cdot 2,01 \cdot 3,5 = 21335 \text{ см}^3$$

Відстань від нижньої грані перерізу до центра ваги:

$$y_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{21335}{988,3} = 21,6 \text{ см}$$

Відстань від верхньої грані перерізу до центра ваги:

$$y'_0 = h - y_0 = 30 - 21,6 = 8,4 \text{ см}$$

Момент інерції приведенного перерізу:

$$I_{red} = \sum I_{bi} + \alpha A_{sp} (y_0 - a)^2 = \frac{212 \cdot 2,5^3}{12} + 212 \cdot 2,5 \cdot 7,15^2 + \frac{16 \cdot 27,5^3}{12} + 16 \cdot 27,5 \cdot 7,85^2 + 9,09 \cdot 2,01 \cdot 18,1^2 = 88200 \text{ см}^4$$

Ексцентриситет прикладання сил обтиску:

$$e_{op} = y_0 - a = 21,6 - 3,5 = 18,1 \text{ см}$$

Визначення втрат попереднього напруження арматури

Перші втрати.

-від релаксації напруг в арматурі:

$$\sigma_1 = 0,05 \sigma_{sp} = 0,05 \cdot 91,8 = 4,59 \text{ кН / см}^2$$

-від різниці температур напруженої арматури і натяжних пристроїв ($t=65^\circ\text{C}$):

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

-від деформації анкерів:

$$\sigma_s = E_s \frac{\lambda}{l} = 20000 \frac{0,2}{700} = 5,71 \text{кН} / \text{см}^2$$

де $l = 700 \text{см}$ - довжина напруженого стержня.

-від швидконатікаючої повзучості:

$$p_1 = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3) = 2,01 \cdot (91,8 - 4,49 - 8,13 - 5,71) = 147,5 \text{кН}$$

$$\sigma_{bp} = \frac{p_1}{A_{red}} = \frac{147,5}{988,3} = 0,15 \text{кН} / \text{см}^2$$

$$\text{при } \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{0,15}{2,1} = 0,07 < \alpha = 0,78$$

$$\alpha = 0,25 + 0,25 R_{bp} = 0,25 + 0,25 \cdot 2,1 = 0,78$$

$$\sigma_b = 0,85 \cdot 40 \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,07 = 2,38 \text{МПа} = 0,238 \text{кН} / \text{см}^2$$

Перші втрати дорівнюють:

$$\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_6 = 4,59 + 8,13 + 5,71 + 0,238 = 18,7 \text{кН} / \text{см}^2$$

Другі втрати:

- від усадки бетону на мілкому пористому заповнювачі марки В30:

$$\sigma_8 = 60 \text{МПа} = 6,0 \text{кН} / \text{см}^2$$

- від повзучості бетону:

$$p_1 = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{los1}) = 2,01 \cdot (91,8 - 18,7) = 147 \text{кН}$$

$$\sigma_{bp} = \frac{p_1}{A_{red}} = \frac{147}{988,3} = 0,15 \text{кН} / \text{см}^2$$

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{0,15}{2,1} = 0,07 < 0,75$$

$$\sigma_9 = 150 \cdot \alpha \cdot \sigma_{bp} / R_{sp} = 150 \cdot 0,85 \cdot 0,07 = 8,93 \text{МПа} \approx 0,9 \text{кН} / \text{см}^2$$

Другі втрати складають:

$$\sigma_{los2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 6 + 0,9 = 6,9 \text{кН} / \text{см}^2$$

Повні втрати:

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 18,7 + 6,9 = 25,6 \text{кН} / \text{см}^2$$

Сила обтиску:

$$P = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) = 2,01 \cdot (791,8 - 25,6) = 133,1 \text{кН}$$

Момент опору перерізу відносно нижніх волокон:

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{88200}{21,6} = 4083 \text{см}^3$$

Відстань від ядрової точки, найбільш віддаленої від розтягнутої зони до центра приведенного перерізу:

$$r_y = 0,85 \frac{W_{red}}{A_{red}} = 0,85 \frac{4083}{988,3} = 3,5 \text{ см}$$

Пружнопластичний момент опору перерізу з полицею в стиснутій зоні:

$$W_{pl} = 1,75 W_{red} = 1,75 \cdot 4083 = 7145,3 \text{ см}^3$$

Згинаючий момент при утворенні тріщини:

$$M_{crc} = r_{bt,ser} \cdot W_{pl} + M_{rp} = 0,15 \cdot 7145,3 + 2875 = 3947 \text{ кН} \cdot \text{см} = 36,47 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{rp} = p \cdot (e_{op} + r_y) = 133,1 \cdot (18,1 + 3,5) = 2875 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Момент від повного нормативного навантаження:

$$M_n = \frac{p_n l_0^2 \gamma_n b_n}{8} = \frac{3,45 \cdot 5,87^2 \cdot 0,95 \cdot 3}{8} = 42,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$M_{crc} = 39,47 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_n = 42,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$ – в нижній зоні панелі тріщини утворюються.

Розрахунок з розкриття тріщин

Момент від дії тривалого нормативного навантаження:

$$P_{ln} = 2,58 + 0,24 + 0,07 = 2,89 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$M_{ln} = \frac{P_{ln} l_0^2 b_n}{8} = \frac{2,89 \cdot 5,87^2 \cdot 3 \cdot 0,95}{8} = 35,5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Прирошення напруження в розтягнутій арматурі від дії повного навантаження:

$$\sigma_{s1} = \frac{M_n - P \cdot (z_1 - e_{sw})}{W_s} = \frac{42,3 \cdot 100 - 133,1 \cdot (25,25 - 0)}{50,75} = 17,1 \text{ кН} / \text{см}^2,$$

$$\text{де } z_1 = h_0 - 0,5 h_f' = 26,5 - 0,5 \cdot 2,5 = 25,25 \text{ см}$$

$$W_s = A_{sp} \cdot z_1 = 2,01 \cdot 25,25 = 50,75 \text{ см}^3$$

$$e_{sw} = 0$$

Від дії тривалого навантаження:

$$\sigma_s = \frac{M_{ln} - P \cdot z_1}{W_s} = \frac{35,5 \cdot 100 - 133,1 \cdot 25,25}{50,75} = 3,7 \text{ кН} / \text{см}^2,$$

Ширина розкриття тріщин від короткочасної дії повного навантаження:

$$a_{crc1} = 20 \cdot (3,5 - 100 \mu) \delta \cdot \eta \cdot \varphi_l \frac{\sigma_{s1}}{E_s} \sqrt[3]{d} = 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot 0,005) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{17,1}{20000} \sqrt[3]{8} = 0,1026 \text{ мм}$$

$$\mu = A_{sp} / b h_0 = 2,01 / (16 \cdot 26,5) = 0,005;$$

$$\delta = \eta = \varphi_l = 1$$

d - діаметр напружуваної арматури, мм;

Ширина розкриття тріщин від короткочасної дії тривалого навантаження:

$$a_{crc2} = 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot \mu) \cdot \delta \cdot \eta \cdot \varphi_l \frac{\sigma_s}{E_s} \sqrt[3]{d} = 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot 0,005) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{3,7}{20000} \sqrt[3]{8} = 0,075 \text{ мм}$$

Ширина розкриття тріщин від постійного і тимчасового тривалого навантаження:

$$\varphi_l = 1,5$$

$$a_{crc3} = 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot 0,005) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot \frac{3,7}{20000} \sqrt[3]{8} = 0,0333 \text{ мм}$$

Нетривала ширина розкриття тріщин:

$$a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} + a_{crc3} = 0,1026 - 0,075 + 0,0333 = 0,061 \text{ мм} \leq 0,3 \text{ мм}$$

Довготривала ширина розкриття тріщин:

$$a_{crc} = a_{crc3} = 0,0333 \text{ мм} \leq 0,2 \text{ мм}$$

Умови задовольняються.

2.1.7. Розрахунок панелі на прогин

$$M_{ln} = M = 3550 \text{ кН} \cdot \text{см},$$

$$P = N_{tot} = 133,1 \text{ кН}$$

$$z_1 = h_0 - 0,5h_f' = 26,5 - 0,5 \cdot 2,5 = 25,25 \text{ см}$$

$$R_{bt,ser} = 0,15 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$M_{rp} = 3947 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$\gamma_{sp} = 1$$

$$W_{pl} = 7145,3 \text{ см}^3$$

$$e_{s,tot} = \frac{M}{N_{tot}} = \frac{3550}{133,1} = 26,7 \text{ см}$$

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser} W_{pl}}{M - M_{rp}} = \frac{0,15 \cdot 7145,3}{3550 - 2875} = 1,59 > 1,$$

Приймаємо $\varphi_m = 1$

Коефіцієнт, що характеризує нерівномірність деформацій розтягнутої зони на ділянці між тріщинами:

$$\begin{aligned} \psi_s &= 1,25 - \varphi_l \cdot \varphi_m - \frac{1 - \varphi_m^2}{(3,5 - 1,8\varphi_m) e_{s,tot} / h_0} = \\ &= 1,25 - 0,8 \cdot 1 - \frac{1 - 1^2}{(3,5 - 1,8 \cdot 1) \cdot 26,7 / 26,5} = 0,45 < 1 \end{aligned}$$

Кривизна осі при згині:

$$\frac{1}{r} = \frac{M}{h_0 z_1} \left[\frac{\psi_s}{E_s A_{sp}} + \frac{\psi_b}{\lambda_b E_b A_b} \right] - \frac{N_{tot} \psi_s}{h_0 E_s A_{sp}} = \frac{3550}{26,5 \cdot 25,25} \left[\frac{0,45}{20000 \cdot 2,01} + \frac{0,9}{0,15 \cdot 2200 \cdot 530} \right] - \frac{133,1 \cdot 0,45}{26,5 \cdot 20000 \cdot 2,01} = 30,55 \cdot 10^{-6}$$

$$A_b = b_f' h_f' = 212 \cdot 2,5 = 530 \text{ см}^2$$

Прогин панелі без впливу вигибу від повзучості бетону внаслідок обтиску, що зменшує прогин:

$$f = \frac{5}{48} l_0^2 \left(\frac{1}{r} \right) = \frac{5}{48} \cdot 587^2 \cdot 30,55 \cdot 10^{-6} = 1,1 \text{ см} < [f] = 3 \text{ см}$$

2.1.8. Конструювання панелі

При розрахунку полки підібрана сітка:

$$\frac{5Bp - I - (x200) + 100}{4Bp - I - (x250) + 100} \cdot 2940 \cdot 5900 \frac{25}{20}$$

В середніх поперечних ребрах підібрана робоча і монтажна арматура – $\varnothing 10A-I$. Поперечні стержні прийнято конструктивно діаметром 3мм Вр-I з кроком 150мм. Стержні з'єднані в плоский каркас Кр2. Крайні поперечні ребра не розраховувались. Робочу, монтажну і поперечну арматуру приймаємо аналогічно середнім поперечним ребрам (каркас Кр3).

Із розрахунку міцності поздовжніх ребер по перерізам, нахилених до поздовжньої осі, поперечні стержні прийняті конструктивно діаметром 3мм Вр-I з кроком на при опорних ділянках 15см, а в середній частині прольоту – 20см. Монтажні поздовжні стержні прийняті діаметром 8мм А-I. Стержні об'єднані в каркас Кр1.

За умов забезпечення міцності опорних вузлів панелі прийняті сітки С2.

Кінці поздовжніх ребер армуються поперечною арматурою у вигляді гнутих сіток з $\varnothing 4$ Вр-I, з кроком стержнів 100мм на довжині не менше $15d = 15 \cdot 14 = 210\text{мм}$. Для поліпшення з'єднання поздовжніх ребер з торцевими в кутах панелі встановлюють сітки, що зігнуті під прямим кутом з арматури 4Вр-I, у кожен бік вони заходять на 350мм. Вути панелі армуються сітками з 3Вр-I. В кутах розміщуються закладні деталі.

2.2. Розрахунок сегментної ферми

2.2.1. Характеристики матеріалів

- Бетон класу В55:
 $R_b = 30 \text{ МПа}, \gamma_{b2} = 0,9$
- Попередньо напружена арматура К-7 $\varnothing 15\text{мм}$:
 $R_s = 1080 \text{ МПа}$
- Арматура класу А-III:
 $R_s = R_{sc} = 365 \text{ МПа}, R_{sw} = 290 \text{ МПа}$

2.2.2. Призначення геометричних розмірів

Ширину панелі ферми приймаємо 3м з таким розрахунком, щоб ребра плит покриття опирались у вузли верхнього пояса. Висоту ферми посередині прольоту приймаємо 2450мм, що відповідає типовим формам ($H/l = 2,45/18 \approx 1/7$). Ширина перерізу верхнього і нижнього поясів $b = 250\text{мм}$, висота $h = 220\text{мм}$. Переріз косців і стійок приймаємо $b \times h = 250 \times 150\text{мм}$.

2.2.3. Визначення навантажень та зусиль

Приймаємо рівномірно розподілені розрахункові навантаження з розрахунку плити покриття з:

- постійне $g = 3\text{кПа}$;
- тимчасове короткочасне $S = 0,784\text{кПа}$;
- тимчасове тривале (пилове) $d = 0,091\text{кПа}$
- від власної ваги ферми (вага ферми за довідником складає 8т)
 $p = 8/17,94 = 0,45\text{т} = 4,5\text{кН}$.

При ширині панелей ферми 3м і кроці ферм 6м, вантажна площа на вузол: $6 \times 3 = 18\text{м}^2$.

Розрахункові вузлові навантаження:

- від постійного рівномірно розподіленого навантаження з урахуванням власної ваги ферми:

$$G = 3 \cdot 18 + 0,091 \cdot 18 + 4,5 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 69,75\text{кН}$$

- від короткочасного рівномірно розподіленого навантаження:
 $V = 0,784 \cdot 18 = 14,11\text{кН}$

- повне розрахункове вузлове навантаження:

$$P = G + V = 69,75 + 14,11 = 83,86\text{кН}$$

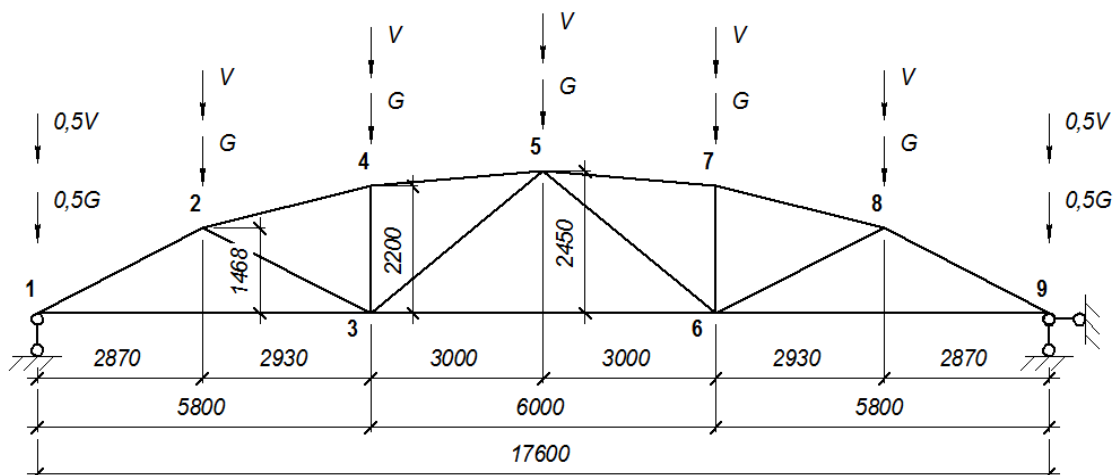


Рис. 2.2.2.1 – Розрахункова схема ферми

Розрахунок ведемо за I групою граничних станів.

Визначення зусиль при повних навантаженнях

СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПЛОСКОЙ ФЕРМЫ

Имя задачи: 1.dan 12:27:54 04-17-2025

Исходные данные задачи:

Количество узлов фермы - 9

Количество стержней фермы - 15

Количество опорных связей - 3

Координаты узлов, узловые нагрузки, опорные стержни
(м, кН, град)

NU	X	:	Y		Rx	:	Ry		NU	:	BETA
1	0.00	:	0.00		0.00	:	41.93		1	:	90.0
2	2.87	:	1.47		0.00	:	83.86		9	:	90.0
3	5.80	:	0.00		0.00	:	0.00		9	:	180.0
4	5.80	:	2.20		0.00	:	83.86				
5	8.80	:	2.45		0.00	:	83.86				
6	11.80	:	0.00		0.00	:	0.00				
7	11.80	:	2.20		0.00	:	83.86				
8	14.73	:	1.47		0.00	:	83.86				
9	17.60	:	0.00		0.00	:	41.93				

Информация о стержнях фермы.

102 103 203 204 304 305 306 405 506 507
607 608 609 708 809

Усилия в стержнях фермы, кН.					Опорные реакции, кН	
1. Ст.	1 - 2	N =	-459.884		R 1 =	251.580
2. Ст.	1 - 3	N =	409.317		R 2 =	251.580
3. Ст.	2 - 3	N =	35.478		R 3 =	0.000
4. Ст.	2 - 4	N =	-454.509			
5. Ст.	3 - 4	N =	-10.732			
6. Ст.	3 - 5	N =	-8.186			
7. Ст.	3 - 6	N =	447.367			
8. Ст.	4 - 5	N =	-442.556			
9. Ст.	5 - 6	N =	-8.186			
10. Ст.	5 - 7	N =	-442.556			
11. Ст.	6 - 7	N =	-10.732			
12. Ст.	6 - 8	N =	35.478			
13. Ст.	6 - 9	N =	409.317			
14. Ст.	7 - 8	N =	-454.510			
15. Ст.	8 - 9	N =	-459.884			

Примечания:

1. Растягивающие усилия в стержнях считаются положительными.

2. Реакции считаются положительными, если они направлены к опорному узлу фермы.

Визначення зусиль при постійних і тимчасових тривалих навантаженнях

СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПЛОСКОЙ ФЕРМЫ

Имя задачи: 2.dan 12:28:03 04-17-2025

Исходные данные задачи:

Количество узлов фермы - 9
Количество стержней фермы - 15
Количество опорных связей - 3

Координаты узлов, узловые нагрузки, опорные стержни
(м, кН, град)

NU	X	:	Y		Rx	:	Ry		NU	:	BETA
1	0.00	:	0.00		0.00	:	34.88		1	:	90.0
2	2.87	:	1.47		0.00	:	69.75		9	:	90.0
3	5.80	:	0.00		0.00	:	0.00		9	:	180.0
4	5.80	:	2.20		0.00	:	69.75				
5	8.80	:	2.45		0.00	:	69.75				
6	11.80	:	0.00		0.00	:	0.00				
7	11.80	:	2.20		0.00	:	69.75				
8	14.73	:	1.47		0.00	:	69.75				
9	17.60	:	0.00		0.00	:	34.88				

Информация о стержнях фермы.

