

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну
Кафедра будівництва

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
рішенням кафедри будівництва
(протокол № __, від __.05.2025р.)
завідувач кафедри будівництва,
д.т.н., професор
_____ Ігор ЯКОВЕНКО
."__" _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Проектування цеху виробництва обладнання
машинобудівного заводу у Дніпропетровській області»

Спеціальність 192 – будівництво та цивільна інженерія
(код і назва)

Гарант освітньої програми

_____ кандидат технічних наук, доцент _____ Євген ДМИТРЕНКО _____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи:

_____ д.т.н., професор _____ Ігор ЯКОВЕНКО _____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

допускається до захисту/не допускається до захисту»

Виконав: студент

_____ Дмітрій КОВАЛЕНКО _____
«підпис» (ПІБ студента)

Рецензент:

_____ К.Т.Н., доцент _____ Євген ДМИТРЕНКО _____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

_____ «підпис»

_____ «оцінка»

м. Київ 2025 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва,

Д.Т.Н., професор Ігор ЯКОВЕНКО
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

« » грудня 2024р.

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Коваленку Дмитрію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(код і назва)

Програма підготовки освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема дипломного проекту затверджена наказом проректора з науково-педагогічної роботи та цифрової трансформації НУБіП України від «16» грудня 2024 р. № 2264 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025, травень, 30

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: геологічні умови майданчика будівництва, природно-кліматичні умови відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010, навантаження та вплив згідно ДБН В.1.2-2:2006.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, 6 листів формату А1 та використаних джерел літератури 27 найменування.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Розділ 1. Архітектурна частина

Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина

Розділ 3. Організаційно-технологічна частина

Розділ 4. Охорона праці та навколишнього середовища

Висновки

Перелік використаної літератури

Додатки

Перелік графічного матеріалу (обов'язкові креслення):

Аркуш 1.	<i>Архітектурна частина: фасад, розрізи, генплан, вузли, плани.</i>
Аркуш 2.	<i>Архітектурна частина. Основи і фундаменти.</i>
Аркуш 3.	<i>Розрахунково-конструктивна частина. Конструювання плити перекриття</i>
Аркуш 4.	<i>Технологічно-будівельна частина. Техкарта на монтаж ферм та плит покриття.</i>
Аркуш 5.	<i>Організаційно-будівельна частина. Будгенплан. Календарний графік виконання робіт.</i>

Строки виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи

Найменування етапу дипломного проєкту	Строк виконання етапу	Відмітка про виконання
<i>Збір, аналіз та обґрунтування вихідних матеріалів для проєкту</i>	<i>16.12.24– 28.02.25</i>	
<i>Написання та наповнення частин пояснювальної записки</i>	<i>01.03.25 – 05.04.25</i>	
<i>Виконання графічної частини дипломного проєкту</i>	<i>05.04.25–17.05.25</i>	

Дата видачі завдання «16» грудня 2024 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

Д.Т.Н., проф.
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Ігор ЯКОВЕНКО
(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Дмитрій КОВАЛЕНКО
(ПІБ студента)

Зміст

1.	АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА.....	6
1.1.	Загальна характеристика об'єкту забудови.....	6
1.2.	Генеральний план місцевості забудови.....	6
1.3.	Об'ємно-планувальне рішення будівлі.....	7
1.4.	Конструктивне рішення будівлі.....	8
1.5.	Зовнішня та внутрішня обробка.....	11
1.6.	Сантехнічне та інженерне обладнання.....	11
2.	РОЗРАХУНКОВО КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	13
2.1.	Дані для проєктування.....	13
2.2.	Збір навантаження на конструкцію панелі покриття.....	13
2.3.	Розрахунок плити панелі.....	14
2.4.	Розрахунковий проліт, навантаження і зусилля в поперечному ребрі.....	19
2.5.	Розрахунок несучої здатності нормальних перерізів поперечного ребра.....	20
2.6.	Розрахунок похилих перерізів поперечного ребра по міцності.....	22
2.7.	Розрахунковий прогон, завантаження і зусилля у поперечних ребрах плити покриття.....	22
2.8.	Розрахунок несучої здатності нормальних перерізів поперечних ребер плити покриття.....	24
2.9.	Розрахунок несучої здатності поперечних ребер за похилими перерізами.....	27
2.10.	Геометричні характеристики поперечного перерізу панелі.....	28
2.11.	Визначення втрат попереднього напруження арматури.....	29
2.12.	Розрахунок прогинів залізобетонної плити покриття.....	32

					<i>01.06-БКР.2264 "С" 2024.12.16 11 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Коваленко Д.О.</i>			<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Зав. каф.</i>		<i>Яковенко І.А.</i>				4	
<i>Керівник</i>		<i>Яковенко І.А.</i>			<i>кафедра будівництва група БЦІ-2104</i>		

*Проектування цеху
виробництва обладнання
машинобудівного заводу у
Дніпропетровській області*

1. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА

1.1. Загальна характеристика об'єкту забудови

У процесі виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи розглядається проект промислової будівлі цеху, який призначений для виробництва обладнання машинобудівного заводу, розташованого у Дніпропетровській області.

Рельєф місцевості спокійний. Ділянка забудови перебуває у I кліматичному районі відповідно до карти кліматичних районів України [4].

Даний район будівництва характеризується наступними даними:

- 1) Нормативне снігове навантаження – 0,7кПа [4]
- 2) Глибина промерзання ґрунту – 0,9 м
- 3) Клас будинку – II
- 4) Ступінь вогнестійкості – II [23].
- 5) Ступінь довговічності – II [3].

Опис технологічного процесу

Цех виконує нестандартне обладнання: спеціальні машини, механізми, електрообладнання і прилади. Усі види спеціальних машин, механізмів, повинні бути укомплектовані експлуатаційними документами згідно з вимогами чинного законодавства.

1.2. Генеральний план місцевості забудови

Ділянка, відведена під забудову, має розміри 150,7×152,8 м, ухил площадки для суглинкових ґрунтів 0,03%. Орієнтація будинку прийнята згідно з переважними вітрами і діаграми інсоляції. Переважний напрямок вітру у зимовий час, а також у літній – ПД-СХ, тому будинок розташований відповідно до вимог. Дані по переважним вітрам прийняті з [4].

Перелік існуючих будівель на території забудови:

1. Запроектований будинок
2. АПК
3. Їдальня
4. Прохідна
5. КПП
6. Стоянка для автомобілів
7. Зона відпочинку

Санітарні й протипожежні розриви у відповідності зі [1] повинні становити не менш 12м відстані між будинками. Прийняті розміри автодоріг становлять 7,5м.

1.3. Об'ємно-планувальне рішення будівлі

Проектowana будівля має прямокутну форму, з розмірами у плані по вісях 60×72 м. Цех 3-х пролітний, з прольотами, які складають 18/24/18м. Крок вертикальних елементів колон складає 6м. Висота поверху прийнята 10,8 м.

У цеху запроектовані ділянки: токарна ділянка площею – 1296 м², склад готової продукції – 864 м², зварювальна ділянка – 432 м², збірна ділянка – 1296 м².

Таблиця 1.1

Техніко-економічні показники будівлі цеху

№ п/п	Найменування показників	Од. вим.	Кількість
1	Площа забудови A_z	м ²	4320
2	Корисна площа A_p	м ²	4301,12
3	Робоча площа A_r	м ²	4283,12
4	Будівельний обсяг $V_{\text{буд}}$	м ³	46656
5	Планувальний коефіцієнт $K_1 = A_r / A_p$		1
6	Об'ємний коефіцієнт $K_2 = V_{\text{буд}} / A_p$		10,85

1.4. Конструктивне рішення будівлі

Основи та ґрунти

В основі будівлі цеху залягають ґрунти суглинки, виконується піщана підсіпка.

Фундаменти

У даному проєкті використовуються фундаменти стаканного типу. Глибина закладання -1,65 м. При завершенні монтажу фундаменту виконується вертикальна обмазка гарячим бітумом за 2 рази. Ґрунтові води перебувають на великій глибині й ніякого агресивного впливу на бетони не роблять.

Фундаментні балки

Фундаментні балки запроектовані залізобетонного трапецеїдального перерізу. Верх балок на позначці -0,150м. Зверху фундаментних балок улаштовується горизонтальна ізоляція з одного шару руберойду на бітумній мастиці.

Залізобетонні колони

Улаштування каркасів одноповерхової промислової будівлі здійснюється шляхом використання залізобетонних колон. У будівлі запроектовані з/б колони перерізом 400×800 з кроком колон 6 м.

Окрім основних колон для улаштування фахверків запроектовані фахверкові колони перерізом 400×400.

Колони запроектовані із жорстким защемленням у фундамент при шарнірному сполученні із кроквяними фермами.

Підкранові балки

У запроектованій будівлі для пересування мостових кранів прийняті залізобетонні підкранові балки. Балки мають двотавровий переріз (для довжини 6 м). До колон балки кріпляться зваркою закладних деталей і анкерними болтами. Рейки до балок приєднують притискними лапками, які розташовують через 750 мм. У кінцях підкранових шляхів встановлюють сталеві опори обмежувачі.

Несучі кроквяні конструкції покриття

У якості несучих конструкцій покриття прийняті збірні залізобетонні абочні ферми прольотом 24м та 18м. Кріпляться до опорних листів колон зваркою. По верхньому поясу передбачені закладні деталі для кріплення панелей покриття.

Покриття

Покриття цеху виробництва обладнання машинобудівного заводу запроектовано у вигляді настилу зі збірних залізобетонних ребристих панелей ПР 30×60 з розмірами 6×3 м, розкладені по фермам Ф-1 та Ф-2. Шви між панелями зашпаровуються дрібнозернистим бетоном, фракції 5–10 мм.

Стіни

Стіни прийняті легкобетонні, з трьохшарових панелей товщиною 390 мм, за характером роботи – навісні. Шви між панелями зашпаровуються цементно-піщаним розчином.

Перегородки

Виконані металеві перегородки з сіткою висотою 2 м. Складаються із стійок щитів, листи між собою кріплять заклепками.

Покрівля

Покрівля складається з цементної стяжки, пароізоляції, утеплювача (пінобетон), цементної стяжки, 3-шаровий рубероїдний килим та захисного шару з гравію. Так як висота будинку більше 10 метрів улаштовується організований водовідвід. Водоприймальних лійок прийнято 18шт. Діаметр труб зливної каналізації 120мм.

Вікна

Вікна прийняті розмірами 6×1,2 та 6×1,8м. Скління прийняте стрічкове, подвійне для більшого природного освітлення. Конструкція заповнення віконних прорізів виконані сталевими. По конструктивному рішенню віконні прорізи прийняті зварювальними. Сталеві плетіння виконані із прокатних куточків.

Вхідна група. Ворота

Ворота прийняті таким чином, щоб їхні габарити навантаженого транспорту на 600мм за шириною й на 200мм за висотою. Виходячи із цього прийняті наступні розміри воріт 4,8×5,4 для залізничного транспорту та 3,6×3,6. З зовні передбачені пандуси, їх ухил 0,01. За способом відчинення прийняті розсувні ворота.

Полотна воріт металеві, обв'язка виконана з металевих профілів (двотаврів). Передбачено двері для пропуску людей. Рами воріт сталеві. Швелерний каркас воріт обшитий металевими листами. Утеплювач – пінополістирол.

Підлога

На всій території цеху бетонна підлога виконана з ущільненого ґрунту, бетону класу С16/20 та бетонної підлоги М-400.

Ліхтарі

У будинку запроектовані світло аераційні ліхтарі, вони розташовуються у вздовж прольотів не доходячи до торця будинку на величину кроку колон. Рами ліхтаря прийняті із профільованої сталі. Покрівля - рулонна по ребристим з/б плитам.