102 103 203 204 304 305 306 405 506 507
607 608 609 708 809

Усилия в стержнях фермы, кН.

Опорные реакции, кН

1. Ст.	1 - 2	N =	-382.505	R 1 =	209.255
2. Ст.	1 - 3	N =	340.446	R 2 =	209.255
3. Ст.	2 - 3	N =	29.509	R 3 =	0.000
4. Ст.	2 - 4	N =	-378.035		
5. Ст.	3 - 4	N =	-8.926		
6. Ст.	3 - 5	N =	-6.808		
7. Ст.	3 - 6	N =	372.095		
8. Ст.	4 - 5	N =	-368.093		
9. Ст.	5 - 6	N =	-6.808		
10. Ст.	5 - 7	N =	-368.093		
11. Ст.	6 - 7	N =	-8.926		
12. Ст.	6 - 8	N =	29.508		
13. Ст.	6 - 9	N =	340.447		
14. Ст.	7 - 8	N =	-378.035		
15. Ст.	8 - 9	N =	-382.506		

Примечания:

1. Растягивающие усилия в стержнях считаются положительными.
2. Реакции считаются положительными, если они направлены к опорному узлу фермы.

2.2.4. Розрахунок елементів ферми

Розрахунок нижнього поясу

Максимальне розтягуюче зусилля приймаємо як для стержня 3-6 $N = 447,4 \text{ кН}$.

Визначаємо площу перерізу напруженої арматури, використовуючи канати класу К-7 та прийнявши $\gamma_{s6} = 1,15$:

$$A_{sp} = \frac{N}{R_s \cdot \gamma_{s6}} = \frac{447400}{1100 \cdot 100 \cdot 1,15} = 3,54 \text{ см}^2$$

приймаємо 4Ø12 К-7 з $A_{sp} = 4 \cdot 0,906 = 3,624 \text{ см}^2$.

Крім цього нижній пояс армуємо конструктивно гнутими сітками зі сталі А-І Ø6 мм.

Розрахунок верхнього поясу

Максимальне стискуjące зусилля – в стержнях 1-2 та 8-9 $N = -460 \text{ кН}$.

Зусилля в інших стержнях верхнього поясу ферми мало відрізняються від цього значення тому з метою уніфікації конструктивних рішень всі елементи верхнього поясу розраховуємо на максимальну вказану стискующую силу.

У зв'язку з відсутністю з розрахункового ексцентриситету, визначаємо випадковий ексцентриситет:

$$e_a = h/30 = 22/30 = 0,73 \text{ см}$$

$$e_a = l/600 = 322,4/600 = 0,54 \text{ см}$$

$$e_a = 1 \text{ см}$$

приймається найбільше значення $e_0 = 1 \text{ см}$.

Тому що $e_0 = 1 \text{ см} < h/8 = 22/8 = 2,75$ розрахункова довжина стержня $l_0 = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 322,4 = 290,2 \text{ см}$.

При відношенні $l_0/h = 290,2/22 = 13,2 < 20$ - розрахунок виконуємо як для стиснутого елемента з випадковим ексцентриситетом. В цьому разі спочатку призначаємо симетричне армування, а потім перевіряємо міцність елемента.

Попередньо задаємося за конструктивними вимогами відсотком армування $\mu = 1\%$ і визначаємо для площі перерізу поясу:

$$A_{s,tot} = A_s + A_s' = \mu \cdot A = 0,010 \cdot 25 \cdot 22 = 5,5 \text{ см}^2$$

Що відповідає 4Ø14 А-ІІІ з $A_s = 6,16 \text{ см}^2$.

Коефіцієнт $\alpha_s = R_{sc} \cdot A_{s,tot} / R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot A = 365 \cdot 100 \cdot 6,16 / 30 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 22 = 0,15$.

Співвідношення $N_l / N = 382,5 / 460 = 0,83 \approx 1$.

Коефіцієнти $\varphi_0 = 0,835$, $\varphi_{sb} = 0,83$.

Коефіцієнт

$$\varphi = \varphi_0 + 2 \cdot (\varphi_{sb} - \varphi_0) \cdot \alpha_s = 0,835 + 2 \cdot (0,83 - 0,835) \cdot 0,15 = 0,8335 > \varphi_{sb} = 0,83.$$

Приймаємо $\varphi = 0,83$ та перевіряємо міцність верхнього поясу за:

$$N \leq \varphi \cdot (R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot A + R_{sc} \cdot A_{s,tot})$$

$$460000H < 0,83 \cdot (30 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 22 + 365 \cdot 100 \cdot 6,16) = 1419167H,$$

умова виконується, приймаємо для армування верхнього поясу 4Ø14 А-III.

Для поперечного армування верхнього поясу приймаємо сталь класу А-I Ø6мм. Крок поперечних стержнів конструктивно приймаємо 200мм, що узгоджується з вимогами:

$$S \leq 500\text{мм}$$

$$S \leq 20d = 20 \cdot 14 = 280\text{мм}$$

Розрахунок елементів решітки

Виконаємо розрахунок косців 2-3 та 6-8, які розтягнуті максимальним зусиллям $N = 35,5\text{кН}$.

Потрібна площа перерізу робочої арматури:

$$A_{sp} = \frac{N}{R_s} = \frac{35500}{365 \cdot 100} = 0,97\text{см}^2$$

приймаємо конструктивно 4Ø10 А-III з $A_s = 3,14\text{см}^2$.

Для поперечного армування приймаємо сталь класу А-I Ø6мм. Крок поперечних стержнів приймаємо 150 мм.

Для стиснутих стійок 3-4 і 6-7 $N = 10,7\text{кН}$.

Визначаємо випадковий ексцентриситет:

$$e_a = h/30 = 15/30 = 0,5\text{см}$$

$$e_a = l/600 = 220/600 = 0,37\text{см}$$

$$e_a = 1\text{см}$$

Приймається найбільше значення: $e_0 = 1\text{см}$.

Тому що $e_0 = 1\text{см} < h/8 = 15/8 = 1,9$

Розрахункова довжина стержня $l_0 = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 220 = 198\text{см}$.

При відношенні $l_0/h = 198/15 = 13,2 < 20$ - розрахунок виконуємо як для стиснутого елемента з випадковим ексцентриситетом.

Попередньо задаємося за конструктивними вимогами відсотком армування $\mu = 1\%$ і визначаємо для площі перерізу стійки:

$$A_{s,tot} = A_s + A_s' = \mu \cdot A = 0,01 \cdot 25 \cdot 15 = 3,75\text{см}^2, \text{ що відповідає } 4\text{Ø}12 \text{ А-III з } A_s = 4,52\text{см}^2.$$

Коефіцієнт $\alpha_s = R_{sc} \cdot A_{s,tot} / R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot A = 365 \cdot 100 \cdot 4,52 / 30 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 15 = 0,16$.

Співвідношення $N_l / N = 8,9/10,7 = 0,83 \approx 1$.

Коефіцієнти $\varphi_0 = 0,835$, $\varphi_{sb} = 0,83$.

Коефіцієнт $\varphi = \varphi_0 + 2 \cdot (\varphi_{sb} - \varphi_0) \cdot \alpha_s = 0,835 + 2 \cdot (0,83 - 0,835) \cdot 0,16 = 0,833 > \varphi_{sb} = 0,83$.

Приймаємо $\varphi = 0,83$ та перевіряємо міцність верхнього поясу:

$$N \leq \varphi \cdot (R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot A + R_{sc} \cdot A_{s,tot})$$

$$10700H < 0,83 \cdot (30 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 15 + 365 \cdot 100 \cdot 4,52) = 977308H,$$

умова виконується, приймаємо для армування верхнього поясу 4Ø12 А-III.

Для поперечного армування верхнього поясу приймаємо сталь класу А-I Ø6мм. Крок поперечних стержнів конструктивно приймаємо 150мм, що узгоджується з вимогами:

$$S \leq 500\text{мм}$$

$$S \leq 20d = 20 \cdot 12 = 240\text{мм}$$

Розрахуємо стиснуті косці 3-5 і 5-6, $N = 8,2\text{кН}$. Геометрична довжина косця $l = 387\text{см}$. Випадковий ексцентриситет:

$$e_a = h/30 = 15/30 = 0,5\text{см}$$

$$e_a = l/600 = 387/600 = 0,645\text{см}$$

$$e_a = 1\text{см}$$

приймається найбільше значення $e_0 = 1\text{см}$.

Тому що $e_0 = 1\text{см} < h/8 = 15/8 = 1,9$

розрахункова довжина стержня $l_0 = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 387 = 348\text{см}$.

При відношенні $l_0/h = 348/15 = 23,2 > 20$ - розрахунок виконуємо як для позацинтрово стиснутого елемента.

$$\text{Радіус інерції } i = \sqrt{h^2/12} = \sqrt{15^2/12} = 4,33\text{см}.$$

Відношення $l_0/i = 348/4,33 = 80,4 > 14$ - необхідно врахувати вплив прогину елемента на значення ексцентриситета поздовжньої сили.

При симетричному армуванні, коли $A_s = A_s'$ і $R_s = R_{sc}$ площу перерізу арматури можна обчислити за формулою, прийнявши $\xi = x/h_0 \approx 1$ і $\eta = 1$.

$$\text{Розрахунковий ексцентриситет } e = e_0 \cdot \eta + \left(\frac{h}{2}\right) - a = 1 \cdot 1 + \left(\frac{15}{2}\right) - 3 = 5,5\text{см}$$

Робоча висота $h_0 = h - a = 15 - 3 = 12\text{см}$. Визначаємо симетричне армування:

$$A_s = A_s' = (N \cdot e - R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot S_0) / R_{sc} \cdot (h_0 - a'),$$

$$\text{де } S_0 = 0,5 \cdot b \cdot h^2 = 0,5 \cdot 25 \cdot 15^2 = 2812,5\text{см}^3$$

$$A_s = A_s' = (8200 \cdot 5,5 - 30 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 2812,5) / 365 \cdot 100 \cdot (12 - 3) = < 0,$$

з конструктивних міркувань приймаємо 4Ø10 з $A_s = 3,14\text{см}^2$.

Процент армування $\mu = 100 \cdot 3,14 / 25 \cdot 15 = 0,84\% > \mu_{\min} = 0,2\%$.

Поперечне армування – Ø6 А-I, крок 150 мм.

2.2.5. Розрахунок і конструювання вузлів ферми

Опорний вузол

Необхідна площа перерізу поздовжньої напружуваної арматури у нижньому поясі в межах опорного вузла при розтягуючому зусиллі в стержні 1-3 $N = 409,3 \text{ кН}$:

$$A_s = \frac{0,2 \cdot N}{R_s} = \frac{0,2 \cdot 409300}{365 \cdot 100} = 2,24 \text{ см}^2$$

приймаємо 4Ø10 А-III з $A_s = 3,14 \text{ см}^2$

Теоретично необхідна довжина анкерування цієї арматури у вузлі складає:

$l_{an,s} = 35d = 35 \cdot 1 = 35 \text{ см}$, що не перевищує фактичне середнє значення анкерування, визначене графічно на рис.2 ($l_{an,s}^f = 37,2 \text{ см}$).

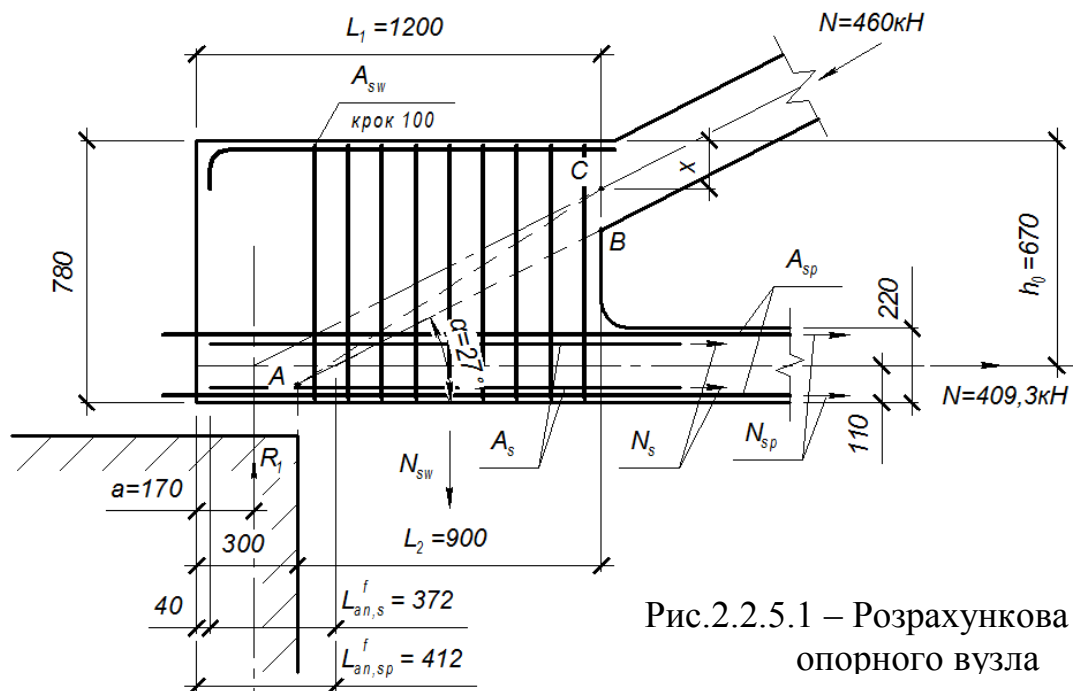


Рис.2.2.5.1 – Розрахункова схема опорного вузла

Співвідношення $l_{an,s}^f / l_{an,s} = 37,5 / 35 = 1,07 > 1$ - для подальших розрахунків приймаємо 1.

Теоретично необхідна довжина анкерування попередньо напружуваної арматури (К-7) діаметром 12мм $l_{an,sp} = 150 \text{ см}$. Фактичне середнє значення $l_{an,sp}^f = 41,2 \text{ см}$.

Розрахункове зусилля попередньо напруженої арматури:

$$N_{sp} = A_{sp} \cdot R_{sp} \cdot l_{an,sp}^f / l_{an,sp} = 3,624 \cdot 1100 \cdot 100 \cdot 41,2 / 150 = 109493 \text{ Н}$$

Розрахункове зусилля в ненапружуваній арматурі:

$$N_s = A_s \cdot R_s \cdot l_{an,s}^f / l_{an,s} = 3,14 \cdot 365 \cdot 100 \cdot 1 = 114610 \text{ Н}$$

Розрахункове зусилля в поперечних стержнях на довжині від грані опори до внутрішньої грані вузла при визначеному куті нахилу лінії відриву АВ:

$$\alpha = 27^0, \operatorname{ctg} \alpha = 1,96$$

$$N_{sw} = (N - N_{sp} - N_s) / \operatorname{ctg} \alpha = (409300 - 109493 - 114610) / 1,96 = 94488H$$

При двох каркасах у вузлі і кроці поперечних стержнів 100 мм, їх кількість, що перетинається лінією АВ (за винятком стержнів, розташованих ближче як за 10 см від точки А) $n = 2 \cdot 8 = 16шт$.

Площа перерізу одного поперечного стержня:

$$A_{sw} = \frac{N_{sw}}{n \cdot R_{sw}} = \frac{94488}{16 \cdot 290 \cdot 100} = 0,2 \text{ см}^2,$$

з конструктивних міркувань приймаємо $\varnothing 10$ А-III, $A_{sw} = 0,785 \text{ см}^2$, крок 100 мм.

Фактичне зусилля, що сприймається прийнятою поперечною арматурою:

$$N_{sw}^f = n \cdot A_{sw} \cdot R_{sw} = 16 \cdot 0,785 \cdot 290 \cdot 100 = 364240H.$$

При визначеному армуванні вузла, міцність на згин в похилому перерізі (по лінії АС за рис.2) буде забезпечена, якщо виконується умова:

$$R_1 \cdot (l_1 - a) \leq N_{sw}^f \cdot (l_2 - 10) / 2 + [N_s \cdot (h_{os} - x / 2) + N_{sp} \cdot (h_{op} - x / 2)],$$

де $R_1 = 251,6 \text{ кН}$ - опорна реакція ферми

$$h_{os} = h_{op} = h_0 = 67 \text{ см}$$

x - висота стиснутої зони в похилому перерізі:

$$x = (N_{sp} + N_s) / R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b = \frac{109493 + 114610}{30 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 25} = 3,32 \text{ см}$$

Перевіряємо міцність на згин в похилому перерізі:

$$251600 \cdot (120 - 17) = 25914800H \cdot \text{см} < 364240 \cdot (90 - 10) / 2 + [114610 \cdot (67 - 3,32 / 2) + 109493 \cdot (63 - 3,32 / 2)] = 29212490H \cdot \text{см}$$

умова виконується, міцність на згин в похилому перерізі забезпечена.

Проміжний вузол

Арматуру першого проміжного вузла верхнього поясу розраховуємо за схемою, зображеною на рис. 2.2.5.2.

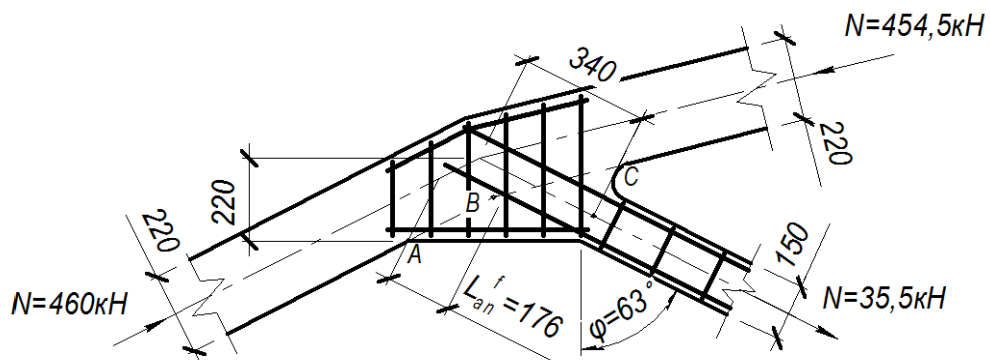


Рис. 2.2.5.2 – Розрахункова схема 1-го проміжного вузла верхнього поясу

Теоретично необхідна довжина анкерування стержнів $\varnothing 10$ А-III, якими армується розтягнутий косець, у вузлі за лінією ABC $l_{an} = 35d = 35 \cdot 1 = 35 \text{ см}$, а фактична довжина анкерування складає 17,6 см. Необхідне поперечне армування вузла за розрахунком.