Сходи й площадки

Сходи (Л-1) і площадки запроектовані, для посадки робітників на мостовий кран. Ширина сходів 0,75м. Ширина площадки 1,5м. Площадки (ЛП-1) випускають із двотаврів, з обв'язкою сталевими листами. По периметрі площадок улаштовується огороження висотою 0,9м.

Так само передбачені пожежні сходи (ПЛ-1), закріплені на фасадах будинку та (ПЛ-2) закріплені на ліхтарях.

Вимощення

Вимощення влаштовується по всьому периметру будівлі і призначена для захисту фундаментів від паводків і дощових вод. Вимощення захищає основу фундаменту від попадання поверхневих вод. Головна умова – повна водонепроникність вимощення.

Інші конструктивні елементи

Для підвищення стійкості будинку й опір каркаса від поштовхів і ударів передбачені вертикальні хрестоподібні зв'язки (ВЗ-1) та горизонтальні зв'язки (ГЗ-1).

1.5. Зовнішня та внутрішня обробка

Зовнішня обробка

Шви закладаються й вся площа фарбується водним складом.

Внутрішнє обробка

Панелі стінові офарбовуються олійними фарбами на висоту 2,0м, інша частина білиться вапняним розчином. Також офарбовуються плити покриття, ферми, підкранові балки та масляною фарбою – ліхтарі, вікна і ворота.

1.6. Сантехнічне та інженерне обладнання

Опалення

Опалення – водяне. Передбачаються чавунні радіатори.

Водозабезпечення

Для промислових приміщень підводить технічний водопровід, для побутових – питний.

Так само варто передбачити пожежний водопровід у виробничих і побутових приміщеннях.

Каналізація

Виконується із пластикових труб, для стояків і магістралей, у побутових приміщеннях діаметром не менш 100мм, а відводи від умивальників і душових діаметром 50мм.

Вентиляція

Передбачена через відкриті стулки віконних плетінь будинку й ліхтарів, а так само примусова.

Інженерне обладнання

У цеху розташовані токарні станки, зварювальне обладнання та конвеєр для збірки.

Специфікація збірних залізобетонних виробів

Марка	Серія	Найменування	Кільк.	Маса, кг	Примі- тка
ФС-1	ГОСТ	Фундаменти	52	7800	
ФС-2	24022-80	стаканного типу	14	6700	
ФБ-1	ГОСТ	Фундаментні балки	34	3600	
ФБ-2	20372-90		4	3400	
ФБ-3			2	3200	
ФБ-4			8	1000	
ФБ-5			4	600	
К-1	Серія	Колони	26	8600	
К-2	1.424.1-9		26	8600	
ФК-1			14	4300	
Ф-1	ГОСТ	Ферми	26	9200	
Ф-2	20213-89		13	9800	
ПР 30x60	ГОСТ 21506-87	Плити покриття	240	3800	
ПБ-1	Серія 1.426.1-4	Підкранові балки	72	3500	
ПНС- 60x12	ГОСТ 11024-84	Стінові панелі	46	7000	
ПНС- 60x18			148	9500	

2. РОЗРАХУНКОВО КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

Розрахунок попередньо-напруженої залізобетонної панелі покриття 3×6 м

2.1. Дані для проєктування

Важкий бетон класу С16/20 [8]; коефіцієнт умов роботи: $\nu_{b2} = 0,9$

$$f_{cd} = 11,5 * 0,9 = 10,35 \text{ МПа}; \quad f_{ctd} = 0,9 * 0,9 = 0,81 \text{ МПа}; \quad f_{ck} = 15 \text{ МПа}; \\ f_{ctk} = 1,4 \text{ МПа}; \quad E_{cm} = 24 * 10^3 \text{ МПа}.$$

Напружувана арматура повздовжніх ребер класу Ат-V ($f_{yd} = 680 \text{ МПа};$
 $f_{yk} = 785 \text{ МПа}; \quad E_s = 1,9 * 10^5 \text{ МПа}$) [10].

При класі бетону С16/20 діаметр арматури не повинен перевищувати 18 мм [8].

Робоча повздовжня арматура поперечних ребер - із сталі класу А400С (при $d \geq 10$ мм $f_{yd} = 365$ МПа).

Сітка плити, поперечна і монтажна арматура ребер класу Вр-I (при $d = 3$ мм $f_{yd} = 375$ МПа; при $d = 4$ мм $f_{yd} = 370$ МПа, $f_{ywd} = 265$ МПа; при $d = 5$ мм $f_{yd} = 360$ МПа, $f_{ywd} = 260$ МПа; $E_s = 1,7 * 10^5$ МПа).

У панелі покриття допускається утворення тріщин. Спосіб попередньої напруги арматури електротермічний автоматизований на упори форми.

Попередня напругення без урахування втрат прийнята: $\sigma_{sp} = 550 \text{ МПа}$.

Бетон піддається тепловій обробці.

Обтискання бетону проводиться при передавальній міцності:

$$f_{cp} = 16 \text{ МПа} > 11 \text{ МПа} > 0,5 * 20 = 10 \text{ МПа}.$$

2.2. Збір навантаження на конструкцію панелі покриття

Підрахунок навантажень на покриття приведений абл.. З урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням: $\nu_n = 0,95$.

Збір навантаження на залізобетонну панель покриття

× Вид навантаження	Навантаження при $\gamma_f=1$, кН/м ²	$\nu_f > 1$	Навантаження при $\gamma_f > 1$, кН/м ²
Постійне			
Шар гравію, утопленого в дьогтьовій мастиці	0,15	1,3	0,195
Три шару наплавленого рубероїдного килиму	0,1	1,2	0,12
Цементна стяжка – 15 мм ($\rho=1,8$ т/м ³) $1,8 \times 0,015 \times 9,81 \times 0,95 = 0,252$	0,252	1,2	0,302
Утеплювач (пінобетон) – 60 мм ($\rho=0,55$ т/м ³) $0,55 \times 0,055 \times 9,81 \times 0,95 = 0,282$	0,282	1,2	0,060
Обмазочна пароізоляція	0,05	1,2	0,060
Цементна стяжка – 15 мм ($\rho=1,8$ т/м ³) $1,8 \times 0,015 \times 9,81 \times 0,95 = 0,252$	0,252	1,2	0,302
Разом	$g_{1n}=1,086$		$g_1=1,317$
Панель покриття з бетоном замонолічування $0,16 \times 9,81 \times 0,95$	1,49	1,1	1,64
Всього	$g_n=2,576$		$g=2,957$
Тимчасове (короткочасне)			
Снігове $1,4 \times 0,95 = 1,33$	$S_n=1,33$	1,1	$S=1,463$
Разом	3,906		4,42

2.3. Розрахунок плити панелі

Плита панелі є багатопролітна однорядна плита, обрамлена ребрами.

Середні ділянки затиснені по чотирьох сторонах, а крайні – затиснені по трьох сторонах і вільно спираються на торцеві ребра.

Плита панелі армується однією зварною сіткою, що укладається посередині її товщина.

Розрахункові прольоти у світлі:

→ для середніх ділянок:

$$l_{01} = 150 - 9 = 141 \text{ см} = 1,41 \text{ м};$$

$$l_{02} = 298 - 2(1,5 + 10,5) = 274 \text{ см} = 2,74 \text{ м};$$

$$l_{02} / l_{01} = \frac{274}{141} = 1,94 < 3;$$

→ для крайніх ділянок:

$$l_{01} = 148,5 - 1 - 17,5 - \frac{9}{2} = 125,5 \text{ см} = 1,255 \text{ м};$$

$$l_{02} = 274 \text{ см} = 2,74 \text{ м};$$

$$l_{02} / l_{01} = \frac{274}{125,5} = 2,18 < 3$$

Розрахункове постійне навантаження на 1 м^2 , включаючи масу плити товщиною 30 мм,

$$g = g_1 + h_f' * 1 * 1 * 2,5 * \gamma_f * 9,81 \gamma_n = 1,49 + 0,03 * 2,5 * 1,1 * 9,81 * 0,95 = 2,26 \text{ кН} / \text{м}^2,$$

де $2,5 \text{ т} / \text{м}^3$ – щільність важкого залізобетону.

Розрахункові вигинаючі моменти визначаємо по двох комбінаціях загруження.

I. При дії постійного і тимчасового (снігового) навантаження.

Умова рівноваги:

$$\frac{(g + \nu) * l_{01}^2}{12} * (3l_{02} - l_{01}) = (2M_1 + M_I + M_I') * l_{02} + (2M_2 + M_{II} + M_{II}') * l_{01}$$

Позначення і розташування моментів, що діють в плиті, показані на рис. 2.1.

Розглянемо спочатку середні ділянки. Приймаємо наступні співвідношення між моментами:

$$M_2 / M_1 = 0,4;$$

$$M_1 = M_I = M_I';$$

$$M_2 = M_{II} = M_{II}' = 0,4M_1$$

Тоді умову рівноваги можна записати:

$$\frac{(g + \nu) * l_{01}^2}{12} * (3l_{02} - l_{01}) = (4l_{02} + 1,6l_{01}) * M_1$$

Для крайніх прогонів:

$$\frac{\frac{gl_{01}^2}{12} * (3l_{02} - l_{01})}{3l_{02} + 1,6l_{01}} = \frac{2,26 * 1,255^2}{12} * (3 * 2,74 - 1,41)}{3 * 2,74 + 1,6 * 1,255} = 2,370 \text{кН} \cdot \text{м} / \text{м}$$

Таким чином, розрахунковою є комбінація I з визначенням арматури по моментах для крайніх прольотів.

Виходячи з прийнятих співвідношень між моментами, одержимо:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 = \dot{I}_2 &= 0,333 \dot{I} \cdot i / i ; \\ \dot{I}_3 = \dot{I}_4 = \dot{I}_5 &= 0,4 * 0,333 = 0,133 \dot{I} \cdot i / i \end{aligned}$$

При підборі перерізів арматури плит припорні моменти, визначені розрахунком, треба зменшити:

у перерізах крайніх прогонів і перших проміжних опор на 10 %, тобто помножити на коефіцієнт 0,9;

у перерізах середніх прогонів на 20 %.

Арматура, направлена уздовж панелі покриття. Мінімальна робоча висота плити при розташуванні арматурної сітки посередині товщини плити і діаметрі арматури 4 мм визначається по формулі:

$$h_0 = \frac{h}{2} - \frac{d}{2} = 30/2 - 4/2 = 13 \text{мм.}$$

Характеристика стислої зони бетону:

$$\omega = \alpha - 0,008 f_{cd} = 0,85 - 0,008 * 10,35 = 0,767,$$

де $\alpha = 0,85$ – для важкого бетону.

При бетоні класу С16/20 ($\gamma_{b2} = 0,9$) і арматурі класу Вр-І граничне значення відносної висоти стиснутої зони [9]:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_s R}{\sigma_{s,u}} * \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,767}{1 + \frac{370}{500} \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)} = 0,627,$$

де $\sigma_{s,u} = 500$ МПа при $\nu_{b2} < 1$.

Обчислюємо величину:

$$\alpha_m = \frac{0,9 * M_1}{f_{cd} * bh_0^2} = \frac{0,9 * 0,333 * 10^6}{10,35 * 1000 * 13^2} = 0,171.$$

При $\alpha_m = 0,171$ відносна висота стислої зони:

$$\xi = 0,189 < \xi_{opt} = 0,2,$$

де $\xi_{opt} = 0,2$ – максимальне значення рекомендованої оптимальної висоти стислої зони бетону для плити.

Умова $\xi = 0,189 < \xi_R = 0,627$ виконується [9].

При $\alpha_m = 0,189$, коефіцієнт $\zeta = 0,905$.

Площа перерізу арматури:

$$A_{s1} = \frac{M_1}{f_{yd} * \zeta * h_0} = \frac{0,9 * 0,333 * 10^6}{370 * 0,905 * 13} = 68,8 \text{ мм}^2.$$

Коефіцієнт армування:

$$\mu = \frac{A_{s1}}{bh_0} = \frac{57,9}{1000 * 13} = 0,0045 > \mu_{min} = 0,0005.$$

Приймаємо арматуру $\varnothing 4$ Вр-I з кроком 200 мм,

$$A_{s1} = 0,79 \text{ мм}^2.$$

Арматура, направлена уперек панелі покриття. 1. Мінімальна робоча висота плити з урахуванням діаметру арматури 3 мм:

$$h_0 = 30/2 - 3/2 = 13,5 \text{ мм}.$$

Стисла зона бетону та граничне значення відносної висоти стислої зони так само, як і для арматури, направленої уздовж панелі покриття.

$$\alpha_m = \frac{0,9 M_2}{f_{cd} b h^2} = \frac{0,9 * 0,133 * 10^6}{10,35 * 1000 * 13,5^2} = 0,063.$$

Очевидно $\xi \leq \xi_R$.

При $\alpha_m = 0,063$ $\zeta = 0,967$.

Площа арматури:

$$A_{s2} = \frac{M_2}{f_{yd} * \zeta * h_0} = \frac{0,9 * 0,133 * 10^6}{375 * 0,967 * 13,5} = 24,5 \text{ мм}^2.$$

Коефіцієнт: $\mu = \frac{24,5}{1000 * 13,5} = 0,002 > \mu_{\min} = 0,0005.$

Приймаємо арматуру $\varnothing 5$ Вр-I з кроком 200 мм

Остаточно для армування плити приймаємо сітку

$$C \frac{5Bp - I - 250}{3Bp - I - 200} 2970 * 5950.$$

2.4. Розрахунковий проліт, навантаження і зусилля в поперечному ребрі

Розраховуємо середнє поперечне ребро, як найбільш навантажене.

Розрахункові схеми ребра показані на рис 2.2. Трапецієвидна форма епюри пояснюється таким, що спирається на ребро плит, опертих по контуру.

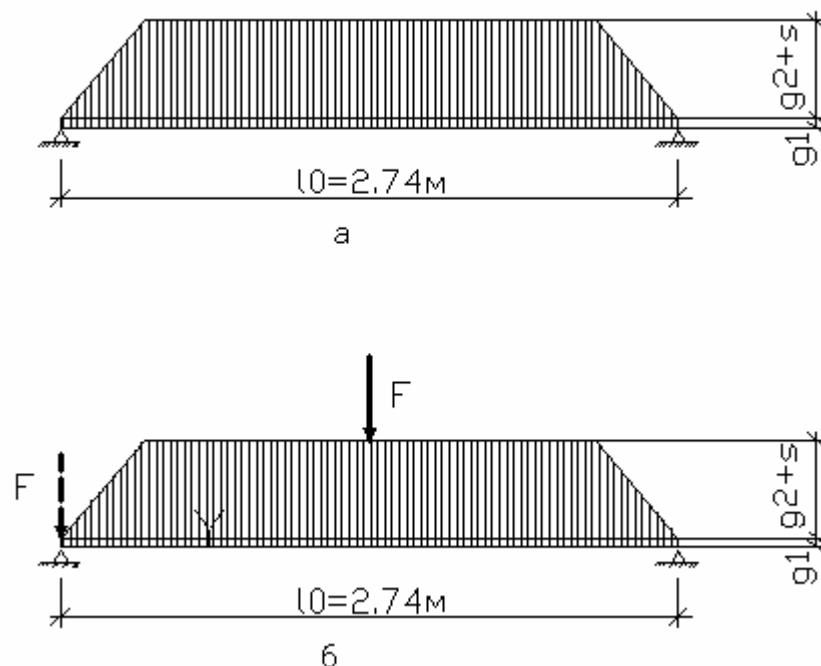


Рис. 2.2. Розрахункова схема до визначення зусиль у поперечному ребрі

Розрахунковий проліт прийнятий рівним відстані у світлі між подовжніми ребрами: $l_0 = l_{02} = 274 \text{ см}.$

Розрахункові на ребро складаються з навантаження від власної ваги ребра і навантаження на плиту, зібраного з ширини $l_1 = 1,5\text{ м}$.

Маса 1 м поперечного ребра з урахуванням $\gamma_n = 0,95$

$$g_1 = \frac{0,05 + 0,09}{2} (0,15 - 0,03) 2,5 * 1,1 * 9,81 * 0,95 = 0,216 \text{ кН / м.}$$

Навантаження від маси плити і ізоляційного килима:

$$g_2 = 2,26 * 1,5 = 3,39 \text{ кН/м.}$$

Розрахункове снігове навантаження:

$$s = 1,463 * 1,5 = 3,195 \text{ кН / м.}$$

Зусилля від розрахункових постійного і снігового навантажень (мал.):

$$M = \frac{(g_1 + g_2 + s)l_0^2}{8} - \frac{(g_2 + s)l_1^2}{24} = \frac{(0,216 + 3,39 + 1,41)2,74^2}{8} - \frac{(3,39 + 1,41)1,5^2}{24} = 4,26 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = \frac{(g_1 + g_2 + s)l_0}{2} - \frac{(g_2 + s)l_1}{4} = \frac{(0,216 + 3,39 + 1,41)2,74}{2} - \frac{(3,39 + 1,41)1,5}{4} = 5,06 \text{ кН}.$$

Зусилля від постійного і зосередженого (ваги робочого з інструментом) навантажень:

$$M = \frac{(g_1 + g_2)l_0^2}{8} + \frac{g_2 l_1^2}{24} = \frac{(0,216 + 3,39)2,74^2}{8} - \frac{3,39 * 1,5^2}{24} = 3,534 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

(при визначенні моменту від зосередженого навантаження враховано часткове затискання ребра);

$$Q = \frac{(g_1 + g_2)l_0}{2} - \frac{g_2 l_1}{4} = \frac{(0,216 + 3,39)2,74}{2} - \frac{3,39 * 1,5}{4} = 8,609 \text{ кН.}$$

(при визначенні поперечної сили зосереджене навантаження розташоване біля опори).

Таким чином, розрахунковою по M і Q є комбінація I.

2.5. Розрахунок несучої здатності нормальних перерізів поперечного ребра

Поперечне ребро $h=150$ мм працює в стислій зоні спільно з ділянкою плити товщиною $h_f' = 30$ мм.

Оскільки відношення $h'_f/h = 3/15 = 0,2 > 0,1$, то згідно рекомендації [4] розрахункова ширина полиці таврового перерізу:

$$b'_f = \frac{1}{3}l_0 + b = \frac{1}{3} * 2740 + 90 = 1002 \text{ мм.}$$

Робоча висота ребра при арматурі діаметром 12мм:

$$h_0 = h - \alpha = 150 - \left(15 + \frac{12}{2}\right) = 129 \text{ мм,}$$

де 15 мм – захисний шар бетону.

Для бетону класу C16/20 ($\gamma_{2b} = 0,9$) і арматурі класу А400С [9] з урахуванням розрахунку міцності плити:

$$\xi_R = \frac{0,767}{1 + \frac{365}{500} * \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)} = 0,628,$$

де $\sigma_{sR} = f_{yd} = 365 \text{ МПа}$.

Умова:

$$\begin{aligned} M &= 4,26 * 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} < f_{cd} b'_f h'_f * (h_0 - 0,5h'_f) = \\ &= 10,35 * 1002 * 30 * (129 - 0,5 * 30) = 36,8 * 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} \end{aligned}$$

виконується, тобто нейтральна вісь проходить в полиці і розрахунковий переріз - прямокутник вширшки $b'_f = 1002 \text{ мм}$.

Розрахунок продовжуємо при $b = b'_f$.

Обчислюємо величину:

$$\alpha_m = \frac{M}{f_{cd} b'_f h_0^2} = \frac{4,26 * 10^6}{10,35 * 1002 * 129^2} = 0,0247.$$

При $\alpha_m = 0,0247$ за табл. 4 додат .2 $\xi = 0,025$.

Умова $\xi = 0,025 < \xi_R = 0,628$ виконується.

При $\alpha_m = 0,0247$ табл. 4 додат .2 $\xi = 0,988$.

Площа перерізу подовжньої арматури:

$$A_{s1} = \frac{M}{f_{yd} \xi h_0} = \frac{4,26 * 10^6}{365 * 0,988 * 129} = 91,6 \text{ мм}^2.$$

Коефіцієнт армування при $b = (9 + 5) / 2 = 7 \text{ см}$

$$\mu = \frac{A_{s1}}{bh_0} = \frac{91,6}{70 * 129} = 0,0101 > \mu_{\min} = 0,0005.$$

Приймаємо в нижній зоні ребра:

$$1 \text{ Ø } 12 \text{ A400C}, \quad A_s = 113,1 \text{ мм}^2 > 91,6 \text{ мм}^2.$$

2.6. Розрахунок похилих перерізів поперечного ребра по міцності

Розрахункова висота ребра $h_0 = 129 \text{ мм}$.

Розподілене навантаження:

$$q_1 = g_1 + g_2 + s / 2 = 0,216 + 3,39 + 1,41 / 2 = 4,311 \text{ кН} / \text{м} (\text{Н} / \text{мм}).$$

Оскільки:

$$q_1 = 4,311 \text{ Н} / \text{мм} < q_a = 0,16 \varphi_{b4} (1 + \varphi_n) R_{bt} b = 0,16 * 1,5 * 0,81 * 70 = 13,61 \text{ Н} / \text{мм},$$

то довжину проекції найбільш небезпечного похилого перерізу приймаємо:

$$c = 2,5h_0 = 2,5 * 129 = 322,5 \text{ мм}.$$

Коефіцієнт (для важкого бетону), а коефіцієнт, оскільки відсутня подовжня стискаюча сила.

Перевіряємо необхідність постановки поперечної арматури за розрахунком:

$$Q = Q_{\max} - q_{1c} = 5060 - 4,311 * 322,5 = 3670 \text{ Н} < Q_b = \varphi_{b4} (1 + \varphi_n) R_{bt} b h_0^2 / c = \\ = 1,5 * 1 * 0,81 * 70 * 129^2 / 322,5 = 4389 \text{ Н},$$

тобто поперечна арматура встановлюється тільки на конструктивні вимоги.

У цьому випадку немає необхідності перевіряти міцність похилої смуги [9].

Приймаємо поперечні стрижні з дроту класу ВР-I діаметром 4 мм з кроком 75 мм [10].

2.7. Розрахунковий прогон, завантаження і зусилля у повздовжніх ребрах плити покриття

Розрахункова схема приведена на рис. 2.3.

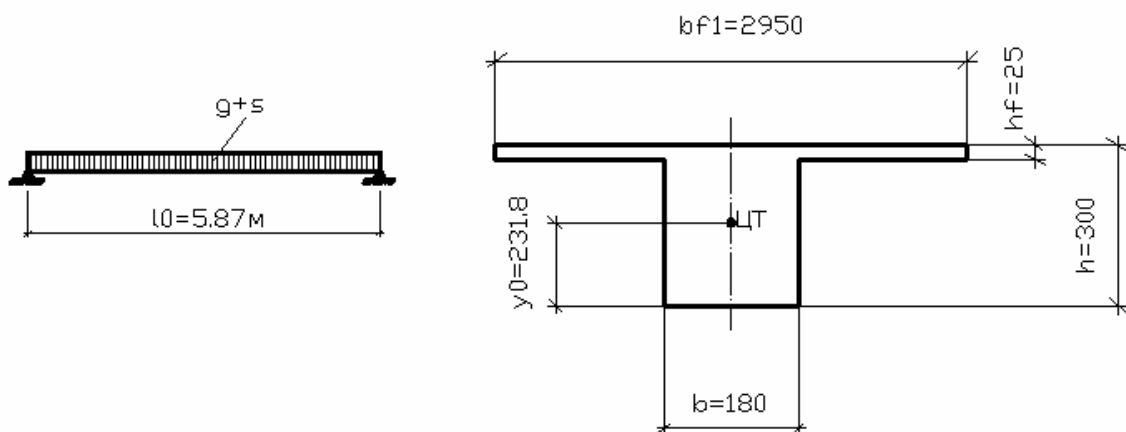


Рис. 2.3. Розрахункова схема до визначення зусиль у повздожньому ребрі

Розрахунковий проліт ребра по осях опор $l_0 = 5,97 - 2 * 0,05 = 5,87\text{ м}$, де 0,05 – відстань осі опори до торця панелі.