Розрахункове зусилля в поперечних стержнях вузла визначається за:

$$N_{sw} = N \cdot [1 - (k_2 \cdot l_{an}^f + a) / k_1 \cdot l_{an}] / \cos \varphi,$$

$k_2 = 1$ - для вузлів верхнього поясу

a - умовне збільшення довжини анкерування розтягнутої арматури косця, при наявності на кінці двох коротишів.

$$a = 5d = 5 \cdot 1 = 5 \text{ см}$$

$$k_1 = \frac{\sigma_s}{R_s} = \frac{113}{365} = 0,31$$

$$\left(\sigma_s = \frac{N}{A_s} = \frac{35500}{3,14} = 11306 \text{ Н / см}^2 = 113 \text{ МПа} \right)$$

$$\varphi = 63^\circ, \cos \varphi = 0,454$$

Визначаємо:

$$N_{sw} = 35,5 \cdot [1 - (1 \cdot 17,6 + 5) / 0,31 \cdot 35] / 0,454 = 84,7 \text{ кН}$$

Кількість поперечних стержнів у двох каркасах, що перетинаються лінією ABC при кроці 100 мм $n = 2 \cdot 7 = 14 \text{ шт}$.

Площа перерізу одного поперечного стержня:

$$A_{sw} = \frac{N_{sw}}{n \cdot R_{sw}} = \frac{84700}{14 \cdot 290 \cdot 100} = 0,2 \text{ см}^2$$

приймаємо $\varnothing 6$ А-III з $A_{sw} = 0,283 \text{ см}^2$.

Розраховуючи обвідну арматуру вузла, попередньо визначаємо умовне зусилля: $N_{os} = 0,04 \cdot N = 0,04 \cdot 35,5 = 1,42 \text{ кН}$

та призначаємо розрахункове напруження обвідної арматури $R_{os} = 90 \text{ МПа}$, встановлене з умови обмеження ширини розкриття тріщин.

Площа поперечного перерізу одного обвідного стержня (при їх кількості у вузлі $n = 2 \text{ шт}$)

$$A_{os} = \frac{N_{os}}{n \cdot R_{os}} = \frac{1420}{2 \cdot 90 \cdot 100} = 0,1 \text{ см}^2$$

з конструктивних міркувань приймаємо $\varnothing 10$ А-III з $A_s = 0,785 \text{ см}^2$.

3.1. Техніко-економічні порівняння варіантів кранів

Собівартість механізованих робіт на об'єкті визначається за формулою:

$$C_0 = 1,08 \left(\sum C_{м-зм} T_i + C_d \right) + 1,5 Z_{пл}, \text{ грн}$$

де C_d – витрати, пов'язані з улаштуванням та розбиранням підкранової колії, кабельних лотків та інших споруд (для самохідних кранів $C_d = 0$);

$C_{м-зм}$ – собівартість експлуатації крана кожного типу;

T_i – час роботи крана кожного типу на об'єкті (за калькуляцією), зм;

1,08 та 1,5 – коефіцієнти загально будівельних накладних витрат;

$\sum Z_{пл}$ – заробітна плата монтажників (підсумкова сума за калькуляцією).

$$C_{м-зм}^{КС-7362} = 40,43 \text{ грн} (202 - 1439)$$

$$C_{м-зм}^{СКГ-50} = 40,31 \text{ грн} (202 - 1244)$$

$$C_{м-зм}^{МКТ-6-45} = 30,65 \text{ грн} (202 - 1243)$$

$$C_{м-зм}^{Э-12588} = 36,87 \text{ грн} (202 - 1438)$$

Для 1-го варіанту (пневмоколісних кранів):

$$C_0^1 = 1,08(40,43 * (333,71 + 122,71) + 40,43 * 356,87 + 30,65 * 862,94) + 1,5 * 142952,31 = 278505,325 \text{ грн}$$

Для 2-го варіанту (гусеничних кранів):

$$C_0^2 = 1,08(40,31 * (333,71 + 122,71) + 40,31 * 356,87 + 36,87 * 862,94) + 1,5 * 142952,31 = 284196,808 \text{ грн}$$

Отже, більш економічним є перший варіант, тому приймаємо його для виконання монтажних робіт.

4.1. Визначення обсягів робіт, матеріалів та виробів

Розташування та кількість монтажних елементів визначаємо за схемами розміщення конструкцій.

Визначаючи об'єми будівельних робіт, слід враховувати обсяги робіт, супроводжуваних монтажем: замонолічування колон в стакани фундаментів, замонолічення стиків фундаментних балок, електрозварювання стиків підкранових балок з колонами, електрозварювання стиків несучих і огорожуючих елементів покриття (ферм, плит), заливку швів стінових панелей або блоків.

Таблиця 4.1.1 – Відомість обсягів робіт

№ за/п	Назва робіт	Одиниця виміру	Формула підрахунку	Для збірних елементів	
				Маса, т	Об'єм, м
1	Монтаж колон масою до 10т до 18т до 30т	шт.	18 48 36	130,26 580,8 777,6	52,08 231,36 313,92
2	Заробка стиків колон з фундаментом	шт.	102		
3	Монтаж підкранових балок до 5т	шт.	88	396,6	146,08
4	Електрозварювання стиків балки і консолі колони	10мп.	$88 \times 1,1/10 = 9,68$		
5	Монтаж ферм 18 м 24 м 30 м	шт.	16 18 16	124,8 219,6 267,2	49,76 88,2 107,2
6	Електрозварювання стиків кроквяних ферм з колонами	10мп.	$1 \times 50/10 = 5$		
8	Монтаж плит покриття	шт.	352	809,6	376,64
9	Електрозварювання стиків плит покриття і крокв. констр.	10мп.	$0,2 \times 352/10 = 7,04$		
10	Заробка швів плит покриття	100мп.	$N = ((a + b) \times n + P/2)/100 = ((6 + 3) \times 352 + 338/2)/100 = 33,37$		
11	Монтаж стінових панелей 6×0,9м	шт.	1064	851,2	319,2
12	Електрозварювання стиків панелей з колонами	10мп.	$0,2 \times 1064/10 = 21,28$		
13	Заробка швів стінових панелей зовнішніх внутрішніх	10мп.	$M = ((a + b) \times n + P)/10 = ((6 + 0,9) \times 1064 + 338)/10 = 767,96$		

14	Монтаж фундаментних балок 6м	шт.	56	84	33,6
15	Монтаж стійок воріт	шт.	12	17,28	6,91
16	Монтаж ригелів воріт	шт.	6	18,48	7,39
17	Електрозварювання стиків ригелів і стійок воріт	10 мп.	$0,6 \times 6 / 10 = 0,36$		
18	Розвантаження з/б конструкцій	шт.	1832	4276,36	1732,34

Таблиця 4.1.2 – Відомість потреби в матеріалах, výroбах

№ за/п	Табл. ДБН	Назва робіт	Вимірник	К-ть	Назва потрібних матеріалів	Од. вим.	Норма витрат	Загальна потреба
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	7-5-14	Монтаж колон прямокутного перерізу масою до 10т	100шт	0,66	-колони -прокат -електроди -лісоматер -бетон	т т т м ³ м ³	100 0,444 0,024 0,32 17,2	18 0,07992 0,00432 0,0576 3,096
2	7-6-11	Монтаж колон двогілкових масою до 30т	100шт	0,36	-колони -прокат -електроди -лісоматер -бетон	т т т м ³ м ³	100 0,444 0,026 0,48 131	84 0,37296 0,02184 0,4032 110,04
3	7-9-12	Укладання підкранових балок масою до 5 т	100 шт.	0,88	-підкр.балки -вироби монт. -електроди	шт. т т	100 1,81 0,33	88 1,5928 0,2904
4	7-12-9	Укладання ферм прогоном 18м	100шт	0,16	-збірні ЗБК -електроди -монт. вироби	шт. т т	100 0,16 2,52	16 0,0256 0,4032
6	7-12-21	Укладання ферм прогоном 24 м	100шт	0,18	-збірні ЗБК -електроди -монт. вироби	шт. т т	100 0,16 3,52	18 0,0288 0,6336
7	7-12-25	Укладання ферм прогоном 30 м	100шт	0,16	-збірні ЗБК -електроди -монт. вироби	шт. т т	100 0,16 3,52	16 0,0256 0,5632
8	7-13-7	Монтаж плит покриття довжиною до 12 м та площею до 20 м ²	100шт	3,52	-плити покр. -проволока -руберойд. -електроди -рогожа -лісомат. -монт. вироби -бетон -розчин	шт т м ² т м ² м ³ т м ³ м ³	100 0,0254 56,2 0,02 60 0,432 0,12 8,5 0,2	352 0,089408 197,824 0,0704 211,2 1,52064 0,4224 29,92 0,704
9	7-16-1	Монтаж стінових панелей довжиною до 7м, площею до 10м ²	100шт	10,64	-стінові пан. -електроди -монт. вироби	шт т т	100 0,1 0,2	1064 1,064 2,128
10	7-1-15	Монтаж фундаментних балок до 6м	100шт	0,56	-балки -цвяхи -проволока -солідол «Ж» -лісоматер. -щити -бетон -розчин	шт т т т м ³ м ² м ³ м ³	100 0,0027 0,001 0,0093 0,06 5,65 3,05 0,42	56 0,001512 0,00056 0,005208 0,0336 3,164 1,708 0,2352
11	7-19-1	Герметизація швів стінових панелей	100мп.	76,79	-розчин	м ³	0,84	64,5036

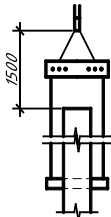
Таблиця 4.1.3 – Зведена відомість потреби в матеріалах

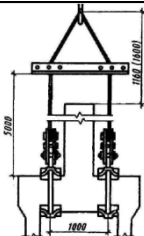
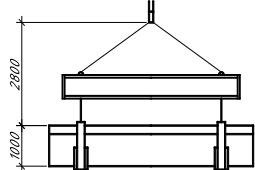
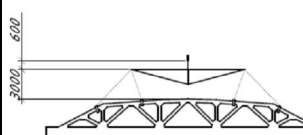
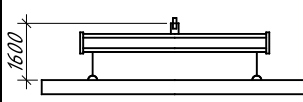
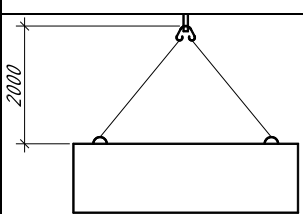
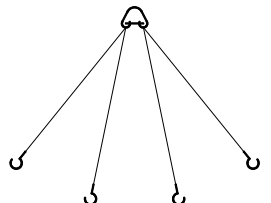
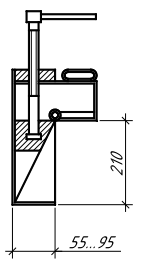
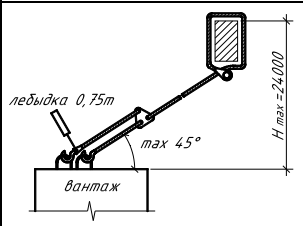
№ за/п	Назва матеріалів	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Колони	шт	102
2	Підкранові балки	шт.	88
3	Кроквяні конструкції	шт.	50
4	Плити покриття	шт.	352
5	Фундаментні балки	шт.	56
6	Стінові панелі	шт.	1064
7	Ригелі воріт	шт.	6
8	Стійки воріт	шт.	12
9	Бетон	м ³	144,764
10	Розчин	м ³	65,4428
11	Монтажні вироби	т	5,7432
12	Прокат	т	0,4528
13	Електроди	т	1,53096
14	Лісоматеріали	м ³	2,01504
15	Щити	м ²	3,164
16	Руберойд	м ²	197,824
17	Солідол	т	0,00521
18	Цвяхи	т	0,00521
19	Рогожа	м ²	211,2

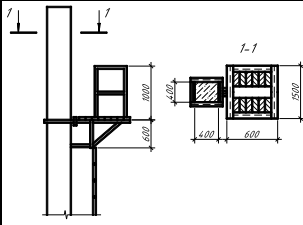
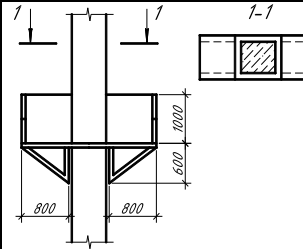
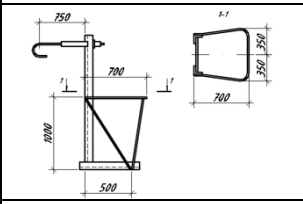
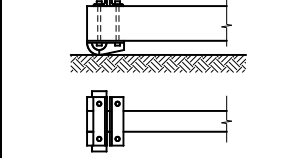
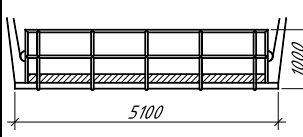
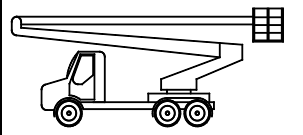
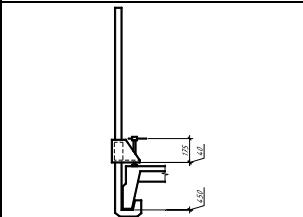
4.2. Вибір вантажопідйомних механізмів та монтажного оснащення

Підбір монтажного обладнання (стропи, траверси, зачепи), допоміжного обладнання вивірки та тимчасового закріплення елементів збірних конструкцій (блоки, поліспасти, струбцини, домкрати, лебідки, кондуктори, інвентарні розпірки, підкоси, розчалки, їх якоря та ін.) та засобів підмашування для монтажників (підмости, приставні та навесні площадки, драбини) здійснюємо в табл. 4.2.1.

Таблиця 4.2.1 – Відомість монтажного обладнання

№	Елемент	Маса, т	Ескіз	Назва монтажних пристосувань	Характеристика		
					Вантажність, т	Маса, т	Розрахункова висота, м
1	Колони суцільні	11,4		Траверса уніфікована, ЦНПОМТП РЧ-455-69	16	0,33	1,5

2	Колони двохгілкові	13,5 21,6		Траверса ПІ Промстальконструкція, 20527М-13	30	0,45	1,6
3	Підкранові балки 6 м	4,2		Траверса, ПК Главстальконструкція, 185	5	0,39	2,8
4	Кроквяні ферми прольотом 30 м	16,7		Траверса, ПІ Промстальконструкція, 506277	20	1,35	4,3
5	Вкладання плит покриття довжиною 6 м	2,3		Траверса, ПІ Промстальконструкція, 15946Р-13	4	0,53	1,6
6	Установлення стінових панелей довжиною 6 м	0,8		Строп двух гілковий, ГОСТ 19144-73	3	0,01	2
7	Вивантаження і розкладання конструкцій	до 3 до 5		Строп чотирьохгілковий, ПІ Промстальконструкція, 21059М-28	3 5	0,09 0,22	4,2 9,3
8	Вивірка і тимчасове кріплення колон в стаканах фундаментів	-		Клиновий вкладиш, ЦНШОМТП, №7	-	0,01	-
9	Тимчасове кріплення колон, балок	-		Розчалка, ПІ Промстальконструкція, 2008-09	-	0,1	-

10	Забезпечення робочого місця на висоті	-		Навісна площадка з підвісною дробиною, ПК Главстальконструкція, 229	-	0,12	-
11	Забезпечення робочого місця на висоті	-		Навісні підмости, ПП Промстальконструкція, 1942Р	-	0,04	-
12	Забезпечення робочого місця на висоті	-		Навісна люлька, ПП Промстальконструкція, 21059М	0,1	0,06	-
13	Вивід колони з положення „плашмя” в вертикальне положення	-		Опорне прилаштування (ПКК треста Сібстальконструкція) №2008-01;02;04	-	0,77	-
14	Підйом робочих, інструментів та матеріалів при монтажі стінових	-		Люлька (ПП Промстальконструкція, №4533)	0,5	-	-
15	Виконання робіт на висоті до 19 м	-		Монтажна вишка з шарнірною стрілою МШТС-2 на автомобілі ЗИЛ-157	0,4	11400	17,8
16	Забезпечення робочого місця на висоті	-		Тимчасове огороження, ПП Промстальконструкція, 4570Р-2	-	-	-

4.3. Вибір монтажних кранів

Будівельні вантажопідйомні крани (один або декілька), необхідні для виконання монтажних робіт. Їх потрібно підбирати за монтажними параметрами конструкцій, що монтують. До основних монтажних параметрів самохідних стрілових кранів відносять: потрібну висоту підймання гака монтажу тої чи іншої конструкції H_m , потрібну монтажну вагу Q , потрібну довжину стріли крана L .

4.3.1. Розрахунок потрібної висоти підймання гаку

Потрібну монтажну висоту підймання гака крану для будь-якої конструкції, що монтують визначають за формулою:

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

h_1 – висота від рівня розміщення монтажного крану до відмітки опори, на яку встановлюється елемент;

h_2 – підвищення нижнього торця вертикального елемента над рівнем опори перед опусканням його на місце (0,5-1,0м);

h_3 – висота елемента, що монтують, приймають за даними специфікації збірних залізобетонних елементів (Таблиця 1);

h_4 – конструктивна висота вантажозахватних пристроїв (стропів, зачепів, траверс), приймають за даними відомості монтажних пристосувань.

4.3.2. Розрахунок потрібної вантажопідйомності крану

Потрібну вантажопідйомність крану визначають з формули:

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4$$

q_1, q_2, q_3, q_4 - вага відповідно елемента, що монтують, стропів та захватних пристосувань; монтажних пристосувань (розчалок, підмостків, кондукторів та ін.).

Розрахунок потрібного вильоту та довжини стріли крану для монтажу вертикальних елементів (колон, балок, ферм, стінових панелей).

Довжина стріли визначається по конструкції, яка вимагає найбільшої висоти підймання крюка:

$$L = \frac{h_1 + h_{oc} + h}{\sin \alpha} + \frac{h_3 + h_4 + h_5}{\sin \alpha}$$

h_1 – різниця між відмітками стоянки крану та монтуємої конструкції;

h_{oc} – відстань від основи крану до осі п'яти стріли (1,0-1,5м);

h – потрібна додаткова висота підймання конструкції (0,5-1,0м);

h_5 – довжина поліспада крану (1,5-2,0м);

α – оптимальний кут підймання стріли (75°).

Виліт стріли крану визначають з формули:

$$l = L / \cos \alpha + l_{ш}$$

l ш – відстань від п'яти стріли до місця стоянки крану (1,5м).

Розрахунок:

Для колон

Потрібна висота підйому гака:

$$H_r^{пот} = 0 - 1,5 + 1 + 19,35 + 1,6 = 20,45\text{м}$$

Потрібна вантажопідйомність крану:

$$q = 21,6 + 0,45 = 22,05\text{т}$$

Довжина стріли

$$L_c = \frac{0 - 1,5 + 1 + 19,35 + 1,6}{\sin 75} \approx 21,17\text{м}$$

Потрібний виліт стріли:

$$l_n^{пот} = 21,17 * \cos 75 + 1,5 \approx 6,97\text{м}$$

Для підкранових балок

Потрібна висота підйому гака:

$$H_r^{пот} = 14,25 - 1,5 + 1 + 2,8 = 16,55\text{м}$$

Потрібна вантажопідйомність крану:

$$q = 4,2 + 0,39 = 4,59\text{т}$$

Довжина стріли

$$L_c = \frac{14,25 - 1,5 + 1 + 1 + 2,8 + 1,5}{\sin 75} \approx 19,72\text{м}$$

Потрібний виліт стріли:

$$l_B^{пот} = 19,72 * \cos 75 + 1,5 \approx 6,60\text{м}$$

Для фундаментних балок

Потрібна висота підйому гака:

$$H_r^{пот} = 0 - 1,5 + 1 + 0,45 + 2 = 2,76\text{м}$$

Потрібна вантажопідйомність крану:

$$q = 1,5 + 0,1 = 1,6\text{т}$$

Довжина стріли

$$L_c = \frac{0 - 1,5 + 1 + 0,45 + 2 + 1,5}{\sin 75} \approx 2,54\text{м}$$

Потрібний виліт стріли:

$$l_E^{пот} = 2,54 * \cos 75 + 1,5 \approx 2,16\text{м}$$

Для стінових панелей

Потрібна висота підйому гака:

$$H_r^{пот} = 18,9 - 1,5 + 1 + 0,9 + 2 = 21,3\text{м}$$

Потрібна вантажопідйомність крану:

$$g = 0,8 + 0,02 = 0,82\text{т}$$

Довжина стріли

$$L_c = \frac{18,9 - 1,5 + 1 + 0,9 + 2 + 1,5}{\sin 75} \approx 23,60\text{м}$$

Потрібний виліт стріли:

$$l_n^{пот} = 23,60 * \cos 75 + 1,5 \approx 7,60\text{м}$$

3.2 Розрахунок для горизонтальних елементів

Для кроквяних ферм

Потрібна висота підйому гака:

$$H_r^{пот} = 18 - 1,5 + 1 + 3,45 + 4,3 = 25,25\text{м}$$

Потрібна вантажопідйомність крану:

$$g = 16,7 + 1,35 = 18,05\text{т}$$

Довжина стріли

$$L_c = \frac{18 - 1,5 + 1 + 3,45 + 4,3 + 1,5}{\sin 75} \approx 27,69\text{м}$$

Потрібний виліт стріли:

$$l_n^{пот} = 27,69 * \cos 75 + 1,5 \approx 8,66\text{м}$$

Для плит покриття (використовуємо кран, обладнаний гусаком, рис.

4.3.2)

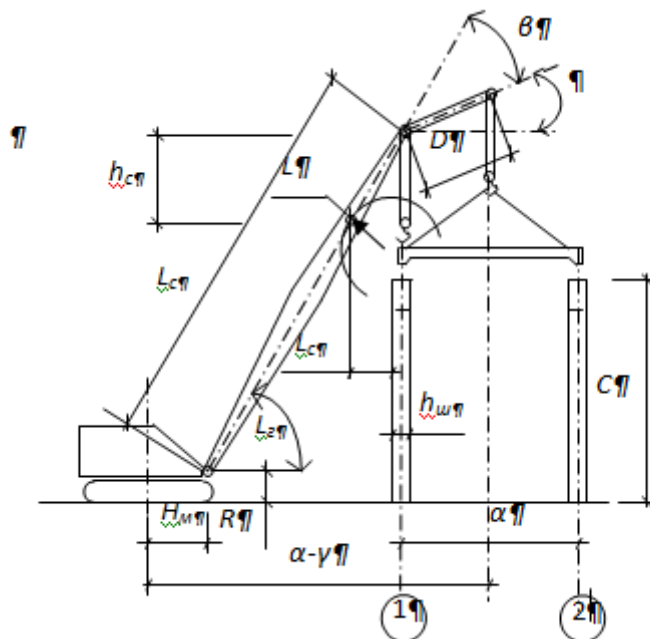


Рис. 4.3.2 – Схема визначення потрібних технічних параметрів стрілового крану, обладнаного гусаком, закріпленого на стрілі вище ніж висота будівлі

Потрібна висота підйому гака:

$$H_{\text{г}}^{\text{пот}} = 11 - 1,5 + 3,45 + 1 + 0,3 + 1,6 = 21,04\text{м}$$

Потрібна вантажопідйомність крану:

$$q = 2,3 + 0,53 = 2,83\text{т}$$

Довжина гусака для монтажу плит покриття:

$$L_{\text{г}}^{\text{пот}} = \frac{\frac{6}{2} + 0,1}{\cos(75 - 20)} \approx 5,4\text{м}$$

Потрібний виліт гака

$$L_{\text{в.г.}}^{\text{пот}} = 27,69 * \cos 75 + 5,4 \cos(75 - 20) + 1,5 \approx 11,76\text{м}$$

4.3.3. Вантажопідйомні характеристики монтажних кранів та їх вибір

Таблиця 4.3.3 – Характеристики монтажних кранів

№ за/п	Елемент	Технічні параметри кранів				Марка крану
		$H_{\text{г}}^{\text{пот}}$	$Q_{\text{г}}^{\text{пот}}$	$l_{\text{г}}$	$L_{\text{г}}^{\text{пот}}$	
1	Колони	20,45	22,05	6,97	21,17	СКГ-50 ($L_{\text{г}}=30$) КС-7362(К-632)($L_{\text{г}}=25$)
2	Підкранові балки	16,55	4,59	6,60	19,72	
3	Ферми	25,25	18,05	8,66	27,69	СКГ-50 ($L_{\text{г}}=30/ L_{\text{г}}=10$) КС-7362(К-632)($L_{\text{г}}=30/ L_{\text{г}}=15$)
4	Плити покриття	21,04	2,83	11,76	27,69(5,4)	
5	Стінові панелі	21,3	0,82	7,60	23,60	МКТ-6-45($L_{\text{г}}=28$) Э-125ВБ ($L_{\text{г}}=25\text{м}$)
6	Фундаментні балки	2,76	1,6	2,16	2,54	

4.4. Методи монтажу окремих елементів

1. Монтаж колон.

Монтаж колон здійснюємо методом обертання "в просторі" з попередньою розкладкою їх у місця встановлення. Колони застроплюють за допомоги траверси і підіймають в вертикальне положення способом обертання стріли нерухомого крану у бік башмака, низ колони залишається нерухомим. Кран під час підйому залишається на місці - на відстані, яка дорівнює вильоту стріли, від місця застроплення і башмака, при даному вильоті стріли колони встановлюють в фундамент. Положення колони перевіряється, після чого тимчасово закріплюється клиновими вкладишами в стакані фундаменту, стик заповнюється бетонною сумішшю. Після отримання потрібної міцності бетону, клини вибивають, а порожнини заповнюють бетоном.

2. Монтаж залізобетонних підкранових балок.

Перед монтажем балки укладають біля місця встановлення паралельно проектному положенню якомога ближче до колон. При підйомі балку утримують відтяжками з пенькового канату запобігаючи удару по колонам, та розвертаючи у необхідному напрямку. Після встановлення балки на консолі, рівнем перевіряють відповідність встановлення верхньої площості балки в проектній відмітці та рисці на колоні. Суміщення геометричної поздовжньої вісі балки з проектною досягають зміщенням її кінця. Стропи з балки знімають після встановлення страхуючого канату. Постійно кріплять балки електрозварюванням після встановлення та геодезичної перевірки всіх балок у прольоті або на ділянці до температурного шва.

3. Монтаж залізобетонних ферм.

Підготовка ферм з наступних операцій: наносять установчі риси, кріплять тимчасові розчалки, страхуючий канат та відтяжки. Страхуючий канат натягують уздовж ферм вище нижнього поясу на 1,2-1,6м. Ферму застроплюють за допомоги траверси та монтують на мінімальному вильоті. Вірність встановлення ферми контролюють за суміщенням рисок на фермі та колонах. Ферми встановлюють в одному потоку з плитами покриття. При монтажу кроквяних та підкранових ферм, монтажник і зварювальник повинні знаходитись біля опор ферм, для чого використовують раніше змонтовані з колонами монтажні люльки та дробини. Після перевірки розміщення ферми здійснюють її проектне кріплення за допомогою електрозварки до колон.

4. Монтаж плит покриття.

Плити встановлюють в одному потоку з фермами. Першу укладають одну із крайніх плит, для чого використовують монтажні підмости, з яких монтували ферми. Наступні плити укладають використовуючи раніше укладені. Плити звільняють від стропів тільки після приварки їх до закладних деталей в трьох місцях. Тимчасовий прихват зваркою не дозволяється, тому плити покриття приварюють відразу швами проектної товщини.

6. Монтаж стінового огородження.

Монтаж стінового огородження здійснюється після монтажу конструкцій каркаса та покриття на ділянці стіни в межах температурного шва. Для встановлення панелей застосовують монтажні крани з стандартним

обладнанням. Робочі місця для монтажників влаштовують з внутрішнього боку будівлі, використовуючи автопідйомник. Монтаж стінових панелей ведеться по окремим чарункам знизу до гори на висоту будівлі. Кріплення здійснюють електрозварюванням проектними швами.

4.5. Заходи з техніки безпеки при веденні монтажних робіт

Монтажні роботи при спорудженні будівель и споруд ведуть з виконання організаційно-технічних рішень і заходів по техніці безпеки передбачених в проекті виробничих робіт.

Основними причинами виробничого травматизму при монтажних роботах:

- невиконання технічної послідовності монтажу збірних конструкцій;
- несправність застосовування такелажних пристосувань і неправильна строповка конструкцій;
- відсутність пристроїв огорожі, пристосувань і обладнання для монтажних робіт;
- відсутність засобів індивідуального захисту та пристосувань і нагляд за їх використанням. Однією з умов безпечного виробництва монтажних робіт є знання робочими і ІТП технології виконання дорученої їм роботи.

При цьому необхідно всі технологічні процеси пов'язати з вимогами безпечного виконання робіт. При монтажі конструкцій з залізобетону технологічні процеси можна поділити на дві групи.

До першої групи можна віднести процеси, пов'язані з встановленням конструкцій в проектне положення (підготовка до монтажу, підйом, встановлення закріплення).

До другої – роботи по електрозварюванню, замоналічуванню, заробці стиків. Технологічні процеси, віднесені до першої групи, звичайно виконують окремими ланками монтажників і бетонників. В цьому випадку необхідно врахувати сумісність процесів на одній захватці будівлі. Найбільша кількість нещасних випадків припадає на першу групу технологічних процесів, які відносяться до встановлення монтажних елементів, яка являється найбільш складною і вимагає особливої уваги до вимог безпеки праці.

Збірні конструкції необхідно до їх підйому відчищати від грязі і наліді, в час підйому утримувати від розкачування та обертання. Для цього використовують відтяжки з тонкого сталюого канату, міцність якого попередньо перевіряють. Забороняється підтягувати збірні конструкції при встановленні їх в проектне положення. Підняті на висоту елементи в проектне положення звільняють від строповки та гаку лише після постійного або тимчасового їх закріплення за надійні. підпори. Монтаж збірних конструкцій при швидкості вітру 15 м/с і більше, при ожеледиці, при сильному снігопаді, дощу, грозі не допускається.

При монтажу вертикальних глухих панелей і подібних їм конструкцій робота завершується при швидкості вітру 10 м/с і, більше.

Для монтажу збірних залізобетонних конструкцій в шлях створення безпечних умов праці використовують різноманітні пристосування та огорожувальні прилади та кондуктори, в'язі, розтяжки і розкоси, фіксатори і упори. Монтажі пристосування по функціональному призначенню підрозділяються на : утримуючі (підкоси, розтяжки, розпірки, обмежувальні (упори, фіксатори), універсальні утримуючі-обмежувальні, в'язі та кондуктори).

Згідно з вимогами технічних умов конструкція монтажних пристосувань повна забезпечувати:

- швидке та вільне виконання операцій з їх встановлення і вивіркою елементів конструкції будівлі;
- стійкість елементів конструкції будівель до їх закріплення в залежності з проектом;
- виключення можливості заклинювання та самовільного розкриття деталей;
- масу деталей не більше 20 кг і довжиною 6 м.

Навісні монтажні площадки, драбини і інші пристосування. Необхідні для роботи монтажників на висоті, встановлюють і закріплюють на монтовані конструкції до їх підйому. Навісні металеві драбини висотою більше 5 м перед експлуатацією необхідно випробувати статичним навантаженням 1200 Н, прикладеним до однієї зі сходів в середині прольоту. Сходи повинні бути огорожені металевими дугами з вертикальними в'язами. Підйом робочих по

навісним драбинам на висоту більше 10 м допускається в тому випадку. Якщо драбини обладнанні площадками відпочинку не менше як через 10 м по висоті.

Важкі колони і стійки промислових будівель та споруд монтують після обладнання їх монтажними навісними драбинами - стрем'янками, які знімають після закінчення монтажу, вивірки колони і її остаточне закріплення. При монтажу залізобетонних колон висотою більше 5 м застосовують, як правило, одиничні кондуктори, а при монтажі колони багатопверхових будівель - груповий кондуктор. Колони висотою більше 8м розкріплюють додатковими розчалками, на які встановлюють гвинтові стяжки. Особливих мір безпеки дотримуються при монтажу залізобетонних ферм и балок прольотом 6, 12, 15 і 18 м. В цих випадках до самостійної верхолазної роботи допускаються люди (робочі та ІТР) віком не менше 18 років, які пройшли медичний огляд, мають стаж верхолазних робіт не менше 1 рік тарифний розряд не менше 3-го. Робочі яких допускають до верхолазних робіт вперше, протягом 1-го року повинні працювати під наглядом досвідчених робітників і майстра.

Розчалка для тимчасового закріплення металевих конструкції повинна бути прикріплена до надійних підпор. Кількість розчалок, методи на тяжіння та місця закріплення встановлюють в проекті виконання робіт. Як правило розчалка розташовується за межами руху транспорту. Вони не повинні заважати роботі будівельних машин, торкатися гострих кутів конструкції. Знімати тимчасові в'язи, розчалки і кондуктори дозволяється тільки після закріплення конструкцій постійними в'язами, зварювання та досягнення бетоном 70% проектної міцності.

Правила безпеки при монтажі сталевих конструкції в більшості співпадає з правилами безпеки монтажу збірних залізобетонних елементів. Але разом з тим монтаж сталевих конструкцій має специфічні особливості: до підйому і укрупнюють і обладнують пристосуваннями для встановлення, вивірки та встановлення в'язів, а металеві конструкції які не мають достатньо жорсткості, тимчасово підсилюють за допомогою брусів, пластин, брьовен, які прикріплюють до поясів ферми, а також паралельно стійкам і підкосам. Після встановлення конструкції в проектне положення підсилюючі елементи знімають.

Для роботи монтажників застосовують підвісні люльки, при виконанні зварних робіт використовують підвісні підмости які підвішують до верхнього поясу ферми, при встановленні в'язів - котючі підмости, які підвішують до нижнього поясу ферми. Для безпечного виконання робіт між фермами встановлюють перехідні мости та трапи, огорожуючі перила висотою 1м .

Перехід по фермам, ригелям або балками допускається лише при наявності туго натягнутого вздовж них на висоті 12 каната, за який закріплюється карабін страхувального поясу.

4.6. Контроль якості при будівництві будівлі

Контроль якості при монтажі конструкцій проводимо в декілька стадій.

При вхідному контролі будівельних конструкцій, виробів і напівфабрикатів перевірити їх зовнішній огляд, перевірити відповідність їх проекту, вимогам стандартів і нормативним документам, а також наявність і зміст супроводжувальних документів, паспортів і сертифікатів .

Виробничий контроль якості виконати під час підготовки і виконання будівельно-монтажних робіт. Виробничий контроль якості будівельно-монтажних робіт охоплює: вхідний контроль робочої документації, будівельних матеріалів, виробів і напівфабрикатів та обладнання; операційний контроль окремих будівельних процесів і операцій; приймальний контроль закінчених робіт і конструкцій.

Операційний контроль здійснити під час виконання окремих будівельних процесів і операцій або після їхнього безпосереднього завершення. Під час операційного контролю перевірити: додержання технології виконання виробничих процесів і операцій; відповідність закінчених робіт і конструкцій проекту, будівельним нормам, правилам і стандартам. При цьому перевіряємо просторове положення, форму та геометричні розміри конструктивних елементів, правильність чергування окремих процесів і операцій, конструктивних шарів та інших елементів, контролюємо фізичні, міцнісні, електрохімічні, а також інші властивості матеріальних елементів у процесі перетворення їх на будівельну продукцію.

Операційний контроль здійснити відповідно до вимог будівельних норм, технологічних карт і схем операційного контролю, де наведено номенклатуру

операцій і процесів, що підлягають контролю, відповідальні особи і служби, межі допустимих значень конструктивно-технологічних параметрів (допуски), методи і технічні засоби контролю, обсяги контролю і його періодичність.

Приймальний контроль -- це перевірка якості виконаних робіт із встановленням відповідності їх проекту і нормативним вимогам.

У процесі приймального контролю перевірити: додержання технологічних допусків, правил виконання робіт та виконання вимог будівельних норм, технічних умов і проекту; наявність паспортів і сертифікатів на будівельні матеріали, вироби і напівфабрикати та відповідність якісних характеристик їх державним стандартам та вимогам проекту, а також лабораторні випробування і їхні результати; наявність і правильність заповнення журналів виконання робіт; точність геодезичного розбивання і фактичне положення конструктивних частин та інші параметри і вимоги.

Прийманню підлягають як закінчені роботи, окремі відповідальні конструкції, так і приховані роботи, які підлягають попередньому прийманню із складанням актів про приймання робіт.

Оцінку якості і приймання закінчених робіт і конструктивних частин здійснюють спеціальні служби будівельних організацій, оснащені технічними засобами, що забезпечують потрібну достовірність і обсяг контролю. Результати оцінки зафіксувати на виконавчих схемах і кресленнях, у журналах робіт (загальний журнал робіт, журнали на виконання окремих видів робіт: монтажних, бетонних, зварювальних тощо) та в інших виконавчих документах.