Підрахунок навантажень на 1 м панелі приведений табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Вид навантаження	Навантаження при $\gamma_f = 1$, кН/м	$\gamma_f > 1$	Навантаження при $\gamma_f > 1$, кН/м
Постійне			
Панель покриття з бетоном замонолічування	$1,49 \times 3 = 4,47$	1,1	$g_1 = 4,92$
Ізоляційний килим	$1,15 \times 3 = 3,45$	1,3	4,49
І т о г о	$g_n = 72$		$g = 9,41$
Тимчасове (короткочасне)			
Снігове	$s_n = 1,4 \times 3 = 2,01$	1,4	$s = 2,81$
Повне навантаження	$g_n = 9,93$		$g = 12,22$

Зусилля у повздожніх ребрах:

→ від повного навантаження при $\gamma_f > 1$:

$$M = \frac{ql_0^2}{8} = \frac{12,22 * 5,87^2}{8} = 52,96 \text{кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = \frac{ql_0}{2} = \frac{12,22 * 5,87}{2} = 35,9 \text{кН};$$

→ від повного навантаження при $\gamma_f = 1$:

$$M = \frac{q_n l_0^2}{8} = \frac{9,93 * 5,87}{8} = 42,7 \text{кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = \frac{q_n l_0}{2} = \frac{9,3 * 5,87}{2} = 29,1 \text{кН};$$

від постійного навантаження g_n при $\gamma_f = 1$

$$M = \frac{g_n l_0^2}{8} = \frac{7,92 * 5,87^2}{8} = 34,1 \text{кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = \frac{g_n l_0}{2} = \frac{7,92 * 5,87}{2} = 23,2 \text{кН}.$$

2.8. Розрахунок несучої здатності нормальних перерізів подовжніх ребер плити покриття

Поперечний переріз панелі приводимо до таврової форми, і в розрахунок вводимо ширину плити зверху (мал.), помножену на коефіцієнт $W=0,65$, що враховує нерівномірний розподіл стискуючих напруг по ширині тонкої полиці

$$b'_f = (2980 - 2 * 15)0,65 = 1918 \text{мм}.$$

Далі розрахунок ведемо за блок-схемою 9 прил.4.

Робоча висота ребра

$$h_0 = h - a = 300 - \left(20 + \frac{14}{2}\right) = 273 \text{мм}.$$

Коефіцієнт

$$\omega = a - 0,008R_b = 0,85 - 0,008 * 10,35 = 0,767.$$

Напруження при електричному способі натягнення:

$$p = 300 + \frac{90}{l} = 30 + \frac{90}{6} = 45 \text{МПа},$$

де $l=6$ м – довжина натягнутого стрижня.

Коефіцієнт

$$\Delta\gamma_{sp} = 0,5 \frac{P}{\sigma_{sp}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}} \right) = 0,5 \frac{45}{550} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 0,07$$

($n_p=2$ – заздалегідь прийняте число стрижнів напруженої арматури в двох подовжніх ребрах).

Так як $\Delta\gamma_{sp} = 0,07 < 0,1$ мінімально допустимого значення в якнайгіршому випадку (п. 1.27 [8]), то приймаємо $\Delta_{sp} = 0,1$.

Втрати попередньої напруги від деформації анкерів, розташованих у натяжних приладів:

$$\sigma_3 = \frac{\Delta l}{l} E_s = \frac{3,35}{6000} 19 * 10^4 = 106 \text{ МПа},$$

де $\Delta l = 1,25 + 0,15d = 1,25 + 0,15 * 14 = 3,35 \text{ мм}$ (тут $d=14$ мм - заздалегідь прийнятий діаметр подовжньої робочої арматури).

Втрати попередньої напруги від деформації сталевих форм (за відсутності даних про форму).

Попередня напруження в напруженій арматурі до обтискання бетону при коефіцієнті точності натягнення $\gamma_{sp} < 1$ і з урахуванням втрат σ_3 і σ_5

$$\sigma_{sp1} = \sigma_{sp} (1 - \Delta\gamma_{sp}) - \sigma_3 - \sigma_5 = 550(1 - 0,1) - 106 - 30 = 359 \text{ МПа}.$$

Напруження:

$$\Delta\sigma_{sp} = 1500 \frac{\sigma_{sp1}}{R_s} - 1200 = 1500 \frac{359}{680} - 1200 < 0.$$

Приймаємо: $\Delta\sigma_{sp} = 0$.

Попереднє напруження в арматурі при невідомому значенні повних втрат для розрахунку напруги: $\sigma_{sp} = 0,6R_s = 0,6 * 680 = 408 \text{ МПа}$.

Напруження:

$$\sigma_{sR} = R_s + 400 - \sigma_{sp} - \Delta q_{sp} = 680 + 400 - 408 - 0 = 672 \text{ МПа}.$$

При коефіцієнті: $\gamma_{b2} = 0,9$ напруження $\sigma_{sc,u} = 500 \text{ МПа}$.

Гранична відносна висота стислої зони:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,767}{1 + \frac{672}{500} \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)} = 0,545.$$

Умова:

$$M = 52,6 * 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} < R_b b'_f h'_f (h_0 - 0,5 h'_f) = 10,35 * 1918 * 30 (273 - 0,5 * 30) = 154 * 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

виконується, тобто нейтральна вісь знаходиться в полиці, а розрахунковий переріз має вид прямокутника в ширинці $b'_f = 1918 \text{ мм}$ і висотою 300 мм.

Величина:
$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b'_f h_0^2} = \frac{52,6 * 10^6}{10,35 * 1918 * 273^2} = 0,035.$$

При $\alpha_m = 0,035$ по табл. 4 прил. 2 $\xi = 0,035$.

Умова $\xi = 0,036 < \xi_R = 0,545$ виконується.

Обчислюємо коефіцієнт умов роботи:

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \left(2 - \frac{\xi}{\xi_R} - 1\right) = 1,15 - (1,15 - 1) \left(2 \frac{0,036}{0,545} - 1\right) = 1,41,$$

де $\eta = 1,15$ для арматури класу А800С [10].

Так як: $\gamma_{s6} = 1,41 > \eta = 1,15$,

то приймаємо $\gamma_{s6} = 1,15$.

При $\alpha_m = 0,035$ по табл.4 прил.2 $\zeta = 0,982$.

Необхідна площа перерізу подовжньої заздалегідь напруженої арматури:

$$A_{sp1} = \frac{M}{\zeta \gamma_{s6} R_s h_0} = \frac{52,6 * 10^6}{0,982 * 1,15 * 680 * 273} = 250 \text{ мм}^2$$

(роботу звичайної подовжньої арматури не враховуємо).

Коефіцієнт армування:

$$\mu = \frac{A_{sp1}}{bh_0} = \frac{250}{180 * 273} = 0,0051 > \mu_{\min} = 0,0005,$$

де $b = 2 (75+105)/2 = 180$ мм – розрахункова сумарна ширина двох ребер.

Приймаємо заздалегідь напружену арматуру подовжніх ребер з 2 Ø 14 А800С $A_{sp} = 308 \text{ мм}^2 > A_{sp1} = 250 \text{ мм}^2$

(по одному стрижню в кожному ребрі).

2.9. Розрахунок несучої здатності подовжніх ребер за похилими перерізами

Проводимо розрахунок.

Робоча висота ребра: $h_0 = 273$ мм.

Розподілене навантаження:

$$q_1 = q + s/2 = 9,41 + 2,81/2 = 10,82 \text{ кН/м (Н/мм)}.$$

Так як

$$q_1 = 10,82 \text{ Н/мм} < q_a = 0,16 \varphi_{b4} (1 + \varphi_n) R_{bt} b = 0,16 * 1,5 (1 + 0,313) * 0,81 * 180 = 45,94 \text{ Н/мм},$$

то приймаємо довжину проєкції: $c = 2,5 h_0 = 2,5 * 273 = 682,5$ мм.

Тут коефіцієнт:

$$\varphi_n = 0,1 \frac{P}{R_{bt} b h_0} = 0,1 \frac{124700}{0,81 * 180 * 273} = 0,313 < 0,5,$$

де зусилля обтискання P прийняте при орієнтовних значеннях сумарних втрат

$\sigma_l = 100 \text{ МПа}$ та коефіцієнті $\gamma_{sp} < 1$, т.е.

$$P = \gamma_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_l) A_{sp} = (1 - 0,1)(550 - 100)308 = 124700 \text{ Н}.$$

Перевіряємо необхідність постановки поперечної арматури за розрахунком:

$$Q = Q_{\max} - q_{1c} = 35900 - 10,82 * 382,5 = 28520 \text{ Н} < Q_b = \varphi_{b4} (1 + \varphi_n) R_{bt} b h_0^2 / c = \\ = 1,5 (1 + 0,313) * 0,81 * 180 * 273^2 / 682,5 = 31360 \text{ Н},$$

тобто поперечна арматура встановлюється тільки на конструктивні вимоги.

У цьому випадку немає необхідності перевіряти міцність смуги, похилої.

Приймаємо поперечні стрижні з дроту класу ВР-I діаметром 4 мм з кроком 150 мм.

2.10. Геометричні характеристики поперечного перерізу панелі

Переріз панелі приводимо до еквівалентного таврового.

Проводимо підрахунок

Площа перерізу бетону:

$$A = \sum_{i=1}^n A_i = b'_f h'_f + b(h - h'_f) = 2950 * 30 + 180(300 - 30) = 137100 \text{ мм}^2.$$

Площа перерізу всієї поздовжньої арматури, що перерізає поперечний переріз панелі: 2 Ø 14 А800С ($A_{sp} = 308 \text{ мм}^2$); 2 Ø 5 Вр-V ($A_s = 39,2 \text{ мм}^2$) - нижня поздовжня арматура каркасів двох поздовжніх ребер; 2 Ø 5 Вр I і

16 Ø 4 Вр I ($A'_s = 39,2 + 201,6 = 240,8 \text{ мм}^2$) - верхні стрижні каркасів двох поздовжніх ребер і арматура плити панелі.

Тоді:

$$A_{sp} + A_s + A'_s = 308 + 39,2 + 240,8 = 588 \text{ мм}^2.$$

Так як:

$$0,008A = 0,008 * 137100 = 1097 \text{ мм}^2 > 588 \text{ мм}^2,$$

то геометричні характеристики приведенного перерізу панелі спрощено визначаємо без урахування поздовжньої арматури.

Площа поперечного перерізу панелі:

$$A_{red} = A = 137100 \text{ мм}^2.$$

Статичний момент приведенного перерізу щодо нижньої грані панелі:

$$S_{red,00} = b'_f h'_f \left(h - \frac{h'_f}{2} \right) + b(h - h'_f) \frac{h - h'_f}{2} = 2950 * 30 \left(300 - \frac{30}{2} \right) + 180(300 - 30) \frac{300 - 30}{2} = 3178 * 10^4 \text{ мм}^3.$$

Відстань від центру тяжіння приведенного перерізу до нижньої грані;

$$y_0 = \frac{S_{red,00}}{A_{red}} = \frac{3178 * 10^4}{137100} = 231,8 \text{ мм}.$$

Момент інерції приведенного перерізу щодо його центру тяжіння:

$$I_{red} = \frac{b_f' (h_f')^3}{12} + b_f' h_f' \left(h - y_0 - \frac{h_f'}{2} \right)^2 + \frac{b + (h - h_f')^3}{12} + b(h - h_f') \left(y_0 - \frac{h - h_f'}{2} \right)^2 =$$

$$= \frac{2950 * 30^3}{12} + 2950 * 30 \left(300 - 231,8 - \frac{30}{2} \right)^2 + \frac{180(300 - 30)^3}{12} + 180(300 - 30) \left(231,8 - \frac{300 - 30}{2} \right)^2 =$$

$$= 1008 * 10^6 \text{ мм}^4.$$

Момент опору приведенного перерізу для крайнього нижнього волокна:

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{1008 * 10^6}{231,8} = 4348 * 10^3 \text{ мм}^3.$$

Момент опору приведенного перерізу для крайнього нижнього волокна з урахуванням ненапружених деформацій бетону спрощено визначаємо у відповідності с п. VI.1.3. [9]

$$W_{pl} = \gamma W_{red} = 1,75 * 4348 * 10^3 = 7609 * 10^3 \text{ мм}^3,$$

де $\gamma = 1,75$ - коефіцієнт [8].