Приймання п р и х о в а н и х р о б і т оформити актами й оцінити спільно з представниками технічного нагляду замовника. Акти огляду прихованих робіт складають на закінчений процес і безпосередньо перед початком наступних робіт. Виконання робіт заборонено, якщо відсутні акти огляду попередніх прихованих робіт.

Приймальний контроль і оцінку якості в і д п о в і д а л ь н и х к о н с т р у к ц і й виконати за готовністю їх у процесі зведення спільно з представниками технічного нагляду замовника та в окремих випадках (у разі приймання складних конструктивних частин) з представниками авторського нагляду проектної організації.

4.7. Методи виконання робіт

Приймаємо 3 захватки, що дорівнює кількості прольотів будівлі та мають приблизно однакові обсяги робіт.

Приймаємо наступні методи виконання робіт:

1. Земляні роботи. До початку розробки котловану зрізаємо рослинний шар. Розробку котловану виконуємо гусеничним екскаватором ЭО-4122 зі зворотною лопатою та ємністю ковша $0,5 \text{ м}^3$ з частковим вивозом ґрунту у відвал. Після розробки ґрунту екскаватором виконуємо планування майданчика за допомогою бульдозера ДЗ-19 та катка ДУ-50.

2. Фундаментні роботи. Влаштовуємо монолітні залізобетонні фундаменти за схемою бетонування кран-баддя (автокран КС-2561Е зі стрілою 8м); влаштування монолітних фундаментів під обладнання (КС-2561Е).

3. Монтажні роботи. Одноповерхову промислову будівлю монтуємо самохідними стріловими кранами на гусеничному ході. Першим монтажним потоком встановлюємо колони за допомогою крану СКГ – 50, другим — підкранові балки (СКГ – 50), третім — конструкції покриття: кроквяні балки і ферми, плити покриття (СКГ – 50), четвертим — стінові панелі (МКТ-6-45). Монтаж конструкцій виконуємо з попередньою розкладкою біля місць монтажу. Елементи каркасу монтуються вздовж прольотів будівлі методом вільного піднімання (окрім монтажу колон, який виконуємо методом обертання "в просторі"), при якому конструкції наводять на опори в процесі їх вільного переміщення.

4. Інші роботи. Улаштування покрівлі виконуємо по захваткам вздовж довшої сторони прольоту. Потім виконуємо засклення віконних прорізів по периметру будівлі. Після цього виконуємо всі інші опоряджувальні роботи по захваткам. Олійне фарбування вікон та оздоблення стін виконуємо згори донизу по периметру будівлі.

Таблиця 4.7.1 – Специфікація збірних елементів

№ за/п	Назва елементу	Марка елементу	Кількість шт.	Розміри, м			Об'єм, м ³		Вага, т.	
				Довжина	Ширина	Товщина	Одного елементу	Всіх елементів	Одного елементу	Всіх елементів
1	Колона крайнього ряду	ЗКД120	32	13350	1300	600	4,57	146,24	11,4	364,8
2	Колона крайнього ряду	1КД180	36	19350	1300	500	8,72	313,92	21,6	777,6
3	Колона середнього ряду	4КД120	16	13350	1400	600	5,32	85,12	13,5	216
4	Фахверкова колона	9КФ133-1	12	13300	500	400	2,44	29,28	6,1	73,20
5	Фахверкова колона	9КФ175-1	6	17500	600	400	3,8	22,80	9,51	57,06
6	Підкранова балка 6 м	БКНВ6-4С	74	5950	600	1000	1,66	122,84	4,2	310,8
7	Кроквяні конструкції	ФС-30-16	16	30000	3450	350	6,7	107,2	16,7	267,2
		ФБ-24(3)-5А	18	23940	3300	240	4,9	88,2	12,2	219,6
		ФС-18-18	16	17940	2450	250	3,11	49,76	7,8	124,8
8	Плити покриття	ПНС-1...4	352	5970	2960	300	1,07	376,64	2,3	809,6
9	Фундаментні балки	ФБ6-12	56	5050	400	450	0,6	33,6	1,5	84
10	Стінові панелі	ПС6-1...7	1064	6000	900	200	0,3	319,2	0,8	851,2
11	Стійки воріт	СВ	12	3600	400	400	0,576	6,91	1,44	17,28
12	Ригелі воріт	РВ	6	4400	400	700	1,232	7,39	3,08	18,48
Всього			1730					1732,34		4250,42

4.8. Визначення обсягів робіт

Обсяги робіт визначаються згідно основних креслень, якими виступають план, фасад, розріз, наведених додатків та розрахунків отриманих при проектуванні робіт з влаштування монолітних залізобетонних фундаментів і зведення каркасної будівлі із збірних залізобетонних конструкцій. Підрахунки обсягів робіт виконуємо в табличній формі (табл. 4.8.1).

Таблиця 4.8.1 – Відомість обсягів робіт

№ за/п	Найменування робіт	Об'єм робіт	
		Од. виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Планування майданчика ($S \times 1,15$)= $(96 \times 24 + 84 \times 48) \times 1,15 = 6336 \times 1,15$	1000 м ²	7,286
2	Зрізання рослинного шару товщиною 15 см ($S \times 0,15$)= $6336 \times 0,15$	1000 м ³	0,95
3	Розробка ґрунту екскаватором з ємк. ковша 0,5 м ³ у відвал ($V_{\kappa} = S \times h - V_{\Gamma}$)= $6336 \times 2,25 - 1565$	1000 м ³	12,96
4	Те ж з завантаженням в автосамоскиди ($V_{\Gamma} = V_{\text{пф}} + V_{\text{фк}} + V_{\text{фо}} + S \times (0,1 + 0,02)$)= $57 + 508 + 240 + 6336 \times 0,12$	1000 м ³	1,565
5	Розробка ґрунту вручну (підчистка) (кільк.фунд. $\times S_{\text{ф}} \times 0,1$)= $1,5 \times 1,5 \times 18 + 3 \times 2,1 \times 84 \times 0,1$	100 м ³	0,57
6	Бетонна підготовка під фундаменти (кільк.фунд. $\times S_{\text{ф}} \times 0,1$)= $1,5 \times 1,5 \times 18 + 3 \times 2,1 \times 84 \times 0,1$	100 м ³	0,57
7	Влаштування монолітних фундаментів ($V_{\text{фк}} = \Sigma \text{кільк.фунд.} \times V_{\text{ф}}$)= $= 18 \times 2,1 + 84 \times 5,602 = 52,2 + 587,85$	100 м ³	5,08
8	Влаштування фундаментів під обладнання ($V_{\text{фо}} = 80 \text{ м}^3 \times \text{кільк.прольотів}$)= 80×3	100 м ³	2,4
9	Гідроізоляція фундаментів вертикальна $18 \times 8,28 + 84 \times 13,86$	100 м ²	13,14
10	Гідроізоляція фундаментів горизонтальна $18 \times 1,44 + 84 \times 4,5$	100 м ²	4,04
11	Зворотна засипка бульдозером 80 л.с. (V_{κ})	1000 м ³	12,96
12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці (V_{κ})	1000 м ³	12,96
13	Монтаж колон	шт.	102
14	Монтаж підкранових балок	шт.	74
15	Монтаж конструкцій покриття (S)	м ²	6336
16	Монтаж конструкції огорожі ($S_0 = P \times h$)= $156 \times 18 + 180 \times 12 + 84 \times 6$	м ²	5472
17	Влаштування пароізоляції в один шир (S)	100 м ²	63,36
18	Влаштування цементно-піщаної стяжки (t=20 мм) (S)	100 м ²	63,36
19	Влаштування утеплювача плитного (S)	100 м ²	63,36
20	Наклеювання тришарового рулонного килиму (S)	100 м ²	63,36
21	Оздоблення покрівельною сталлю ($0,7 \times L$)= $0,7 \times (240 + 180)$	100 м ²	2,94
22	Фарбування стін з середини приміщень (S_0)	100 м ²	54,72
23	Фарбування фасадів (S_0)	100 м ²	54,72
24	Фарбування заповнень віконних прорізів (30 % S_0)	100 м ²	16,42
25	Фарбування конструкцій покриття ($S \times 1,6$)	100 м ²	101,38
26	Ущільнення ґрунту щебнем (S)	100 м ²	63,36
27	Влаштування чорнової бетонної підлоги (t=100 мм) (S)	100 м ²	63,36

28	Влаштування чистої підлоги ($t=20$ мм) (S)	100 м ²	63,36
29	Засклення металевих рам промислових будівель (30 % S_0)	100 м ²	16,42
30	Сантехнічні роботи ($V_{\text{буд.}} \times 0,03$)	3%	1009,71
31	Електротехнічні роботи ($V_{\text{буд.}} \times 0,03$)	3%	1009,71
32	Благоустрій території ($V_{\text{буд.}} \times 0,01$)	1%	336,57
33	Підготовка до задачі		3 дні
34	Монтаж обладнання ($V_{\text{буд.}} \times 0,1$)	10%	5048,49
35	Пусконаладжувальні роботи ($V_{\text{буд.}} \times 0,005$)	0,5%	168,28

4.9. Складання картки-визначника мережевого графіка

Усі розрахункові параметри, необхідні для проектування мережевого графіка в масштабі часу, зводяться в картку-визначник робіт мережевого графіка (табл. 4.9.1).

Головна умова при цьому – по можливості реалізувати принцип ритмічності, тобто досягнення однаково тривалості виконання робіт.

Це досягається наступним чином:

1) З усієї сукупності робіт (будівельно-монтажних) вибираємо саму трудомістку і складну, для виконання якої потрібне використання великих будівельних машин;

2) Визначаємо тривалість провідного спеціалізованого потоку в цілому по об'єкту за розрахунками, у яких включено такі параметри, як

- трудомісткість ведучого потоку на об'єкті;
- чисельний склад бригади ведучого процесу;
- встановлена змінність.

Із відомості потреби в матеріально-технічних ресурсів картки-визначника переносяться для відповідних комплексних процесів номери робіт, включених до їх складу, дані про трудомісткість і витрати машинного часу цих робіт.

Таблиця 4.9.1 – Картка-визначник мережевого графіка

№	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	7,286	РЭСН 1-30-1	-	0,6	-	-	4,37	8,0	ДЗ-19	1	Машиніст бр-1	1	1	1
2	Зрізання рослинного шару	1000 м ³	0,95	РЭСН 1-24-2	-	19,55	-	-	18,57	16,0	ДЗ-19	1	Машиніст бр-1	1	2	1
3	Розробка ґрунту екскаватором з ємкістю ківшу 0,5 м ³ у відвал I II III	1000 м ³	12,96 4,71 3,08 5,15	РЭСН 1-12-14	19,55	42,5	252,97 92,08 60,21 100,68	-	549,96 200,18 130,9 218,88	464 168 112 184	ЭО-4122, КАМАЗ 5511	1,5	Машиніст бр-1, Водій 2кл.-5	1+5	2 2 2	10,5 7 11,5
4	Те ж з навантаженням в автосамоскиди I II III	1000 м ³	1,565 0,648 0,317 0,6	РЭСН 1-17-14	22,1	63,92	34,59 14,32 7,01 13,26	-	100,03 41,42 20,26 38,35	88 40 16 32	ЭО-4122, КАМАЗ 5511	1,5	Машиніст бр-1 Водій 2кл.-5	1+5	2 2 2	2,5 1 2

5	Розробка ґрунту вручну (підчистка) I II III	100 м³	0,57 0,24 0,101 0,229	РЭСН 1-164-2	261,8	-	149,22 62,83 26,44 59,95	144 64 32 48	-	-	-	-	Землекоп 3р-1, 2р-1	2	2	2 1 1,5
6	Бетонна підготовка під фундаменти I II III	100 м³	0,57 0,24 0,101 0,229	РЭСН 6-1-19	527,8	94,56	300,85 126,67 53,31 120,87	272 112 48 112	53,89 22,69 9,55 21,65	-	КС-2561Е	1	Бетонник 3р-2	2	2	3,5 1,5 3,5
7	Влаштування монолітних фундаментів I II III	100 м³	5,08 2,14 0,98 1,96	РЭСН 6-1-8	340,75	66,85	2180,81 947,29 783,73 449,79	1920 832 704 384	427,84 185,84 153,76 88,24	-	КС-2561Е	1	Бетонник 4р-2, 3р-4, 2р-2	8	2	6,5 5,5 3
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-2561Е	1	Бетонник 4р-1, 3р-2, 2р-1	4	2	3 3 3
9	Вертикальна гідроізоляція фундаментів I II III	100 м²	13,14 5,49 2,55 5,1	РЭСН 8-4-7	33,5	1,11	440,2 183,92 85,43 170,85	400 160 80 160	14,58 6,09 2,83 5,66	-	-	-	Ізювальник 4р-1, 3р-1	2	2	5 2,5 5
10	Горизонтальна гідроізоляція фундаменту I II III	100 м²	4,04 1,71 0,78 1,55	РЭСН 8-4-3	31,76	3,24	128,31 54,31 24,77 49,23	128 48 32 48	13,09 5,54 2,53 5,02	-	-	-	Ізювальник 4р-1, 3р-1	2	2	1,5 1 1,5
11	Зворотна засипка бульдозером 80 л.с. I II III	1000 м³	12,96 4,71 3,08 5,17	РЭСН 1-27-2	-	13,75	-	-	178,2 64,76 42,35 71,09	160 56 40 64	ДЗ-19	1	Машиніст бр-1	1	2	3,5 2,5 4

12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці I II III	1000 м³	12,96 4,71 3,08 5,15	РЭСН 1-132-4	-	16,76	-	-	216,87 78,94 51,62 86,31	192 72 48 72	Ду-50	1	Машиніст бр-1	1	2	4,5 3 4,5
13	Монтаж колон I II III	Шт.	102 42 20 40	Калькуляція	16,59	3,27	1692,18 696,78 331,8 663,6	1440 600 280 560	333,54 137,34 65,4 130,8	-	СКГ-50	1	Монтажник 5р-1,4р-1,3р- 2,2р-1	5	2	7,5 3,5 7
14	Монтаж підкранових балок I II III	Шт.	74 32 14 28	Калькуляція	6,95	1,39	514,3 222,4 97,3 194,6	440 200 80 160	102,86 44,48 19,46 38,92	-	СКГ-50	1	Монтажник 5р- 1,4р-1,3р-2,2р-1	5	2	2,5 1 2
15	Монтаж ферм покриття 18, 24, 30м Монтаж плит покриття I II III	Шт.	402 146 100 156	Калькуляція	4,27	0,89	1716,54 623,42 427 666,12	1440 520 360 560	357,78 129,94 89 138,84	-	СКГ-50	1	Монтажник 5р-1,4р-2,3р-1, Електрозварн. 5р-1	5	2	6,5 4,5 7
16	Монтаж стінових панелей 6 м Монтаж фундаментних балок 6м Монтаж елементів воріт I II III	Шт.	1138 689 90 359	Калькуляція	3,02	0,76	3436,76 2080,78 271,8 1084,18	2920 1760 240 920	864,88 523,64 68,4 272,84	-	МКТ-6-45, ЛЕ-100-300	1	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-2, 2р-1	5	2	22 3 11,5
17	Ущільнення ґрунту щебнем I II III	100 м²	63,36 23,04 15,12 25,2	РЭСН 1-136-1	1,21	1,21	73,18 27,88 16,99 28,31	64 32 16 16	73,18 27,88 16,99 28,31	64 32 16 16	-	-	Бетонник 2р-2	2	2	1 0,5 1

	Σ (покрівельні роботи) I II III						9694,85 3606,53 2253,57 3834,75	8160 3040 1920 3200	- - - -	- - - -	- - - -	Бригада покрівельників	20 2 2 2	2 2 2 2	9,5 6 10 10	
24	Засклення металевих рам промислових будівель I II III	100 м ²	16,42 9,94 1,3 5,18	РЭСН 15-208-1	71,77	0,78	1178,46 713,39 93,3 371,77	1056 624 96 336	12,8 7,75 1,01 4,04	- - - -	- - - -	Бригада склярів 3р-6	6 2 2 2	2 2 2 2	6,5 1 3,5 3,5	
25	Монтаж обладнання I II III			15%			5653,29 1884,43 1884,43 1884,43	4800 1600 1600 1600			МКТ-6-45	1	Монтажник 5р-2, 4р-2, 3р-4, 2р-2	10 2 2 2	2 2 2 2	10 10 10 10
26	Електротехнічні роботи I II III			3%			1130,67 376,89 376,89 376,89	960 320 320 320					Ел.монтажник 5р-1, 4р-1, 3р- 2, 2р-1	5 2 2 2	2 2 2 2	4 4 4 4
27	Сантехнічні роботи I II III			3%			1130,67 376,89 376,89 376,89	960 320 320 320					Сантехнік 5р- 1, 4р-1, 3р-1, 2р-1	4 2 2 2	2 2 2 2	5 5 5 5
28	а) Фарбування стін з середини приміщень I II III	100 м ²	54,72 33,12 4,32 17,28	РЭСН 15-152-1	15,18	-	830,65 502,76 65,58 262,31	- - - -								
29	б) Фарбування фасадів I II III	100 м ²	54,72 33,12 4,32 17,28	РЭСН 15-155-2	30,85	-	1688,11 1021,75 133,27 533,09	- - - -								

[illegible]

4.10. Розрахунок ТЕП мережевого графіка

Загальна тривалість будівництва об'єкту — результат розрахунку матриці та сітьового графіку:

$$T_3 = 224,5 \text{ днів.}$$

Коефіцієнт щільності потоку, характеризує ступень використання фронтів робіт спеціалізованими бригадами, визначаємо як відношення сумарної тривалості робіт до тієї ж величини з урахуванням організаційних перерв:

$$K_{щ} = \frac{\sum T_{ij}}{\sum T_{ij} + \sum T_o} = 370 / (370 + 212,5) = 0,635$$

Коефіцієнт суміщення робіт K_c , що характеризує величину суміщення робіт, які включені у потік, визначаємо як різницю між одиницею і відношенням тривалості потоку до сумарної тривалості усіх робіт:

$$K_c = 1 - \frac{T_3}{\sum T_{ij}} = 1 - (224,5 / 370) = 0,393$$

Коефіцієнт змінності:

$$K_{зм} = \frac{T_{зм}}{T_{дн}} = (702,5 / 370) = 1,9$$

де $T_{зм} = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 2 + 2 \cdot 34,5 + 2 \cdot 13 + 2 \cdot 15 + 2 \cdot 9 + 2 \cdot 16,5 + 2 \cdot 20,5 + 2 \cdot 18 + 2 \cdot 5,5 + 2 \cdot 18 + 2 \cdot 36,5 + 2 \cdot 25,5 + 2 \cdot 11 + 2 \cdot 15 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 35 + 2 \cdot 30 + 2 \cdot 14,5 + 2 \cdot 31,5 + 1 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 3 = 702,5$ — загальна кількість змін;

$T_{дн} = 370$ (днів) — загальна кількість.

Коефіцієнт нерівномірності руху робітників:

$$K_n = \frac{Ч_{\max}}{Ч_{\text{сер}}} = (72 / 26) = 2,77$$

де $Ч_{\max} = 72$ робітника — максимальна денна чисельність робітників;

$N = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 2 + 12 \cdot 26,5 + 16 \cdot 5,5 + 32 \cdot 2,5 + 20 \cdot 5 + 16 \cdot 1,5 + 12 \cdot 3 + 28 \cdot 3 + 12 \cdot 3 + 4 \cdot 0,5 + 8 \cdot 9 + 4 \cdot 2 + 14 \cdot 11 + 10 \cdot 3,5 + 20 \cdot 1,5 + 30 \cdot 2 + 20 \cdot 2 + 10 \cdot 3,5 + 20 \cdot 11,5 + 10 \cdot 10,5 + 50 \cdot 14,5 + 40 \cdot 3,5 + 52 \cdot 6,5 + 60 \cdot 1 + 20 \cdot 3,5 + 8 \cdot 2,5 + 18 \cdot 4 + 28 \cdot 4 + 20 \cdot 4 + 8 \cdot 2,5 + 18 \cdot 4 + 28 \cdot 4 + 20 \cdot 4 + 10 \cdot 7 + 30 \cdot 20 + 20 \cdot 1 + 40 \cdot 5,5 + 72 \cdot 3,5 + 52 \cdot 5,5 + 32 \cdot 22,5 + 10 \cdot 2 + 20 \cdot 5 = 5749$ (робітників) — загальна чисельність робітників по кожній роботі;

$Ч_{\text{сер}} = N / T_3 = 5749 / 224,5 = 26$ (робітників) — середня чисельність робітників.

4.11. Розрахунок потреби у тимчасових адміністративних і санітарно-побутових будівлях та складських площ

Проектування тимчасових будівель виконуємо в такій послідовності:

- визначаємо кількість робітників і службовців
- складаємо перелік тимчасових будівель, що мають бути розміщені на майданчику.

До складу працюючих входять робітники, інженерно-технічний персонал (ІТП), службовці і молодший обслуговуючий персонал (МОП).

В залежності від джерела фінансування тимчасові будівлі поділяються на титульні (на обліку у замовника) та нетитульні (на балансі БМО), за функціональним призначенням — на виробничі, громадські, складські, службові, санітарно-побутові; за конструктивними особливостями — на інвентарні та неінвентарні. В свою чергу інвентарні поділяють на збірно-розбірні, контейнерні, пересувні, споруди з легких оболонки.

Визначення кількості робітників.

Максимальна кількість робочих за графіком руху — 72 осіб.

Загальна чисельність працюючих на будівництві — $72 : 0,85 = 84$ особи.

Чисельність охорони та МОП — $84 \cdot 0,03 = 3$ особи.

Чисельність ІТП та службовців — $84 - 72 - 3 = 9$ осіб.

В першу зміну працюють $72 \cdot 0,70 = 50$ робітника, ІТП та службовців — $9 \cdot 0,80 = 7$ осіб, охорони та МОП — $3 \cdot 0,80 = 2$ особи.

Усього в першу зміну працює $50 + 9 + 2 = 61$ особа. З них:

- жінок: $61 \cdot 0,3 = 18$ осіб;
- чоловіків: $61 - 18 = 43$ особи.

Визначення номенклатури адміністративних і санітарно-побутових приміщень (табл. 4.11.1).

Таблиця 4.11.1 – Експлікація адміністративних і санітарно-побутових приміщень

Найменування і призначення приміщень	Кіль-ть працюючих	Норма площі на одного працюючого, м ²	Розрахункова площа, м ²	Розміри в плані за УТС, м	Тип будівлі	Прийнята площа, м ²	Кіль-ть будівель
1	2	3	4	5	6	7	8
Адміністративні приміщення							
Контора виконроба	9	4	36	12×9×3,9	Збірно-розбірна	70,7	1
Кабінет техніки безпеки	61	0,2	12,2	9×2,7×3,8	Контейнерна	25,6	1
Охоронна будка	2	4	8	2×2	Неінвентарна	8	2
Санітарно-побутові приміщення							
Гардеробна з лавами	72	0,6	43,2	12×9×3,9	Збірно-розбірна	70,7	1
Душова з переддушовою	25	0,82	20,5	9×2,7×3,8	Контейнерна	45,6	2
Умивальна групова	61	0,06	3,66	Поеднується з гардеробною			
Туалети – чоловічі	43	0,07	3,01	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1
– жіночі	18	0,14	2,52	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1
Приміщення для просушки спецодягу	61	0,2	12,2	6×2,7×2,6	Контейнерна	16,2	1
Приміщення для відпочинку працюючих	61	1	61	9×2,7×3,8	Контейнерна	68,4	3
Їдальня на 50 місць	61	1	61	12×9×3,9	Збірно-розбірна	70,7	1
Пункт охорони здоров'я	61	0,05	3,05	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1
Приміщення для обігріву працівників	61	0,1	6,1	3×2,7×3,9	Контейнерна	9,2	1
Приміщення для особистої гігієни жінок	18	0,12	2,16	3×2,7×3,9	Контейнерна	8,5	1

Таблиця 4.11.2 – Розрахунок площ тимчасових складів

№ з/п.	Найменування матеріалів, конструкцій і деталей	Одиниця виміру	Час використання в днях	Потреба		Коефіцієнти		Норма запасу в днях	Запас матеріалів, що підлягає зберіганню	Норма зберігання матеріалу на 1м ² підлоги складу	Розрахункова площа складу, м ²	Коефіцієнти на проходи і проїзди	Загальна розрахункова площа складу, м ²	Прийнята площа складу, м ²	Тип складу
				Загальна на розрахунковий період	Добова	нерівномірності надходження матеріалів	нерівномірності використання матеріалів								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Колони	м ³	18	597,36	33,19	1,1	1,3	4	189,83	0,80	237,28	1,25	296,61	396 (19,5×12) (13,5×12)	відкр.
2	Підкранові балки	м ³	5,5	122,84	22,33	1,1	1,3	2	63,88	0,50	127,75	1,2	153,3	156 (13×12)	відкр.
3	Кроквяні ферми	м ³	18	245,16	13,62	1,1	1,3	2	38,95	0,07	556,47	1,2	667,77	876	відкр.
4	Плити покриття	м ³	18	352	19,56	1,1	1,3	3	83,89	0,50	167,79	1,2	201,34	(2×36,5×12)	відкр.
5	Стінові панелі, фундаментні балки, елементи воріт	м ³	36,5	367,1	10,06	1,1	1,3	5	71,91	1,00	71,91	1,2	86,29	96 (8×12)	відкр.
6	Електроди, діаметр 6 мм, марка Э42	т	60	1,53096	0,0255	1,1	1,3	5	0,1824	0,50	0,365	1,2	0,438	6×7	закр.
7	Монтажні вироби масою до 50 кг	т	60	5,7432	0,0957	1,1	1,3	5	0,6844	0,70	0,978	1,2	1,173		закр.
8	Дріт сталевий і цвяхи	т	36,5	0,001512	0,0004	1,1	1,3	5	0,00297	2,50	0,00012	1,2	0,00014		закр.
9	Мастильні матеріали	т	36,5	0,00521	0,00014	1,1	1,3	3	0,0006	0,60	0,001	1,2	0,0012		закр.
10	Рогожа	м ²	18	211,2	11,73	1,1	1,3	3	50,336	2,5	20,13	1,2	24,16		закр.
11	Металопродукт	т	18	0,4528	0,0252	1,1	1,3	5	0,1799	1,50	0,12	1,2	0,144	6×7	навіс
12	Дошки обрізні із хвойних порід	м ³	43	2,01504	0,0469	1,1	1,3	5	0,335	1,25	0,268	1,2	0,322		навіс
13	Руберойд підкладочний з пиловидною підсипкою РПП-300Б	м ²	18	197,824	10,99	1,1	1,3	5	78,58	2,50	31,43	1,2	37,72		навіс
14	Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм	м ²	36,5	3,164	0,0867	1,1	1,3	5	0,6198	20,00	0,031	1,2	0,037		навіс

4.12. Розрахунок тимчасового водопостачання

Таблиця 4.12.1 – Споживачі водопостачання

Споживачі води	Найбільша кількість споживачів (або обсяг робіт) в найбільш завантажену зміну	Питомі витрати води, л	
		Одиниці	Кількість
1	2	3	4
Виробничі потреби:			
Екскаватор	1	маш.-год.	12,5
Бульдозер	1	маш.-доба	450
Кран	1	маш.-доба	550
Автосамоскид	5	маш.-доба	550
Технологічні потреби:			
Оздоблювальні роботи	360,63	м ²	0,75
Улаштування рулонної покрівлі	124,24	м ²	7,5
Санітарно-побутові потреби:			
Господарсько-питні за відсутності каналізації	61	люд. на зміну	12,5
Душ з переддушовою	61	люд. на зміну	25
Їдальня	61	люд. на зміну	12,5

Розрахуємо секундні витрати води за кожним споживачем на виробничі та технологічні потреби, які визначають за формулою:

$$q_{\text{вир, техн}} = \frac{q_1 \cdot n_1 \cdot K_f \cdot K_l}{3600 \cdot t},$$

де q_1 — питома витрата води на виробничі потреби, л на одиницю робіт;

n_1 — число виробничих споживачів (або обсяг робіт) в найбільш завантажену зміну;

K_f — коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води (дорівнює 1,5);

K_l — коефіцієнт на невраховані витрати води (дорівнює 1,2);

t — тривалість роботи, до якої віднесена витрата води.

Для екскаватора: $12,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 1) = 0,00625$ л/с;

для бульдозера: $450 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 24) = 0,0094$ л/с;

для крану: $550 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 24) = 0,011$ л/с;

для автосамоскиду: $550 \cdot 5 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 24) = 0,0573$ л/с;

загалом: $q_{\text{вир}} = 0,0839$ л/с.

Оздоблювальні роботи: $0,75 \cdot 360,63 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 8) = 0,0169$ л/с;

Влаштування покрівлі: $7,5 \cdot 124,24 \cdot 1,5 \cdot 1,2 / (3600 \cdot 8) = 0,0582$ л/с;

Загалом: $q_{\text{техн}} = 0,0751$ л/с.

Розрахункові секундні витрати води на санітарно-побутові потреби приймаємо по найбільш завантаженому дню роботи за графіком руху робочих:

$$q_{\text{госп}} = \frac{q_2 \cdot N_1 \cdot k_{2,\text{год}}}{3600 \cdot t} = 12,5 \cdot 61 \cdot 2,7 / (3600 \cdot 8) = 0,0715 \text{ л/с};$$

$$q_{\text{ідал}} = \frac{q_3 \cdot N_1 \cdot k_{2,\text{год}}}{3600 \cdot t} = 12,5 \cdot 61 \cdot 2,7 / (3600 \cdot 8) = 0,0715 \text{ л/с};$$

$$q_{\text{душ}} = \frac{q_4 \cdot N_2}{60 \cdot t} = 25 \cdot 25 / (60 \cdot 45) = 0,231 \text{ л/с},$$

де q_2, q_3, q_4 — питомі витрати води на господарсько-питні потреби та потреби їдальні і душової відповідно, л на одну людину на зміну;

N_1 — кількість працюючих в найбільш завантаженому зміні;

$k_{2,\text{год}}$ — коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води (дорівнює 2,7);

N_2 — кількість працюючих, що приймають душ (40% від працюючих у найбільш завантаженому зміні);

t — тривалість роботи душової установки (45 хвилин).

Витрати води на пожежогасіння приймаємо $q_{\text{пож}} = 15 \text{ л/с}$ (при одночасній роботі трьох гідрантів по 5 л/с кожний), оскільки територія будівельного майданчику дорівнює 8,06 га, тобто менша за 10 га.

Загальні секундні витрати води:

$$q_{\text{заг}} = q_{\text{вир}} + q_{\text{техн}} + q_{\text{госп}} + q_{\text{ідал}} + q_{\text{душ}} + q_{\text{пож}} = 15,53 \text{ л/с}.$$

6.6 Визначаємо діаметр тимчасового водопроводу.

Загальний:

$$d = 2 \sqrt{\frac{q_{\text{заг}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{15,53 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,8}} = 104,81 \text{ мм}$$

де V — швидкість руху води в трубах, м/с.

Приймаємо труби зального тимчасового водопроводу діаметром 125 мм.

На виробничі та технологічні потреби:

$$d = 2 \sqrt{\frac{(q_{\text{вир}} + q_{\text{техн}}) \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{(0,0839 + 0,0751) \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,8}} = 10,61 \text{ мм}$$

Приймаємо труби виробничого та технологічного тимчасового водопроводу діаметром 15 мм.

На санітарно-побутові потреби:

$$d = 2 \sqrt{\frac{(q_{\text{госп}} + q_{\text{ідал}} + q_{\text{душ}}) \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{(0,0715 + 0,0715 + 0,231) \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,7}} = 16,74 \text{ мм}$$

Приймаємо труби санітарно-побутового водопроводу діаметром 20 мм.

4.13. Розрахунок тимчасового електропостачання

Електроенергію на будівельному майданчику витрачаємо:

1) на виробничі (технологічні) потреби: підігрівання будівельних матеріалів, розморожування мерзлого ґрунту, електропрогрівання бетону і цегляної кладки у зимовий час тощо;

2) на живлення електродвигунів будівельних машин, механізмів та установок;

3) на освітлення: внутрішнє – приміщень; зовнішнє – місць виконання робіт і під'їзних шляхів, території будівництва.

За загальною потребою в електроенергії встановлюємо тип тимчасової трансформаторної підстанції. Необхідну розрахункову потужність трансформаторної підстанції визначаємо для максимального споживання електроенергії одночасно всіма споживачами за формулою :

$$P = \frac{\alpha}{\cos\psi} (\Sigma P_c \cdot K_{1n} + \Sigma P_m \cdot K_{2n} + \Sigma P_{ов} \cdot K_{3n} + \Sigma P_{оз} \cdot K_{4n} +),$$

де α – коефіцієнт втрати потужності в мережі в мережах в залежності від їх довжини, ;

P_c — силова потужність машини або установки, кВт,

P_m — потрібна потужність на технологічні потреби, кВт;

$P_{ов}$ — потрібна потужність на внутрішнє освітлення приміщень, кВт;

$P_{оз}$ — потрібна потужність на зовнішнє освітлення, кВт;

$K_{1n}, K_{2n}, K_{3n}, K_{4n}$ — коефіцієнти попиту, які залежать від кількості споживачів;

$\cos\psi$ — коефіцієнт потужності, в середньому рівний 0,75.

Таблиця 4.13.1 – Потреби електроенергії за споживачами

Споживачі	Одиниця виміру	Кількість	Норма на одиницю потужності, кВт	Загальні витрати P_c , кВт	Коефіцієнт попиту, K_{1n}
1	2	3	4	5	6
1. Монтажний кран СКГ-50	шт.	3	75	225	0,7
2. Монтажний кран МКТ-6-45	шт.	1	30	30	0,7
3. Люлька ЛЕ-100-300	шт.	1	1,6	1,6	0,15
4. Електричний фарбопулт СО-61	шт.	1	0,27	0,27	0,15
5. Зварювальний трансформатор ТД-30У2	шт.	2	17,5	35	0,35
6. Вібратор ІВ-47	шт.	2	1,2	2,4	0,15

Таблиця 4.13.2 – Електричне освітлення внутрішнє

Споживачі	Загальна площа, м ²	Норма потужності на освітлення 1м ² , Вт	Загальні витрати електроенергії, кВт
1	3	4	5
1. Гардеробна з умивальною	70,7	15	1,061
2. Душова з переддушовою	45,6	15	0,684
3. Приміщення для обігріву працівників	8,5	15	0,128
4. Приміщення для відпочинку працівників	68,4	15	1,026
5. Туалет чоловічий	8,5	15	0,128
6. Туалет жіночий	8,5	15	0,128
7. Їдальня	70,7	15	1,061
8. Контора виконроба	70,7	15	1,061
9. Охоронна будка на в'їзді	4	15	0,06
10. Кабінет техніки безпеки	25,6	15	0,384
11. Приміщення для особистої гігієни	8,5	15	0,128
12. Приміщення для просушки спецодягу	16,2	15	0,243
13. Пункт охорони здоров'я	8,5	15	0,128
14. Закритий склад	42	3	0,126
Разом:			6,35

Таблиця 4.13.3 – Електричне освітлення зовнішнє

Споживачі.	Од. вимір.	Загальна площа, м ² (довжина, м),	Освіт- лення, лк	Норма потужності на 1м ² площі (на 1 км довжини), Вт	Загальні витрати кВт
1	2	3	4	5	6
Територія будівництва у зоні виконання робіт (площа будгенплану)	м ²	56700	2	0,4	22,68
Площа будівлі (монтажна зона)	м ²	6336	20	3	19,01
Головні проходи та проїзди	км	1,2	3	5	6
Охоронне освітлення	км	1,0	0,5	1,5	1,5
Аварійне освітлення	км	1,0	0,5	1,5	1,5
Разом					50,69

$$P=(1,1/0,75) \cdot ((70 \cdot 0,7 + 70 \cdot 0,7 + 30 \cdot 0,7 + 1,6 \cdot 0,15 + 0,27 \cdot 0,15 + 35 \cdot 0,35 + 2,4 \cdot 0,15) + 6,35 \cdot 0,8 + 50,69) = 347,1 \text{ кВт}$$

Застосовуємо на будівельному майданчику трансформаторну підстанцію КТПН-72М-400, потужністю 400 кВт, з трансформаторами типу ТМ 400/6/10 вагою 2,18 т.

Для прийому та розподілення електроенергії по споживачам на будівельному майданчику приймаємо шафи розподільні серії СП-62 та СПУ-62.