Момент опору приведенного перерізу для крайнього верхнього волокна:

$$W_{red}' = \frac{I_{red}}{h - y_0} = \frac{1008 * 10^6}{300 - 231,8} = 1478 * 10^4 \text{ мм}^3.$$

Момент опору приведенного перерізу для крайнього верхнього волокна з урахуванням ненапружених деформацій бетону і полицею в розтягнутій зоні ($b_f = 2950 \text{ мм}$).

Де в [9] при $b_f/b = 2950/180 = 16,4 > 2$ і $h_f/h = 3/30 = 0,1 < 0,2$ коефіцієнт $\gamma' = 1,5$.

Тоді

$$W_{pt}' = \gamma' W_{red}' = 1,5 * 1478 * 10^4 = 2217 * 10^4 \text{ мм}^3$$

2.11. Визначення втрат попереднього напруження арматури

Перевіряємо, чи знаходиться прийняте значення попередньої напруги

σ_{sp} при коефіцієнті $\gamma_{sp} = 1$ у рекомендованих межах:

$$\sigma_{sp} + p = 550 + 45 = 595 \text{ МПа} < R_{s.ser} = 785 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{sp} - p = 550 - 45 = 505 \text{ МПа} > 0,3R_{s,ser} = 0,3 * 785 = 236 \text{ МПа},$$

тобто напруження σ_{sp} знаходиться в допустимих межах. (Величина p визначена раніше при розрахунку ($\Delta\gamma_{sp}$)).

Перші втрати. Від релаксації напружень стрижньової арматури при електричному способі натягнення:

$$\sigma_1 = 0,03 * 550 = 16,5 \text{ МПа}.$$

Від температурного перепаду при агрегатно-потокової технології виготовлення панелі: $\sigma_2 = 0$

(температурний перепад відсутній, оскільки нагрів арматури і форми відбувається одночасно).

Від деформації анкерів: $\sigma_3 = 0$,

оскільки ці втрати враховують при визначенні повного подовження арматури.

Від тертя арматури об огинаючі пристосування: $\sigma_4 = 0$, оскільки арматура прямолінійна.

Від деформацій сталеві форми: $\sigma_5 = 0$, оскільки ці втрати враховують при визначенні повного подовження арматури.

Для визначення втрат від швидконатікаючій повзучості бетону σ_6 обчислюємо ряд величин.

Зусилля попереднього обтискання з урахуванням втрат $\sigma_1 - \sigma_5$

$$P = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_4 - \sigma_5) = 308(550 - 16,5) = 164,3 * 10^3 \text{ Н}.$$

Ексцентриситет додатку зусилля P щодо центру тяжіння приведенного перерізу

$$e_{op} = y_{sp} = y_0 - a_s = 231,8 - \left(20 + \frac{14}{2}\right) = 204,8 \text{ мм}.$$

Стиснуте напруження в бетоні на рівні центру тяжіння арматури A_{sp} при

$$e_{sp} = y_{op}$$

$$\sigma_{bp} = \frac{P}{A_{red}} + \frac{Pe_{op}y_{sp}}{I_{red}} = \frac{164,3 * 10^3}{137100} + \frac{164,3 * 10^3 * 204,8^2}{1008 * 10^6} = 8,04 \text{ МПа.}$$

Те ж, для крайнього верхнього волокна:

$$\sigma'_{bp} = \frac{P}{A_{red}} - \frac{Pe_{op}(h - y_0)}{I_{red}} = \frac{164,3 * 10^3}{137100} - \frac{164,3 * 10^3 * 204,8(300 - 231,8)}{1008 * 10^6} < 0 - \text{розтягування}$$

Так як

$$\sigma_{bp} / R_{bp} = 8,04 / 16 = 0,503 < \alpha = 0,25 + 0,025R_b = 0,25 + 0,025 * 16 = 0,65 < 0,8,$$

втрати:

$$\sigma_6 = 34\sigma_{bp} / R_{bp} = 34 * 8,04 / 16 = 17,1 \text{ МПа};$$

$$\sigma'_6 = 0 \text{ при } \sigma'_{bp} < 0.$$

При визначенні σ_{bp} і σ'_{bp} напруженнями, що виникають від ваги панелі, нехтуємо, оскільки вони не відомі і зменшують втрати.

Перші втрати:

$$\sigma_{I1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6 = 16,5 + 17,1 = 33,6 \text{ МПа.}$$

Другі втрати σ_{I2} . Від усадки важкого бетону класу В20, підданого тепловій обробці при атмосферному тиску $\sigma_8 = \sigma'_8 = 35 \text{ МПа}$.

Уточнюємо стискуючу напругу, враховуючи момент від власної маси панелі M_g зусилля попереднього обтискання P_1 і втрати σ_{I1} при $\gamma_{sp} = 1$,

$$M_g = \frac{g_{ln} l_0^2}{8} = \frac{4,47 * 5,87^2}{8} = 19,3 \text{ кН} \cdot \text{м} = 193 * 10^5 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$P_1 = A_{sp}(\sigma_{sp} - \sigma_{I1}) - \sigma_{b6} A_s = 308(550 - 33,6) - 17,1 * 39,2 = 1584 * 10^2 \text{ Н};$$

$$\sigma_{bp1} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 e_0 y_{sp}}{I_{red}} - \frac{M_g y_{sp}}{I_{red}} = \frac{1584 * 10^2}{137100} + \frac{1584 * 10^2 * 204,8^2}{1008 * 10^6} - \frac{193 * 10^5 * 204,8}{1008 * 10^6} = 3,83 \text{ МПа};$$

$$\begin{aligned} \sigma'_{bp1} &= \frac{P_1}{A_{red}} - \frac{P_1 e_{op}(h - y_0)}{I_{red}} + \frac{M_g(h - y_0)}{I_{red}} = \\ &= \frac{1584 * 10^2}{137100} - \frac{1584 * 10^2 * 204,8(300 - 231,8)}{1008 * 10^6} + \frac{193 * 10^5(300 - 231,8)}{1008 * 10^6} = 0,266 \text{ МПа.} \end{aligned}$$

Так як

$$\frac{\sigma_{bp1}}{R_{bp}} = \frac{3,83}{16} = 0,241 < 0,75,$$

втрати від повзучості бетону:

$$\sigma_9 = 128 \frac{\sigma_{bp1}}{R_{bp}} = 128 \frac{3,83}{16} = 30,6 \text{ МПа};$$

$$\sigma_9 = 128 \frac{\sigma'_{bp1}}{R_{bp}} = 128 \frac{0,266}{16} = 2,12 \text{ МПа}.$$

Другі втрати:

$$\sigma_{i_2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 35 + 30,6 = 65,6 \text{ МПа}.$$

Сумарні втрати:

$$\sigma_l = \sigma_{i_1} + \sigma_{i_2} = 33,6 + 65,6 = 99,2 \text{ МПа} < 100 \text{ МПа}.$$

Так як по розрахунку $\sigma_l < 100 \text{ МПа}$, надалі приймаємо $\sigma_l = 100 \text{ МПа}$.

2.12. Розрахунок прогинів залізобетонної плити покриття

Виконуємо розрахунок.

Вигинаючи моменти приймають при $\gamma_f = 1$.

Нетривала дія всього навантаження. Момент

$$M = M_r + P_2 e_{sp2} = 4270 * 10^4 + 1131 * 10^2 (-20) = 4044 * 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Коефіцієнт:

$$\varphi_f = \frac{(b'_f - b)h'_f + \frac{\alpha}{2\nu} A'_s}{bh_0} = \frac{(2950 - 180)30 + \frac{7,08}{2 * 0,45} * 240,8}{180 * 273} = 1,762,$$

де $\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{1,7 * 10^5}{2,4 * 10^4} = 7,08$; $\nu = 0,45$ - коефіцієнт, що характеризує пружно -

пластичний стан бетону стислої зони, при короткочасній дії навантаження.

Не розглядаємо, оскільки величини ξ і z раніше прийняті упрощено.

Ексцентриситет:

$$e_{s.tot} = \left[\frac{M}{P_2} \right] = \frac{4044 * 10^4}{1131 * 10^2} = 358 \text{ мм}.$$

Величини $\xi = 0,11$ і $z = 258$ мм прийняті раніше.

Коефіцієнт:

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser} W_{pt}}{M_r - M_{rp}} = \frac{1,4 * 7609 * 10^3}{4270 * 10^4 - 2889 * 10^4} = 0,771 < 1.$$

Коефіцієнт:

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_{ls} \varphi_m - \frac{1 - \varphi_m'}{(3,5 - 1,8 \varphi_m) \frac{e_{s,tot}}{h_0}} = 1,25 - 1,1 * 0,771 - \frac{1 - 0,771^2}{(3,5 - 1,8 * 0,771) \frac{358}{273}} = 0,255 < 1,$$

де $\varphi_{ls} = 1,1$ для арматури періодичного профілю.

Кривизна

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M}{h_0 z} \left[\frac{\psi_s}{E_s A_s + E_s A_{sp}} + \frac{\psi_b}{(\varphi_f + \xi) b h_0 E_b \nu} \right] - \frac{P_2}{h_0} \cdot \frac{\psi_s}{E_s A_s + E_s A_{sp}} =$$

$$= \frac{4044 * 10^4}{273 * 258} \left[\frac{0,255}{1,7 * 10^5 * 39,2 + 1,9 * 10^5 * 308} + \frac{0,9}{(1,762 + 0,11) 180 * 273 * 2,6 * 10^4 * 0,45} \right] - \frac{1131 * 10^2}{273} \times$$

$$\times \frac{0,255}{1,7 * 10^5 * 39,2 + 1,9 * 10^5 * 308} = 1,15 * 10^{-6} \text{ мм}^{-1}.$$

Нетривала дія постійних навантажень.

Момент:

$$M = M_r + P_2 e_{sp} = 3410 * 10^4 + 1131 * 10^2 (-20) = 3184 * 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Значення коефіцієнта $\varphi_f = 1,762$ не змінюється.

Ексцентриситет:

$$e_{s,tot} = \left[\frac{M}{P_2} \right] = \frac{3184 * 10^4}{1131 * 10^2} = 282 \text{ мм}.$$

Величини ξ та z не змінюються:

Коефіцієнт:

$$\varphi_m = \frac{1,4 * 7609 * 10^3}{3410 * 10^4 - 2889 * 10^4} = 2,04 > 1.$$

Приймаємо $\varphi_m = 1$.

Коефіцієнт: $\psi_s = 1,25 - 1,1 * 1 = 0,15 < 1$.

Кривизна:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{3184 \cdot 10^4}{273 \cdot 258} \left[\frac{0,15}{1,7 \cdot 10^5 \cdot 39,2 + 1,9 \cdot 10^5 \cdot 308} + \frac{0,9}{(1,762 + 0,11)180 \cdot 273 \cdot 2,4 \cdot 10^4 \cdot 0,45} \right] - \frac{1131 \cdot 10^2}{273} \times \frac{0,15}{1,7 \cdot 10^5 \cdot 39,2 + 1,9 \cdot 10^5 \cdot 308} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^{-1}.$$

Тривала дія постійного навантаження. 4. Момент $M = 3184 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм}$, тобто його значення не змінилося.