4.14. Будівельний генеральний план

Будівельний генеральний план розроблено для стадії монтажних робіт. На БГП наносимо контури будівлі з зазначенням монтажною зони будівлі та робочої і небезпечної зони роботи крану. Монтажна зона, де можливе падіння вантажу при встановленні та закріпленні елементів, охоплює територію на відстані 5 м від контуру будівлі (дана зона визначена для монтажу верхньої стінової панелі). На БГП її позначаємо штриховою лінією, а на місцевості — попереджувальними написами і знаками. Робота крана на монтажі конструкцій в монтажній зоні ведеться за нарядом-допуском. Робоча зона кожного крана окреслюється радіусом максимального робочого вильоту стріли; позначаємо її на окремих характерних стоянках кожного з кранів. Небезпечна зона — це простір, де можливе падіння вантажу при його переміщенні з урахуванням вірогідного розсіювання при падінні. Межу цієї зони визначаємо відстанню по горизонталі від стоянки крану за формулою:

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

де R_{max} — максимальний робочий виліт стріли крану; $0,5l_{max}$ — половина довжини найбільшого переміщуваного вантажу; $l_{без}$ — додаткова відстань для безпечної роботи, що дорівнює при висоті підйому вантажу $h \leq 10$ м — $0,3h + 1$ м, а при більшій висоті — монтажній зоні.

Для внутрішньомайданчикових доріг використовуємо тимчасові дороги, які зводяться у підготовчий період. Внутрішньомайданчикові дороги можуть бути односторонніми (шириною 3,5 м) та двосторонніми (шириною 6 м). Радіус закруглення доріг на поворотах 8...12 м (з урахуванням необхідності проїзду великорозмірних тягачів — 18 ... 30 м). Відстань між дорогами та складом проектуємо не меншою за 0,5 м, а між дорогою та огороженням — не менше 1,5 м. В даному курсовому проекті тимчасові дороги по периметру будівлі влаштовані з дорожніх бетонних плит, інші — підсипні. В місцях роботи кранів та в інших небезпечних зонах встановлюємо знаки, які попереджують про небезпеку та обмежують швидкість. Розкладку конструкцій та матеріалів виконуємо на тимчасових майданчиках складування.

Тимчасові адміністративно-побутові будівлі розміщуємо поза межами небезпечної зони, біля в'їзду на будівельний майданчик, скомпоновані у вигляді побутового містечка. Відстань між зблокованими будівлями повинна бути не менша за 1,5 м. Відстань між групами зблокованих будівель повинна перевищувати 10 м. Відстань від дороги — не менше 1,5 м.

Тимчасові електромережі зображенні схематично: вказані трансформаторні підстанції, розподільні шафи. Радіус обслуговування однієї розподільчої шафи 25 м. На будівельному майданчику розміщені кабельні освітлювальні і силові мережі електропостачання. В будівництві використовуємо струм 380 В для роботи електродвигунів і технологічних потреб та 220 В для освітлення. Кабельні мережі прокладаємо на глибині 0,8 м.

Тимчасове водозабезпечення влаштовуємо по кільцевій схемі. Пожежні гідранти встановлюємо на відстані не більше 100 м між собою, не більше 1,5 м від дороги, не ближче 5 м від будівлі. Фонтанчики для питних потреб встановлюються на відстані до 75 м від робочих місць та в побутовому містечку.

Визначаємо також техніко-економічні показники будгенплану.

Коефіцієнт забудови:

$$K_3 = F_2 / F_1 = 6336 / 56700 = 0,11$$

де F_1 — загальна площа території за генеральним планом, м^2 ;

F_2 — площа забудови об'єктів, що будуються, м^2 .

Коефіцієнт використання площі території визначають за формулою:

$$K_{\text{вик}} = (F_2 + F_{\text{м.б.}}) / F_1 = (6336 + (612 + 5340)) / 56700 = 0,22$$

де $F_{\text{м.б.}}$ — площа, що зайнята тимчасовими будівлями і спорудами, залізними й автодорогами.

Довжина тимчасових доріг складає 890 м; довжина тимчасових мереж водопостачання — 780 м; довжина тимчасових мереж електропостачання — 1577 м.

5.1. Безпека монтажних робіт

Елементи конструкцій, що монтуються, під час переміщення повинні утримуватися від розтягування і обертання гнучкими розтяжками. Встановленні в проектне положення елементи повинні бути закріплені так, щоб забезпечити їх геометричну незмінність і стійкість. Розтяжки для тимчасового закріплення конструкцій, що монтуються, необхідно прикріпити до надійних опор. Розтяжки необхідно розташовувати за межами габаритів руху транспорту і будівельних машин.

Навісні драбини та інші необхідні для монтажу пристосування слід встановлювати і закріплювати на конструкціях, що монтуються, до їх підйому. Навісні драбини висотою більше 5 м повинні бути обладнані пристроями для закріплення фала запобіжного поясу (канатами з уловлювачами тощо), огорожені металевими дугами і закріплені на конструкціях. При монтажі монтажники повинні знаходитися на підмостях чи на раніше закріпленій конструкції.

До початку виконання монтажних робіт необхідно визначити порядок обміну умовними сигналами між особою (для того, хто керує монтажем та машиністом крана). Усі сигнали подаються лише однією особою (бригадиром монтажною бригади, ланковим, такелажником- стропальником). Лише сигнал «Стоп» може подати будь-який робітник, який помітив небезпеку.

Якщо конструкція, що монтується, знаходиться за межами поля зору машиніста крана, між ним та монтажниками повинен бути забезпечений надійний зв'язок. Якщо такої можливості немає, призначаються проміжні сигнальніки з числа стропальників (такелажників).

Під час перерви у роботі залишати підняті елементи конструкцій і обладнання на гаку крана заборонено.

Роботи з переміщення і установа конструкцій, що мають велику парусність, необхідно зупиняти за швидкості вітру 10 м/с і більше.

До самостійного виконання верхолазних робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання та перевірку знань з охорони праці, медичний огляд та визнані придатними до виконання даного виду робіт, мають стаж верхолазних робіт не менше одного року і тарифний розряд не нижче 3-го.

Фарбування й антикорозійний захист конструкцій і устаткування необхідно робити до піднімання конструкцій на проектну позначку. Після піднімання зазначених конструкцій фарбування чи здійснення антикорозійного захисту допускається виконувати тільки в місцях стиків і з'єднань конструкцій.

5.2 Безпека електрозварювальних робіт

До виконання електрозварювальних робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку і перевірку теоретичних знань та практичних навичок із конкретних способів зварювання і визначених видів зварювальних робіт, склали екзамен атестаційній комісії та мають відповідне посвідчення. Електрозварники повинні мати групу з електробезпеки не нижче II.

До виконання електрозварювальних та газополуменевих робіт на висоті 5 м і більше допускаються зварювальники, які пройшли спеціальний медичний огляд, мають стаж верхолазних робіт не менше одного року, розряд зварювальника не нижче III.

Металеві частини електрозварювального оснащення мають знаходитися без напруги, а також повинні бути заземлені зварні вироби.

5.3. Безпека переміщення і складування вантажів

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт не допускається стропування вантажу, який знаходиться в нестійкому положенні. Перед завантаженням, розвантаженням панелей, блоків та інших залізобетонних конструкцій монтажні петлі повинні бути оглянуті і очищені. Перед початком робіт слід підібрати вантажозахватні пристосування відповідно до ваги і характеру вантажу, що піднімається. Стропи повинні бути підібрані з врахуванням числа гілок такої довжини, щоб кут між двома гілками був не більше 90°, та відповідати вантажопідйомності конструкції, що підіймають. Перед підйманням вантажу стріловими самохідними кранами перевірити за вказівником вантажопідйомність, а також встановлений машиністом виліт стріли на відповідність вазі вантажу, що піднімається.

Укладка вантажу виконується рівномірно без порушення встановлених для складування габаритів, без загромождження проходів і під'їздів. Матеріали (конструкції) необхідно розміщувати на вирівняних майданчиках та вживати заходів, що запобігають самовільному зсуву, осіданню, опаданню і розкочуванню. Майданчики для складування повинні мати стоки поверхневих вод. Складувати конструкції та матеріали на будівельному майданчику і робочих місцях необхідно так:

- стінові панелі — у касети чи піраміди;
- плити перекриття — у штабелі висотою не більше ніж 2,5 м на підкладках;
- колони та підкранові балки — у штабелі висотою до 2,0 м на підкладках;
- кроквяні ферми — на металеві кондуктори;

У разі розміщення автомобілів на вантажно-розвантажувальних майданчиках відстань між автомобілями, що стоять один за одним, має бути не менше ніж 1,0 м, а між автомобілями, що стоять поряд, не менше ніж 1,5 м.

У разі, якщо вантажний автомобіль знаходиться біля будівлі (споруди), відстань між ним і заднім бортом автомобіля або граничною межею вантажу повинна бути не менше ніж 0,5 м. Відстань між автомобілем і штабелем вантажу повинна бути не менше ніж 1,0 м.

5.4. Організація безпечної роботи на будівельному майданчику

Внутрішні автомобільні шляхи на будівельних майданчиках повинні бути обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху України. Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виконання робіт не може перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год - на поворотах.

Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби, а також закриті приміщення повинні бути освітлені, не засліплюючи працюючих. Обладнання систем освітлення конструктивно не повинно створювати ризик ураження електрострумом. Виконання робіт у місцях, рівень освітленості яких не відповідає вимогам, не допускається.

ВИСНОВКИ

Бакалаврська робота «Дизайн-проект фасадів механозбірного цеху з благоустроєм прилеглої території» виконана на 4 аркушах креслень і на понад 60 сторінках розрахунково-пояснювальної записки, що складається із 5 основних розділів.

В основі роботи полягає проектування промислового цеху із збірних залізобетонних конструкцій. Будівля одноповерхова промислова каркасна, з трьома поздовжньо з'єднаними прогонами. Перший прогоном $L_1=24$ м, довжиною $B_1=96$ м, з відміткою оголовку колон $H_1=18$ м, кроком колон $a_1=6$ м, обладнаний мостовим краном вантажопідйомністю $Q_1=30$ т, другий та третій $L_2/L_3=18/30$ м, довжиною $B_2/B_3=84$ м, з відміткою оголовку колон $H_2/H_3=12$ м, кроком колон $a_2/a_3=6$ м, обладнані мостовими кранами вантажопідйомністю $Q_2/Q_3=50/30$ т. Конструкції залізобетонні: колони крайніх та середніх рядів двогілкові; фахверкові – суцільного прямокутного перерізу; підкранові балки довжиною 6 м; кроквяні ферми довжиною 18, 24 і 30 м; плити покриття ребристі 3×6 м; фундаментні балки довжиною 6 м; стінові панелі довжиною 6 м, висотою 0,9 м.

Архітектурно-будівельний розділ містить короткий виклад технологічного та функціонального процесів, розрахунок параметрів генерального плану, опис об'ємно-планувальних та конструктивних рішень, теплотехнічний розрахунок, рішення для зовнішнього оздоблення. На кресленні по даному розділі представлено генплан, фасади, перспективу, план, розріз.

Розрахунково-конструктивний розділ представлений розрахунками збірних залізобетонних конструкцій покриття, зокрема панелі 3×6 м та сегментної ферми прольотом 18 м. В ході розрахунків за першою групою граничних станів було визначено навантаження, зусилля, а після – армування у перерізах ключових елементів зазначених конструкцій. Класом бетону задавалися на початку розрахунку. Для плити було обрано клас С 25/30 (В30), для ферми – С 45/55 (В55). На другому аркуші представлені креслення ферми ФС-3, відомості витрат сталі, специфікації арматурних виробів.

В роботі виконано порівняння двох варіантів засобів механізації. Собівартість механізованих робіт показала, що більш прийнятним варіантом є пневмоколісні крани у порівнянні з гусеничними.

У технологічно-організаційному розділі виконано опис технології зведення каркасу будівлі. На третьому аркуші креслень представлено технологічну карту на монтаж конструкцій каркасу.

Також було виконано необхідні розрахунки з організації будівельно-монтажних робіт, зокрема обчислено потреби у площах складів, тимчасових будівель та споруд, визначено витрати води та електроенергії. На основі визначених обсягів робіт та комплектації ланок робітників складено мережевий та лінійний календарні графіки. А також розроблено будівельний генеральний план.

Таким чином, найбільший розділ з технології та організації будівельного виробництва представлено відповідно на 3-му та 4-му аркушах. З них слідує, що будівництво виконується 11 місяців, за умови ведення робіт у дві зміни. Максимальна кількість робітників на будівництві – 72 людини.

У розділі з охорони праці висвітлено заходи безпеки для ведення ключових будівельно-монтажних робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.1.2-2-2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Видання офіційне. – К. : Мінбуд України, 2006. – 60.
2. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 48 с.
3. ДБН Б.1.1-4-2009. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження містобудівного обґрунтування.
4. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
5. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
6. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мін буд України, 2006.
7. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану.
8. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій.
9. ДСТУ Б А.2.4-6:2009. СПДБ. Правила виконання робочої документації генеральних планів.
10. ДСТУ Б А.3.2-13: 2011. Системи стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпека. Загальні вимоги (ГОСТ 12.1.013-78, MOD).
11. ДБН В.2.8-3-95. Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент. Технічна експлуатація будівельних машин.
12. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту.
13. НАПБ А.01.003-2009. Правила улаштування та експлуатації систем оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей в будинках та спорудах.
14. ДСТУ EN 13501-1:2016. Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій.
15. ДСТУ-Н Б А.3.1-16:2013. Настанова щодо виконання зварювальних робіт при монтажі будівельних конструкцій. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014.
16. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини : Підручник / А.М. Павліков – Полтава, ПолтНТУ, 2017. – 284 с.

17. Залізобетонні конструкції: Підручник / А.Я. Барашиков, Л.М. Буднікова, Л.В. Кузнєцов та ін.; За ред. А.Я.Барашикова. – К.: Вища шк., 1995. – 594с.
18. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016
19. ДСТУ 7239:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. Видання офіційне. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2011
20. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012.
21. НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. – К.: Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду, 2007.
22. НПАОП 28.52-1.31-13. Правила охорони праці під час зварювання металів. – К.: Міністерство надзвичайних ситуацій України, 2013.
23. ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD). Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012.
24. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. – К.: Міністерство соціальної політики України, 2018
25. Барч И.З. Строительные краны. – К.: Будівельник, 1974.
26. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення.
27. ДБН В.2.6-33:2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією.
28. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова.
29. ДБН Д.1.1-2-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. – К.: НДІБВ, 2002.
30. ДБН Д.2.7-2-2000. Ресурсні елементні кошторисні норми на експлуатацію машин та механізмів. – К.: НДІБВ, 2001.
31. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів.
32. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва

Додаток А

Алгоритм розрахунку техніко-економічного порівняння конструктивного рішення влаштування конструкції перекриття за приведеними витратами та економічного ефекту від застосування ефективної конструкції за весь нормативний термін її експлуатації

Вибір ефективного варіанта конструкцій виконуємо за приведеними витратами.

Розрахунки проведемо, враховуємо весь технологічний комплекс робіт та необхідні матеріально-технічні ресурси за допомогою програмного комплексу «Будівельні технології – Кошторис».

Вибір ефективного варіанта здійснюємо за мінімальними сумарними приведеними витратами на заводське виготовлення конструкцій, їх зведення та експлуатацію за формулою 1.1:

$$B = (B_6 + E_n \times K_6) \times (\rho + E_{nn}) + (B_e + E_n \times K_c) \quad (1.1)$$

де B_6 – вартість будівельно-монтажних робіт з врахуванням кошторисної вартості придбання конструкцій;

K_6 – капітальні вкладення в виробничі засоби будівельної організації;

E_{nn} – норматив приведення капітальних вкладень за фактором часу;

E_n – норматив ефективності (норма прибутку) капітальних вкладень;

B_e – витрати на експлуатацію, утримання і ремонт конструктивних елементів;

K_c – спряжені капітальні вкладення в сфері експлуатації будівельних конструкцій.

$(B_6 + E_n \cdot K_6)$ – приведені витрати на зведення конструкцій на будівельному майданчику з врахування витрат на придбання конструкцій, грн.;

$(B_e + E_n \cdot K_c)$ – річні приведені витрати в сфері експлуатації будівлі чи споруди, грн.;

B_e – річні витрати в сфері експлуатації конструктивних елементів будівлі чи споруди, грн.

До них відносяться затрати на капремонт будівельних конструкцій, відновлення і підтримання передбаченої проектом надійності конструкцій, щорічні витрати на поточні ремонти і технічне обслуговування (опалення, освітлення, та ін.).

K_c – спряжені капітальні вкладення в сфері експлуатації будівельної конструкції (на охорону навколишнього середовища, придбання нового устаткування для ремонтів та утримання будівлі чи споруди.);

ρ – коефіцієнт реновації, частка витрат в розрахунку на рік служби конструкції, розраховується за формулою 1.2 ;

$$\rho = \frac{E_{nn}}{(1 + E_{nn})^{Te} - 1} \quad (1.2)$$

де Te – строк служби (експлуатації) будівельної конструкції, років;

$E_{n,n}$ – норматив приведення капітальних вкладень за фактором часу, ($E_{n,n} = 0,1$).

Розрахунок економічного ефекту від створення і використання нових будівельних конструкцій за весь строк їх експлуатації здійснюється за формулою 1.3:

$$E = \frac{B_2 - B_1}{p_2 + E_{н.н}}, \quad (1.3)$$

позначення «1» та «2» відповідають базовому та проектному рішення.

Розраховуємо тривалість виконання будівельних робіт за варіантами згідно формули 1.4:

$$t = \sum_{i=1}^n \frac{Tосн_i}{N_i \cdot n_i \cdot \kappa_{зм}}, \quad (1.4)$$

де $Tосн_i$ — витрати праці робітників-будівельників на встановлення окремих видів конструктивних елементів, людино-годин, які формуються в локальних кошторисах за варіантами;

N_i — прийнята кількість бригад для виконання робіт із встановлення i -го конструктивного елемента;

n_i — середня кількість робітників-будівельників у бригаді, осіб;

$\kappa_{зм}$ — кількість робочих змін на добу, прийнята при встановленні i -го конструктивного елемента.

Виконаємо розрахунок капітальних вкладень в виробничі фонди будівельної організації (K) за формулами 1.5 – 1.7:

$$K = Kосн + Kоб, \quad (1.5)$$

$$Kосн = \sum_{j=1}^m \frac{M_j \cdot t_j}{t_{нj}}, \quad (1.6)$$

$$Kоб = \frac{(C + ТБ + ДКз + ДКл + КП + АВ)}{n_{об}}, \quad (1.7)$$

де $Kосн$ і $Kоб$ — капітальні вкладення відповідно в основні і оборотні фонди, грн.;

M_j — інвентарно-розрахункова вартість машин j -ї групи;

$j = 1, 2, 3 \dots n$ — порядковий номер групи використовуваних машин;

t_j — тривалість роботи машин j -ї групи на об'єкті, (визначається за РЕКН ДБН Д.2.2-99), маш-год.