При $\nu = 0,15$ для тривалої дії навантаження і вологості повітря навколишнього середовища зверху 40%:

$$\varphi_f = \frac{(2950 - 180)30 + \frac{7,08 \cdot 240,8}{2 \cdot 0,15}}{180 \cdot 273} = 1,807.$$

Значення величин $e_{s, \text{tot}}$, ξ , z и φ_m не змінилося.

Коефіцієнт: $\psi_s = 1,25 - 0,8 \cdot 1 = 0,45 < 1$,

де $\varphi_{is} = 0,8$ при тривалій дії навантаження.

Кривизна

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{3184 \cdot 10^4}{273 \cdot 258} \left[\frac{0,45}{1,7 \cdot 10^5 \cdot 39,2 + 1,9 \cdot 10^5 \cdot 308} + \frac{0,9}{(1,807 + 0,11)180 \cdot 273 \cdot 2,4 \cdot 10^4 \cdot 0,15} \right] - \frac{1131 \cdot 10^2}{273} \times \frac{0,45}{1,7 \cdot 10^5 \cdot 39,2 + 1,9 \cdot 10^5 \cdot 308} = 1,46 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^{-1}.$$

Кривизну, обумовлену вигином панелі покриття унаслідок усадки і повзучості від зусилля попереднього обтискання.

Напруження:

$$\sigma_s = \sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9 = 17,1 + 35 + 30,5 = 82,6 \text{ МПа}.$$

Відносна деформація:

$$\varepsilon_b = \frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{82,6}{1,9 \cdot 10^5} = 435 \cdot 10^{-6}.$$

Напруження:

$$\sigma'_s = \sigma'_6 + \sigma'_8 + \sigma'_9 = 35 \text{ МПа}.$$

Відносна деформація:

$$\varepsilon'_b = \frac{\sigma'_8}{E_s} = \frac{35}{1,9 \cdot 10^5} = 184 \cdot 10^{-6}.$$

Кривизна:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{\varepsilon_b - \varepsilon'_b}{h_0} = \frac{432 * 10^{-6} - 184 * 10^{-6}}{273} = 0,91 * 10^{-6} \text{ мм}^{-1}.$$

Повну кривизну з урахуванням тривалої дії навантаження визначимо по формулі:

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 - \left(\frac{1}{r}\right)_2 + \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4 = 1,15 * 10^{-6} - 0,5 * 10^{-6} + 1,46 * 10^{-6} - 0,91 * 10^{-6} = 1,2 * 10^{-6} \text{ мм}^{-1}.$$

Прогин визначаємо по спрощеній формулі:

$$f_{tot} = s \frac{I}{r} l_0^2 = \frac{5}{48} 1,2 * 10^{-6} * 5870^2 = 4,31 \text{ мм},$$

де $s = 5/48$ для рівномірно розподіленого навантаження;

$$f_{tot} = 4,31 \text{ мм} < [f] = 30 \text{ мм},$$

тобто прогин не перевищує допустимого значення [9].

Оскільки набутого значення ширини розкриття тріщин і прогинів набагато менше максимально допустимих значень, то немає необхідності в точнішому їх визначенні [9].

3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вибір монтажного механізму

3.1.1. Відомість монтажних елементів

Монтований елемент	Q _е	H _{ел}	Кільк.
Ферми Ф-2	9,8	3,03	13
Плити покриття ПР 30×60	3,8	0,3	240

3.1.2. Відомість монтажних пристосувань

№ п.п.	Найменування елемента	Кільк.	Вага	Розмір
1	Ф-2	13	9,8	24000×300×3030
2	ПР 30×60	240	3,8	6000×3000×300
Захватні пристосування				
1	Стропи	2	0,15	
2	Траверси	2	0,5	

3.1.3. Розрахунок параметрів крана

1. Визначаємо необхідні параметри крану [19]

а) необхідна вантажопідйомність:

$$Q_k \geq Q_{тр.к} = Q_{ел} + Q_{гр}$$

$$\Phi-2 = Q_{тр.к} = 9,8 + 0,15 = 9,95 \text{ т}$$

$$\text{ПР } 30 \times 60 = Q_{тр.к} = 3,8 + 0,5 = 4,3 \text{ т}$$

б) необхідна висота підйому крану:

$$H_{тр} = h_0 + h_{ел} + h_{ст}$$

$$\Phi-2 = 0,03 + 7,5 = 10,53$$

$$\text{ПР } 30 \times 60 = 0,3 + 5 = 5,3$$

в) необхідний виліт стріли:

$$L = r_{хв} + p + R_1$$

$$L=\Phi-2=4,38+1=5,38\text{м}$$

$$L= \text{ПР } 30 \times 60 = 4,38+1+0,2+3=8,58\text{м}$$

$$L=\Phi-2=3,77+1=4,77\text{м}$$

$$L= \text{ПР } 30 \times 60 = 3,77+1+0,2+3=7,97\text{м}$$

3.1.4 Вибір монтажного крана

Приймаємо стріловий кран МКГ-25 [19]

Технічні параметри крану:

Вантажопідйомність – 50 т

Швидкість:

- підйом вантажу – 0-0,9 сек.
- опускання вантажу – 0-11 сек
- транспортна карта самохода – 0,75

Маса крану – 39т

Частота обертання – 0,56т

Радіус описуваний хвостовою частиною – 3770м

Розміри крану

- ширина – 3210м
- висота – 3790м
- довжини стріли – 12,5-32,5м

Висота шарніра стріли – 1450м

Від осі крану до шарніра – 1900м.

3.2 Технологічна карта на монтаж ферм та плит покриття

3.2.1 Призначення техкарти

Технологічні карти служать основою для лінійного персоналу будівництва при виробництві будівельно-монтажних робіт [20].

Технологічна карта розроблена для виробництва робіт на монтаж ферм та плит покриття для промислової будівлі із застосуванням стрілового

крану МКГ - 25. Розміри будівлі в плані 60×72м, ведеться монтаж бригадою з 5 чоловік в дві зміни в літній період.

3.2.2. Методи і послідовність виробництва робіт

Монтаж ферм виконується з попереднім розкладанням у прогоні будівлі та доставляється у цілому вигляді. Монтаж допускається тільки після остаточного закріплення всіх розташованих нижче конструкцій.

Підготовка до монтажу ферм полягає в перевірці й очищенні закладних деталей, нанесенні осьових рисок, закріпленні відтяжок, розчалок, розпорок, навісних колісок та іншого монтажного оснащення. Для запобігання розгойдування ферм під час піднімання на опори до нижнього пояса кріплять дві відтяжки або гнучкий маніпулятор. Який прикріплюється до кінців монтажної траверси і керується кранівником за сигналом монтажника. Ферми після піднімання й орієнтування встановлюють на оголовки колон, вивіряючи їх по рисках розбивних вісей. Вертикальність ферм, а також тимчасове розкріплення забезпечують установленням розчалок і розпірок.

Плити покриття захоплюють багатовітковими стропами або траверсами. Після піднімання і встановлення на місце плити вивіряють по рисках, попередньо нанесених на самі плити і на опорні вузли ферм. Монтаж плит по залізобетонних фермах виконують з другої стоянки прогону послідовно з одного краю прогону до другого, у наступних стоянках – від середини до країв. По фермах з ліхтарями плити слід класти симетрично, спочатку по поясах ферм, а потім по ліхтарю [20].

3.2.3. Вимоги до якості

При прийманні монтажних робіт перевіряють відповідності конструкцій проекту: якість монтажних робіт; готовність будівлі, що зводиться, до виробництва подальших будівельно-монтажних робіт; правильність установки елементів конструкції і щільність застосування елементів до опорних поверхонь і один одного в межах відключень, що

допускаються; якість зварювання і закладення стиків і швів, збереження елементів і їх відділень; виконання інших спеціальних вимог проекту.

Перевіряють і приймають наступні приховані роботи: гідроізоляцію, зварювання випуску арматури і заставних частин, напругу арматури при укрупнювальній зборці і монтажі, захист металевих деталей від корозії, закладення і герметизацію швів, звукоізоляцію, термоізоляцію і пароізоляцію. Приймання усіх перерахованих конструкцій і робіт оформляють актами за підписом представників замовника, генпідрядника.

Збірні конструкції або їх елементи видані підприємством-виготовлювачем, сертифікати на матеріали застосовані при монтажі; сертифікати на електроди, використані при зварюванні; робочі креслення конструкції з нанесенням на них усіх відхилень від проекту допущених в процесі монтажу і погоджених з проєктованими організаціями; журнали монтажних, зварювальних робіт, закладення і герметизація стиків акти проміжного приймання змонтованих конструкцій, акти на приховані роботи, документація лабораторних аналізів і випробувань при зварюванні, і замонолічування стиків, дані про результати інструментальної перевірки конструкції.

3.2.4. Відомість розрахунку обсягів робіт

Об'єми робіт підраховуються по робочих кресленнях проєкту в одиницях виміру, прийнятих по ЄНіР. При цьому слід враховувати не тільки основні процеси але і роботи супроводжуючих їх. Усі розрахунки зведені в таблиці.

Таблиця 3.1

Найменування робіт	Одиниці вимірювання	Кількість	Маса, т	
			Одного елемента	загальна
Розкладка ферм Ф-1 Ф-2	100т	3,67	-	-

Розкладка плит покриття ПР30×60	100т	9,12	-	-
Монтаж ферм Ф-1	шт.	26	9,2	239,2
Ф-2		13	9,8	127,4
Монтаж плит покриття ПР30×60	шт.	240	3,8	912
Заделка стиков	100м	20,28	-	-
Зварка	10м	72	-	-

3.2.5. Калькуляція трудових витрат

Вона служить основою для визначення трудомісткості робіт і заробітної плати робітників на виконання будівельно-монтажних процесів.

Перелік робіт приймається як розчленовування основного будівельного процесу на сукупність технологічно однорідних і організованих неділимих елементів при збереженні незмінних предметів і знарядь праці, матеріалів, інструментів і пристосувань виконуваних незмінним (постійним) складом робітників. Приймається перелік робіт на підставі відомості об'ємів робіт. Одиницею виміру приймається відповідно до ЄНіР на цей вид робіт.

3.3 Календарний план

3.3.1 Вихідні дані для проектування

Вихідними даними для складання календарного плану є [19]:

- Креслення архітектурно-будівельної частини;
- Креслення розрахунково-конструктивної частини;
- Обсяги будівельно-монтажних робіт;
- Будівельний об'єм будівлі;
- Прийняті методи виконання робіт і механізми;
- Трудомісткість робіт і витрати машинного часу;
- Поверховість, Конфігурація і розміри будівлі;
- Можливість поділу будинку на захватки;

– Нормативна тривалість будівництва.

При проектуванні календарних планів необхідно дотримувати вимоги, викладені в [19], в яких зазначено, що до основних робіт з будівництва об'єкта дозволяється приступати лише після закінчення підготовчих робіт.

Внутрішньомайданчикові підготовчі роботи повинні передбачати:

- Здавання-прийняття геодезичної розбивочної основи;
- Планування території будівельного майданчика;
- Зрізання та складування використовуваного для рекультивації земель рослинного шару ґрунту;
- Роботи з водовідведення та штучному зниженню (у необхідних випадках) рівня ґрунтових вод;
- Улаштування постійногоних і тимчасових доріг;
- Прокладання інженерних мереж водо-, тепло- і енергопостачання, каналізації;
- Установку інвентарних тимчасових огорожень будівельного майданчика;
- Улаштування складських майданчиків і приміщень для матеріалів, Конструкцій та обладнання;
- Організацію зв'язку;
- Забезпечення будівельного майданчика протипожежним водопостачанням та інвентарем, освітленням і засобами сигналізації.

Підготовчі роботи повинні технологічно ув'язуватися із загальним потоком основних будівельно-монтажних робіт (БМР), дотримуватися такі основні принципи підготовки й будівництва будинків або споруд:

- Роботи основного періоду починати тільки після закінчення підготовчих робіт;
- Будівництво починати з прокладки постійних під'їзних шляхів до будівельного майданчика;

- Зведення надземних конструкцій будівлі або споруди дозволяється тільки після влаштування підземних конструкцій і зворотньої засипки траншей, пазух;
- Передбачити в плані виконання всіх видів робіт, Починаючи від підготовчих і закінчуючи благоустроєм зі здачею об'єкта в експлуатацію;
- Роботи вести потоковими методами;
- Застосовувати найбільш прогресивні методи виконання робіт з максимально можливим й економічно доцільним ступенем механізації та комплексної механізації;
- Тривалість будівництва не повинна перевищувати нормативну, згідно [19];
- Роботи повинні бути максимально поєднані в часі без порушення технології будівельного виробництва і з дотриманням правил ТБ;
- Прийняті методи виконання робіт повинні забезпечувати високу якість будівництва;
- Завантаження робочих бригад і машин повинна бути рівномірною та безперебійною.

3.3.2. Методи організації та виконання робіт

Найважливішим етапом проектування календарного плану є вибір методів виробництва робіт [17].

При виборі методів проведення робіт необхідно прагнути до комплексної механізації робіт із застосуванням нових високопродуктивних машин, орієнтуватися на прогресивні методи праці.

При виборі основних методів робіт необхідно. Планування території будівельного майданчика проводиться бульдозером Д-271. Робота полягає в зрізку підвищень, засипці западин і переміщенні ґрунту.

Зрізування рослинного шару ґрунту полягає в зрізку родючого шару, частина якого залишається на будівельному майданчику для благоустрою,

частина вивозиться для рекультивації. Роботи ведуться бульдозером Д-271. Земляні роботи полягають у розробці траншеї під фундаменти будівлі.

Роботи здійснюються екскаватором ЕО-4121 із зворотною лопатою ємністю ковша 0.65 м³.

Роботи з планування території, зрізки рослинного шару ґрунту та розробці ґрунту екскаватором ведеться в одну зміну [17].

Для досягнення проектної позначки глибини закладення фундаментів підчистка підстави проводиться вручну ланкою з п'яти осіб у дві зміни. Монтаж підземної частини полягає в пристрої фундаментів під стіни будівлі. Фундамент виконаний зі збірних з/б фундаментних плит і фундаментних блоків.

Монтаж фундаментів здійснюється автомобільним краном КС-265268. Монтаж ведеться в дві зміни ланкою монтажників, що складається з 3 чоловік. Зведення надземної частини будівлі полягає в монтажі колон, ферм, плит покриття, стінових панелей.

Подання матеріалів і монтаж з/б елементів здійснюється стріловим краном КС-308 з довжиною стріли 25 м.

Роботи ведуться у дві зміни бригадою монтажників, що складається з 10 чоловік.

Покрівельні роботи ведуться в одну зміну ланкою покрівельників, що складається з 8 чоловік.

Подавання матеріалів виконується підйомником, установкою для підігріву і переміщення наплавляє мого руберойду.

Всі оздоблювальні роботи виконуються ручним способом і пристосувань: краскопультів і пістолетів-розпилювачів.

3.3.3. Проектування календарного плану

Найбільш відповідальним і важливим у календарному плануванні є складання графіка виробництва робіт. При складанні календарного плану необхідно враховувати: директивний термін будівництва; технологічну

послідовність виконання робіт; максимальне поєднання в часі окремих видів робіт; виконання робіт крупними будівельними машинами в дві-три зміни; рівномірний розподіл робочих; дотримання правил охорони праці і техніки безпеки.

Тривалість робіт на графіці позначається лінією-вектором. Над ним указується кількість робочих [19].

Тривалість робіт для механізованих процесів визначається кількістю машино-змін, для останніх – з розрахунку кількості що працюють в бригаді або ланці, що виконують даний процес. Число робочих визначається відповідно до прийнятої трудомісткості. Не можна допускати великих змін кількості робочих, оскільки графік їх руху буде з великим перепадом. Необхідно прагнути до постійної кількості робочих на об'єкті. Зміни в їх кількості допускаються до 20 %. Графік треба скласти так, щоб після закінчення роботи на одній захватці робочі переходили на іншу.

У процесі розробки календарного плану необхідно передбачати рівномірне використання робочих. Для цього у міру складання плану під ним викреслюється графік зміни чисельності робочих. За кожен день підсумовується кількість робочих і у відповідному масштабі (наприклад, 1 мм. відповідає 1 люд.) відкладається по вертикалі; сполучаючи ці величини по горизонталі, отримуємо графік. Графік зміни чисельності робочих будується по об'єкту в цілому і по основних професіях.

Прагнучи побудувати рівномірний графік зміни чисельності робочих в цілому по об'єкту, не треба порушувати технологічну послідовність ведення робіт і правила охорони праці. Якщо графік виявився незадовільним, потрібно календарний план оптимізувати, змінивши терміни виконання робіт або кількість робочих по окремих процесах.

3.4. Будівельний генеральний план

3.4.1. Вихідні дані для проектування будгенплану

Вихідними даними для складання будгенплану є [19]:

- генеральний план ділянки з нанесеними на ньому наявними і проєктованими будівлями, а також мережами підземних комунікацій;
- календарний план зі зведеним графіки потреби в робочих;
- перелік і кількість будівельних машин і механізмів;
- відомість потреби в будівельних конструкціях, виробках і матеріалах;
- перелік, кількість та розміри часових будівель, споруд та складів;
- нормативні дані з проєктування будгенпланом.

3.4.2. Розрахунок складських приміщень і майданчиків

Для правильної організації складського господарства на будівельному майданчику необхідно передбачати [17, 19]:

- Відкриті майданчики для зберігання цегли, залізобетонних конструкцій та інших матеріалів і конструкцій, на які не впливають коливання температури і вологості;
- Навіси для зберігання столярних виробів, рулонних матеріалів, азбестоцементних аркушів и.т.д;
- Закриті склади двох типів: Опалювальні (для зберігання лакофарбових матеріалів, хімікатів тощо) і неопалювані (для зберігання повсті, мінеральної вати, скла, покрівельної сталі, електротехнічних матеріалів, фанери і.т.п);

Площа складів розраховується за кількістю матеріалів [19]:

$$Q_{зан} = Q_{заг} / T \cdot a \cdot n \cdot k,$$

де $Q_{зан}$ – запас матеріалів на складі; $Q_{обн}$ - загальна кількість матеріалів, необхідних для будівництва; a – коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів на склади, що приймається для автомобільного і залоз – нодорожного транспорту 1.1; T – тривалість розрахункового періоду (береться з календарного. Плану або мережевого графіка), днів;
 n - норма запасів матеріалів у днях, приймається для автотранспорту на відстань менше 50 км; k – коефіцієнт нерівномірності споживання матеріалів, що приймається 1.3.

Приймаються наступні норми запасу матеріалів:

– Місцевих - 2-5 днів (цегла, бутовий камінь, щебінь, пісок, шлак, збірні залізобетонні конструкції, блоки, панелі, утеплювач, перегородки);

– Привізних - 10-15 днів (цемент, вапно, скло, рулонні матеріали, віконні рами, дверні полотна, металеві конструкції);

Корисна площа складу F без проходів визначається за формулою:

$$F = Q_{\text{зан}} / q ,$$

де q – кількість матеріалів, що укладаються на 1 м^2 площі складу.

Загальна площа складу:

$$S = F/\beta$$

де β – коефіцієнт його використання, що характеризується відношенням корисної площі складу до загальної (коефіцієнт на проходи).

Коефіцієнт на проходи приймається: для закритих складів – 0,6–0,7; для навісів – 0,5–0,6; для відкритих складів лісоматеріалів – 0,4–0,5; нерудних будівельних матеріалів - 0,6–0,7.

3.4.3. Визначення необхідності у тимчасових будівлях і спорудах

Визначення площ тимчасових будівель і споруд виконується за максимальною численності працюючих на будівельному майданчику та нормативної площі на одну людину, що користується даними приміщеннями.

Чисельність працюючих визначають за формулою [17]

$$N_{\text{заг}} = (N_{\text{роб}} + N_{\text{ІТР}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{МОП}}) \kappa ,$$

де $N_{\text{заг}}$ - загальна чисельність працюючих на будівельному майданчику;

$N_{\text{роб}}$ – чисельність робітників, Прийнята згідно з графіком зміни чисельності робітників календарного плану або мережевого графіка;

$N_{\text{ІТР}}$ – чисельність інженерно-технічних працівників (ІТП);

$N_{\text{служ}}$ – чисельність службовців;

$N_{\text{МОП}}$ – чисельність молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) та охорони; κ - коефіцієнт, що враховує відпустки, хвороби, виконання громадських обов'язків, що приймається 1,05-1,06.

За календарним планом на будівництві промислового об'єкту працює максимальна кількість – 35 чол. Чисельність робочих N складає:

$$N = 50 \times 100 / 83,9 = 60 \text{ чол.}, \text{ отже } 1\% \text{ складає } - 0,6 \text{ чол.}, \text{ тоді}$$

$$N_{ITP} = 11 \times 0,6 = 7 \text{ чол.}$$

$$N_{служ} = 3,6 \times 0,6 = 2 \text{ чол.}$$

$$N_{мон} = 1,5 \times 0,6 = 1 \text{ чол.}$$

$$N_{заг} = (50 + 7 + 2 + 1) \times 1,05 = \mathbf{63 \text{ чол.}}$$

Розрахунок площ тимчасових будівель зведений у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Площі тимчасових будівель

№ п. п.	Тимчасові будівлі	Кількість робочих	Кільк. корист. даним приміщ. %	Площа приміщ. м		Тип тимчас. бідівлі	Розміри будівлі
				на одного	заг.		
1	Контора	10	100	4	40	Пересувальний вагон	9×2,7
2	Диспетчерська	1	100	7	7	То ж	9×2,7
3	Прохідна	-	-	-	6-9	Збірно-разбірний	2×3
4	Гардеробна	63	70	0,7	63	Пересувальний вагон	11,1×3
5	Душова	63	50	0,54	17,01	То ж	8,5×3,1
6	Вмивальна	63	50	0,2	6,3	То ж	8,5×3,1
7	Сушарка	63	40	0,2	5,04	То ж	7,8×2,6
8	Приміщення для обігріву робочих	63	50	0,1	3,15	То ж	9×2,7
9	Приміщення для прийому їжі та відпочинку	63	50	1,0	31,5	То ж	9×2,7
10	Буфет	63	50	0,7	30,87	То ж	9×2,7
11	Медпункт	-	-	-	24,3	То ж	9×2,7
12	Туалет з умивальною	63	100	0,1	6,3	Контейнерний	6×3
13	Майстерні					Пересуваль	4,1×2,2

	санітарно-технічні					ний вагон	
14	Майстерні електротехнічні					То ж	4,1×2,2
15	Майстерні столярно-теслярські					То ж	4,1×2,2

3.4.4. Розрахунок тимчасового водопостачання

Водопостачання будівництва має здійснюватися з урахуванням діючих систем водопостачання.

При влаштуванні мереж тимчасового водопостачання в першу чергу слід прокласти і використовувати мережі запроектованого постійного водопроводу. При вирішенні питання про тимчасове водопостачання будівельного майданчика завдання полягає у визначенні схеми розташування мережі і діаметра трубопроводу, що подає воду на наступні потреби [17]:

- Виробничі (Впр);
- Господарсько-побутові (Вхоз);
- Душові установки (Вдуш);
- Пожежогасіння (Впож);

Повна потреба у воді складе:

$$V_{заг} = 0.5 (V_{пр} + V_{хоз} + V_{душ}) + V_{пож}$$

Витрата води на виробничі потреби визначається на підставі календарного плану та норм витрати води. Для встановлення максимальної витрати води на виробничі потреби складається графік.