Для монтажу використовуємо кран з інвентарно-розрахунковою вартістю 3000.00 тис. грн.;

$t_{нj}$ — нормативна тривалість роботи машин j -ї групи протягом року, маш-год.

C — собівартість будівельно-монтажних робіт;

$ТБ$ — витрати на спорудження титульних тимчасових будівель і споруд;

$$ТБ = \frac{C \cdot n_{тб}}{100}, \quad (1.8)$$

де $n_{тб}$ — усереднений показник для визначення ліміту коштів на титульні тимчасові будівлі і споруди;

ДКз, ДКл – кошти на відшкодування додаткових витрат при виконанні робіт відповідно у зимовий та літній періоди, грн.;

КП – кошторисний прибуток, грн.;

АВ – адміністративні витрати будівельної організації

$$ТБ = \frac{C \cdot n_{мб}}{100} \quad ДВ_{зл} = \frac{(C + ТБ) \cdot n_{кп}}{100} \quad (1.9, 1.10)$$

$$КП = Тзаг \cdot n_{кп}, \quad (1.11, 1.12)$$

$$АВ = Тзаг \cdot n_{ав},$$

де $n_{мб}$ – усереднений показник для визначення ліміту коштів на титульні тимчасові будівлі і споруди ;

$n_{зл}$ – усереднені показники для визначення ліміту коштів на додаткові витрати при виконанні робіт відповідно у зимовий чи літній час;

$Тзаг$ – загальна нормативно-розрахункова трудомісткість робіт;

$n_{кп}$ і $n_{ав}$ – усереднений показник відповідно кошторисного прибутку і адміністративних витрат, грн.

За формулою 1.13 визначаємо загальну кошторисну трудомісткість будівельно-монтажних робіт ($Т_{зар}$):

$$Тзаг = Тнв + Тзв + Тмб + Тз + Тл \quad (1.13)$$

де $Тнв$ – нормативно-розрахункова трудомісткість робіт, що передбачаються прямими витратами;

$Тзв$ – розрахункова кошторисна трудомісткість робіт, що передбачені загальновиробничими витратами:

$$Тзв = Тнв \cdot К_{тзв} \quad (1.14)$$

$Тмб$ – розрахункова трудомісткість робіт зі зведення і розбирання титульних тимчасових будівель і споруд ($K=1.5$);

$Тз$ і $Тл$ – розрахункова додаткова трудомісткість будівельно-монтажних робіт при їх виконанні відповідно в зимовий та літній періоди.

Визначаємо витрати на експлуатацію конструктивних елементів, які включають суму річних амортизаційних відрахувань (A) і витрати на ремонт і утримання конструкцій ($Вру$) за формулами 1.15 – 1.16:

$$Вс = A + Вру. \quad (1.15)$$

$$A = \frac{(C + ДВ_{зл} + КП + АВ)}{100} \cdot На, \quad (1.16)$$

де $На$ – річна норма амортизаційних відрахувань на будівлі і споруди, %.

Витрати на ремонт та утримання конструкцій визначаються по кожній j -й групі конструкцій:

$$Вру = \frac{\sum_{j=1}^m (C + ДВ_{зл_j} + КП_j + АВ_j) \cdot Нру_j}{100}, \quad (1.17)$$

Отже, економічний ефект в результаті використання раціональної конструкції можливо порівняти за формулою 1.3.

Картка-визначник

№ п/п	Найменування робіт	Об'єм робіт		§ ЕНіР	Трудомісткість, люд-год			Склад ланки		Кільк. ланок	Машини та механізми					Кіл.зм/добу	Трив., зм	Трив., дн
		од.ви-міру	кільк.		на од.	нормат.	прийн.	професія, розряд	усього робіт-ків		Машиномісткість, маш-год			Комплект				
											на од.	нормат.	прийн.	марка	кільк.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Зрізання рослинного шару бульдозером	1000м2	8.8	Е 2-1-5	0.66	5.8	8	машиніст бр.	1	1	0.66	5.8	8	ДЗ-27	1	1	1	1
2	Розробка ґрунту однокішшовим екскаватором із завантаженням у транспортний засіб	100м3	84	Е 2-1-11	2.8	235.2	216	машиніст 5р.	1	3	2.8	235.2	216	ЭО-3322	3	1	9	9
3	Попереднє планування дна котловану	1000 м2	3.7	Е 2-1-35	0.2	0.7	8	машиніст бр.	1	1	0.2	0.7	8	ДЗ-27	1	1	1	1
4	Остаточне планування дна коловану	1000 м2	3.7	Е 2-1-36	0.27	1	8	машиніст бр.	1	1	0.27	1	8	ДЗ-27	1	1	1	1
5	Влаштування опалубки під фундаменти	м2	154.8	Е 4-1-34	0.62	96	96	тесляр 4р, 2р.	2	3	-	-	-	-	-	1	2	2
6	Встановлення арматурних сіток, каркасів, деталей	1 елем.	187	Е 4-1-44	0.17	31.8	48	арматурщик 3р, 2р-2	3	2	-	-	-	-	-	1	1	1
7	Подача бетонної суміші	100м3	0.87	Е 4-1-48	38	33.1	32	машиніст бетононасосу 4р., бетонщик 2р.	2	1	38	33.1	16	бетоно-насос 10м3/год	1	1	2	2
8	Укладка бетонної суміші	1 м3	87	Е 4-1-49	0.33	28.7	32	бетонщик 4р., 2р.	2	1	-	-	-	-	-			
9	Демонтаж опалубки	1 м2	154.8	Е 4-1-34	0.15	23.2	32	тесляр 3р., 2р.	2	2	-	-	-	-	-	1	1	1
10	Монтаж фундаментних балок	1 елем.	14	Е 4-1-6	1.1	15.4	48	машиніст крану бр., монтажник 5р., 4р., 3р.-2, 2р.	6	1	0.22	3.1	8	СКГ-50	1	1	1	1

11	Гідроізоляція фундаментів	1 м2	192.6	Е 4-1-184	0.27	52	32	ізоляційник 3р.-2	2	2	-	-	-	-	-	1	1	1
12	Зворотна засипка котловану бульдозером	100 м3	71.4	Е 2-1-34	0.47	33.6	32	машиніст 5р.	1	1	0.47	33.6	32	ДЗ-28	1	1	4	4
13	Монтаж колон	1 елем.	19	Е4-1-4	3	57	48	машиніст крану 6р., монтажник 5р., 4р., 3р.-2, 2р.	6	1	0.3	5.7	8	СКГ-50	1	1	1	1
14	Замонолічування стиків колон	1 стик	19	Е4-1-25	0.81	15.4	16	монтажник 4р., 3р.	2	1	-	-	-	-	-	1	1	1
15	Монтаж балок в/о 1-4	1 елем.	5	Е 4-1-6	8	40	48	машиніст крану 6р., монтажник 5р., 4р., 3р.-2, 2р.	6	1	1.6	8	8	СКГ-50	1	1	1	1
16	Заробка стиків	1 стик	10	Е4-1-25	0.81	8.1	16	монтажник 4р., 3р.	2	1	-	-	-	-	-	1	1	1
17	Монтаж плит в/о 1-4	1 елем.	24	Е4-1-7	1.9	45.6	40	машиніст крану 6р., монтажник 4р., 3р.-2, 2р.	5	1	0.47	11.3	8	СКГ-50	1	1	1	1
18	Заробка стиків	100м шва	2.94	Е4-1-26	6.4	18.8	16	монтажник 4р., 3р.	2	1	-	-	-	-	-	1	1	1
19	Монтаж колон структурного покриття в/о 5-13	1 елем.	9	Е5-1-9	3.5	31.5	40	машиніст крану 6р., монтажник 6р., 4р.-2, 3р.	5	1	0.7	6.3	8	СКГ-100	1	1	1	1
20	Укрупнення ферм структурного покриття	1 елем.	18	Е5-1-3	2.9	52.2	48	машиніст крану 6р., монтажник 6р., 5р., 4р.-2, 3р.	6	1	0.58	10.4	8	СКГ-100	1	1	1	1
21	Монтаж ферм структурного покриття	1 елем.	18	Е5-1-6	7.6	136.8	128	машиніст крану 6р., монтажник 6р., 5р.-2, 4р.-3, 3р.	8	1	1.1	19.8	16	СКГ-100	1	1	2	2

22	Монтаж елементів структурного покриття	1 елем.	136	E5-1-6	0.35	47.6	64	машиніст крану бр., монтажник 5р., 4р., 3р.	4	1	0.12	16.3	16	СКГ-100	1	1	2	2
23	Монтаж прогонів	1 елем.	160	E 5-1-6	0.3	48	64	машиніст крану бр., монтажник 5р., 4р., 3р.	4	1	0.1	16	16	СКГ-100	1	1	2	2
24	Монтаж профнастилу	100 м2	23.04	E 5-1-20	12.5	288	280	машиніст бр., монтажник 4р.- 3, 3р.-3	7	1	0.03	0.7	40	СКГ-100	1	1	5	5
25	Монтаж зовн. стін. Панелей площею до 10м2	1 елем.	145	E 4-1-8	3	435	400	машиніст бр., монтажник 5р., 4р., 3р., 2р.	5	1	0.75	108.8	80	СКГ-100	1	1	10	10
26	Монтаж зовн. стін. Панелей площею до 15м2	1 елем.	13	E 4-1-8	4	52	80	машиніст бр., монтажник 5р., 4р., 3р., 2р.	5	1	1	13	16	СКГ-100	1	1	2	2
27	Влаштування внутрішніх стін	1м3	251.8	E3-3	3.7	931.7	896	муляр 3р.-2	2	4	-	-	-	-	-	1	14	14
28	Улаштування пароізоляції покриття обклеювальної в один шар	100м2	35.11	E7-13	6.7	235.3	192	ізоляційник 3р.- 1, 2р.-1	2	4	-	-	-	-	-	1	3	3
29	Утеплення покриття в один шар	100м2	35.11	E7-14	8.8	309	256	ізоляційник 3р.- 1, 2р.-1	2	4	-	-	-	-	-	1	4	4
30	Улаштування цементно- піщаної стяжки δ=15мм	100м2	35.11	E7-15	6.8	238.8	192	ізоляційник 4р.- 1, 3р.-1, 2р.-1	3	4	-	-	-	-	-	1	2	2
31	Улаштування покрівель наплавлюваних матеріалів у два шари	100м2	70.22	E7-2	4.8	337.1	320	ізоляційник 4р.- 1, 3р.-1	2	4	-	-	-	-	-	1	5	5
32	Встановлення вікон та дверей	100м2	9.053	E6-13	18	163	160	тесляр 4р.-1, 3р.- 1	2	2	-	-	-	-	-	1	5	5
33	Подача бетону підстиляючого шару підлоги першого поверху	100 м3	4.788	E 4-1-48	27	129.3	128	машиніст бетононасосу 4р.- 1, бетонщик 2р.- 1	2	2	27	129.3	64	бетоно- насос 10м3/год	2	1	4	4

34	Укладка бетонної суміші підстиляючого шару підлоги першого поверху	1 м3	478.8	E 4-1-49	0.22	105.3	96	бетонщик 3р.-1, 2р.-1	2	1	-	-	-	-	-	1	6	6
35	Гідроізоляція підлог	100м2	31.92	E 11-40	10.5	335.2	288	ізоляційник 4р.-1, 3р.-1, 2р.-1	3	2	-	-	-	-	-	1	6	6
36	Утеплення підлог	1м2	3192	E 11-41	0.36	1149.1	1056	ізоляційник 4р.-1, 3р.-1, 2р.-1	3	4	-	-	-	-	-	1	11	11
37	Подача бетону основного шару підлоги першого поверху	100 м3	4.788	E 4-1-48	27	129.3	128	машиніст бетононасосу 4р.-1, бетонщик 2р.-1	2	2	27	129.3	64	бетоно-насос 10м3/год	2	1	4	4
38	Укладка бетонної суміші основного шару підлоги першого поверху	1 м3	478.8	E 4-1-49	0.22	105.3	96	бетонщик 3р.-1, 2р.-1	2	1	-	-	-	-	-	1	6	6
39	Штукатурення стелі	100м2	2.455	E 8-1-2	12	29.5	40	штукатур 4р.-2, 3р.-2, 2р.-1	5	1	-	-	-	-	-	1	1	1
40	Штукатурення внутрішніх стін	100м2	12.05	E 8-1-2	9.6	115.7	80	штукатур 4р.-2, 3р.-2, 2р.-2	5	1	-	-	-	-	-	1	2	2
41	Фарбування стін	100м2	12.05	E 8-1-15	2.5	30.1	16	маляр 5р.-1	1	2	-	-	-	-	-	1	1	1
42	Оздоблення стін плиткою	1 м2	138	E 8-1-35	1.6	220.8	192	облицювальник 4р.-1, 3р.-1	2	2	-	-	-	-	-	2	6	3
43	Влаштування бетонних підлог	100м2	25.57	E 19-31	9.6	245.4	192	бетонщик 4р.-1, 2р.-1	2	4	-	-	-	-	-	1	3	3
44	Влаштування підлог з плитки	1м2	316.1	E 19-19	0.5	158.1	128	облицювальник 4р.-1, 3р.-1	2	2	-	-	-	-	-	1	4	4
45	Монтаж обладнання					323	320	машиніст крану 6р.-1, монтажник 5р.-1, 4р.-1, 3р.-1, 2р.-1	5	2	-	-	-	СКГ-100, СКГ-50	1 1	1	4	4
46	Влаштування відмостки з бетону	1м3	51.5	E 4-1-49	0.42	21.6	16	бетонщик 4р.-1, 2р.-1	2	1	-	-	-	-	-	1	1	1
47	Опалення					1611	1600	слюсар 4р.-1	1	10	-	-	-	-	-	1	20	20

48	Вентиляція					1353.2	1280	вентиляційник 4р.-1	1	10	-	-	-	-	-	1	16	16
49	Водопостачання					1288.8	1280	слюсар 4р.-1	1	10	-	-	-	-	-	1	16	16
50	Каналізація					733.3	720	слюсар 4р.-1	1	10	-	-	-	-	-	1	9	9
51	Електромонтажні роботи					1611	1600	електромонтажн ик 4р.-1	1	10	-	-	-	-	-	1	20	20
52	Слабкоструміві мережі					386.65	320	електромонтажн ик 4р.-1	1	10	-	-	-	-	-	1	4	4
53	Благоустрій території					967	960	різнорабочий 2р- 1	1	10	-	-	-	-	-	1	12	12
54	Пусконаладжувальні роботи					50	48	ІТП	3	1	-	-	-	-	-	1	2	2
55	Здача об'єкту в експлуатацію					15	24	ІТП	3	1	-	-	-	-	-	1	1	1

Відомість об'ємів робіт

№	Найменування робіт	Один. виміру	Формула підрахунку	Об'єм робіт
1	Зрізання рослинного шару товщиною 25 см	м ²		8800
2	Планування майданчика	м ²		8800
3	Розробка котловану екскаватором	м ³		8400
4	Планування дна котловану	м ²	75,5·49	3700
5	Влаштування бетонної підготовки під фундаменти	м ³	$(1,8 \cdot 1,8 \cdot 13 + 1,8 \cdot 2,3 \cdot 3) \cdot 0,1$	5,5
6	Влаштування горизонтальної гідроізоляції	м ²	$1,8 \cdot 1,8 \cdot 13 + 1,8 \cdot 2,3 \cdot 3$	54,5
7	Встановлення каркасів та сіток фундаментів	шт	$10 \cdot 13 + 19 \cdot 3$	187
8; 10	Монтаж / демонтаж опалубки для підготовки та фундаментів	м ²	$9,16 \cdot 13 + 11,9 \cdot 3$	154,8
9	Влаштування монолітних фундаментів під колони	м ³	$5,1 \cdot 13 + 6,9 \cdot 3$	87,0
11	Монтаж фундаментних балок	шт		14
12	Гідроізоляція фундаментів	м ²	$11,4 \cdot 13 + 14,8 \cdot 3$	192,6
13	Зворотна засипка котловану з пошаровим ущільненням	м ³	8400·85%	7140
14	Монтаж колон	шт.	10+9	19
15	Монтаж балок (в/о 1-4)	шт.		5
16	Монтаж з/б плит покриття типу «2Т» розмірами 3х12м (в/о 1-4)	шт.		24
17	Монтаж конструкцій структурного покриття:	м ² т	$48 \cdot 48$ $4 + 43,3 + 40,2$	2304 87,5
	- монтаж колон	шт. т	8+1 $0,368 \cdot 8 + 1,055$	9 4,0
	- монтаж ферм	шт. т	6+12 $6 \cdot 2,149 + 12 \cdot 2,532$	18 43,3
	- монтаж елементів	шт. т	32+40+64 $32 \cdot 0,521 + 40 \cdot 0,423 + 64 \cdot 0,103$	136 40,2
18	Монтаж прогонів	шт		160
19	Монтаж профнастилу	м ²	48·48	2304
20	Монтаж зовнішніх стінових панелей площею до 10м ²	шт		145

21	Монтаж зовнішніх стінових панелей площею до 15м ²	шт		13
22	Влаштування внутрішніх стін	м ³	335,7·75%	251,8
23	Влаштування комбінованої покрівлі	м ²	48·66,5·110%	3511,2
24	Встановлення вікон та дверей	м ²	2278,5·25%	569,6
25	Сан.-технічні роботи	люд.-год.	(48·18·9+48,5·48·10,5)·0,05	1611
26	Електромонтажні роботи	люд.-год.		1611
27	Влаштування бетонної підготовки під підлогу	м ³	48·66,5·0,15	478,8
28	Гідроізоляція по підготовці	м ²	48·66,5	3192
29	Утеплення підлоги	м ²		3192
30	Влаштування бетонної підлоги	м ³		478,8
31	Встановлення внутр. дверей та вікон	м ²	1342,7·25%	335,7
32	Внутрішнє оздоблення приміщень (штукатурення та фарбування)	м ²	1342,7·138	1204,7
33	Внутрішнє оздоблення приміщень з вологим режимом роботи (облицювання керамічною плиткою)	м ²		138
34	Влаштування чистої підлоги	м ²	48·66,5·90%	2872,8
35	Монтаж обладнання	люд.-год.	(48·18·9+48,5·48·10,5)·0,01	323
36	Влаштування відмостки з бетону (товщ 15см, шир. 1,5м)	м ³	(48+66,5)·2·1,5·0,15	51,5
37	Благоустрій	люд.-год.	(48·18·9+48,5·48·10,5)·0,03	967
38	Пусконаладжувальні роботи	люд.-год.		50
39	Здача об'єкту в експлуатацію	люд.-год.		15