За максимальної потреби знаходять секундний витрата води на виробничі потреби, л / с:

$$V_{пр} =_{\max} X K_1 / (t_1 \times 3600),$$

де V_{\max} - максимальна витрата води; κ_1 - коефіцієнт нерівномірності споживання води, для будівельних робіт дорівнює 1,5; t_1 - кількість годин роботи, до якої віднесено витрата води.

Кількість води на господарсько-побутові потреби визначається на підставі запроектованого будгенплану, кількості працюючих, що користується послугами, і норм води.

Секундний витрата води на господарсько-побутові потреби:

$$V_{\text{хоз}} = V_{\text{макс}} \times \kappa_2 / (t_2 \times 3600),$$

$V_{\text{макс}}$ - максимальна витрата води за зміну на господарсько-побутові потреби; κ_2 - коефіцієнт нерівномірності споживання води; t_2 - кількість годин роботи в зміну.

Секундний витрата води на душові установки:

$$V_{\text{душ}} = V_{\text{макс}} \times \kappa_3 / (t_3 \times 3600),$$

$V_{\text{макс}}$ - максимальна витрата води в зміну на душові установки;

κ_3 - коефіцієнт нерівномірності споживання, дорівнює 1; t_3 - тривалість роботи душової установки, зазвичай 45 хвилин, або 0,75 год.

Витрата води на пожежогасіння на буд майданчику слід приймати 10 л / с, тобто. передбачати одночасне дію струменів з двох гідрантів по 5л / с.

У зв'язку з тим, що промисловість випускає пожежні гідранти з мінімальним діаметром 100 мм., Будівельники змушені приймати діаметри труб тимчасового водопроводу такими ж, а проте для тимчасового водопроводу це недоцільно. Тому гідранти рекомендується проектувати на постійній лінії водопроводу, а діаметр тимчасового водопроводу розраховувати не враховуючи пожежогасіння:

По максимальній потребі води знаходимо секундний витрата води на виробничі потреби $V_{\text{пр}} = V_{\text{макс}} - \kappa_1 / (t_1 - 3600)$,

де $V_{\text{макс}}$ максимальна витрата води; K_1 -коефіцієнт нерівномірності споживання води для будівельних робіт дорівнює 1,5; t_1 -кількість годин роботи, до якої віднесено витрати води

$$V_{\text{пр}} = 53400 * 1,5 / (8 * 3600) = 2,78 \text{ л/с}$$

Кількість води на господарсько-побутові потреби визначається на підставі запроектованого будженплану, кількості працюючих, що користується послугами, і норм води.

Секундний витрата води на господарсько-побутові потреби:

$$V_{\text{хоз}} = \text{макс} * k_2 / (t_2 * 3600),$$

де-макс - максимальна витрата води за зміну на господарсько-побутові потреби; k_2 - коефіцієнт нерівномірності споживання води; t_2 -кількість годин роботи за зміну .

$$\text{макс} = 63 * 20 = 1260 \text{ л в зміну}$$

$$V_{\text{хоз}} = 1260 * 2,0 / (8 * 3600) = 0,088 \text{ л/с}$$

Секундний витрата води на душові установки:

$$V_{\text{душ}} = \text{макс} * k_3 / (t_3 * 3600),$$

демакс-максимальна витрата води за зміну на душові установки; k_3 - коефіцієнт нерівномірності споживання води; t_3 - кількість годин роботи душової установки, зазвичай 45 хв, або 0,75 год., тоді

$$V_{\text{макс}}^3 = 45 * 30 = 1350 \text{ л в зміну}$$

$$V_{\text{душ}} = 1350 * 1 / (0,75 * 3600) = 0,5 \text{ л/с}$$

$$V_{\text{заг}} = 0,5(2,78 + 0,088 + 0,5) + 10 = 11,684 \text{ л/с}$$

$$D = 35,69 * \sqrt{\frac{12,35}{2}} = 35,69 * 2,45 = 87,44 \text{ мм}$$

У зв'язку з тим, що промисловість випускає пожежний гідрант з мінімальним діаметром 100мм, поте для тимчасового водопроводу це недоцільно. Тому гідранти рекомендується проектувати на постійній лінії водопроводу розраховувати без врахування пожежогасіння:

$$V_{\text{заг}} = 2,78 + 0,088 + 0,5 = 3,4 \text{ л/с}$$

$$D=35,69 \cdot \sqrt{\frac{3,4}{2}} = 35,69 \cdot 1,3 = 46,4$$

Приймаємо трубу Ø60мм.

3.4.5. Розрахунок потреби електроенергії

Основним джерелом енергії, що використовується при будівництві будівель і споруд, служить електроенергія. Для живлення машин і механізмів, електрозварювання і технологічних потреб застосовується силова електроенергія, джерелом якої є високовольтні мережі; для освітлення будівельного майданчика використовується освітлювальна лінія [17].

Електроенергія на будівельному майданчику споживається для живлення машин, тобто. виробничих потреб, для зовнішнього та внутрішнього освітлення і на технологічні потреби.

На основі календарного плану виконання робіт, графіка роботи машин і бюджетплану визначаються електроспоживачі та їх потужність (кВт), яка встановлюється в період максимального споживання електроенергії.

Щоб встановити потужність силової установки для виробничих потреб, складається графік [17].

Потужність силової установки для виробничих потреб визначається за формулою

$$W_{np} = \sum P_{np} \times \kappa_c / \cos \phi, \text{ де}$$

κ_c – коефіцієнт попиту; $\cos \phi$ – коефіцієнт потужності.

Максимальна W_{np} становить 110,1кВт, з цієї кількості і проводимо розрахунок:

$$\begin{aligned} W_{np} &= P_{\text{окрас. агр.}} \times \kappa_c / \cos \alpha + P_{\text{маляр. ст.-я}} \times \kappa_c / \cos \alpha + P_{\text{виброр.}} \times \kappa_c / \cos \alpha + P_{\text{маш для накл. рубир.}} \times \kappa_c / \cos \alpha + P_{\text{звар.апар.}} \times \kappa_c / \cos \alpha + P_{\text{пониж. трансф-р.}} \times \kappa_c / \cos \alpha = \\ &= 0,27 \times 0,1/0,4 + 40 \times 0,1/0,4 + 0,6 \times 0,1/0,4 + 0,6 \times 0,1/0,4 + 1,1 \times 0,1/0,4 + 54 \times 0,35/0,4 + \\ & \quad 0,4 \times 0,35/0,4 = 58,2 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Потужність мережі зовнішнього освітлення знаходять за формулою

$$W_{з.о.} = K_c$$

Потужність мережі для освітлення території виконання робіт, відкритих складів, внутрішньо будівельних доріг і охоронного освітлення зводиться в таблицю, з якої випливає:

$$W_{з.о.} = 1 * 8,1 = 8,1 \text{ кВт}$$

Потужність мережі внутрішнього освітлення розраховують за висловом

$$W_{в.о.} = K_c$$

Кількість електроенергії для внутрішнього освітлення визначають за таблицею:

$$W_{в.о.} = 0,8 * 2,4 = 2 \text{ кВт, звідси загальна потужність електроспоживачів}$$

$$W_{заг} = 58,2 + 8,1 + 2,4 = 68,7 \text{ кВт, по якій і підбирається трансформатор.}$$

Приймаємо трансформатор ТМ-100/10 потужністю 100 кВт і масою з маслом 1150 кг.

3.4.6 Проектування будгенплану

Будгенплан характеризує повноту та якість організаційних заходів на об'єктах будівництва. Призначення будгенплану полягає у створенні необхідних умов для праці будівельників, механізації робіт, приймання, зберігання і укладання в справу конструкцій і матеріалів, забезпечення робіт водними та енергетичними ресурсами [19].

Проектування доріг

Для транспортування конструкцій і матеріалів необхідно в максимальній мірі використовувати постійні дороги. Тимчасові поза-і внутрішньо майданчикові дороги слід передбачати при неможливості використання постійних доріг [19].

При трасуванні доріг повинні витримуватися такі відстані: між дорогою і складської майданчиком - 0.5-1 м.; дорогою і підкрановими шляхами - 6.5-12.5 м.; дорогою і віссю залізничних шляхів - 3.75 м.; дорогою і парканом - не менше 1.5 м .

Крім того, потрібно дотримуватися таких вимог:

- ширина тимчасових доріг при односторонньому русі повинна бути 3 м, при двосторонньому-6м;
- радіус закруглення внутрішньо майданчикових доріг приймається в залежності від виду транспортних засобів і габаритів перевозяться конструкцій в межах 12-30 м;
- дороги доцільно робити кільцевими, а при необхідності тупиків слід передбачати майданчики для розвороту машин не менше 12 x 12 м.

Розміщення монтажних машин і механізмів

Місця встановлення і шляхи руху монтажних машин і механізмів повинні відповідати розробленим технологічними картами. При влаштуванні колій під стрілові крани треба показувати підключення крана, а також огорожу небезпечної зони.

З метою економії довжина колій під баштові крани повинна бути менше довжини об'єкту, що будується на величину вильоту стріли, що забезпечує подачу матеріалів і конструкцій в найбільш віддалену точку.

Розташування складів

Розташування будівельного господарства на майданчику повинна забезпечувати: найкоротші шляхи переміщення матеріалів при мінімальній кількості перевантажень; найменшу протяжність і економічність споруди при експлуатації тимчасових мереж водо- електро- тепло постачання; можливість застосування прогресивних методів будівництва, комплексної механізації, поточності робіт, укрупненого і т.д.; побутові потреби персоналу будівництва [19].

Криті склади розташовують у межі зони дії крана, а відкриті склади - всередині цієї зони. Матеріали, потрібні у великій кількості, розподіляють рівномірно по всьому фронту робіт паралельно шляху руху крана.

Майданчики для складування будівельних конструкцій розташовують у зоні дії кранів з урахуванням технологічної послідовності монтажу. Розміри майданчиків приймають відповідно габаритами конструкцій з урахуванням

проходів. Кордон відкритих складів повинен проходити від краю дороги не менш ніж на 0.5 м.

Прийом розчину і бетону необхідно передбачати в зоні дії крана в одному або декількох місцях по фронту робіт. Обладнання для прийому розчину і бетону встановлюється на розширеній частині дороги.

Розміщення побутових будівель і приміщень

Вони повинні знаходитися на відстані не менше 50 м. від об'єктів, що виділяють пил, газ і пару. Відстань від робочих місць до гардеробних, душових, умивальних повинно бути не більше 500 м., до вбиралень – не більше 100 м., до приміщень громадського харчування – не більше 500 м., до приміщень для обігріву працюючих – не більше 150 м [19].

Розміщення тимчасових будівель і споруд

При розміщенні адміністративно-побутових і виробничих будівель і споруд треба керуватися наступними правилами:

- побутові споруди розміщувати поблизу входів на будівельний майданчик;
- розміщення побутових приміщень повинно виключати порушення правил техніки безпеки, Не повинно здійснюватися в небезпечній зоні крана;
- адміністративно-побутові та виробничі будівлі повинні розташовуватися з дотриманням пожежних розривів - не менше 5 м.

Навіси для зберігання столярних виробів, рулонних та ін. матеріалів розміщують в зоні дії крана, забезпечивши до нього під'їзд автотранспорту, майданчик для розвантаження матеріалу і розвороту транспортних засобів.

Розташування тимчасових інженерних комунікацій

Тимчасові мережі водопроводу, каналізації, електропостачання розташовуються на вільній території будівельного майданчика. Тимчасовий водопровід заглиблюється.

Протяжність тимчасової каналізації повинна бути мінімальною, тому каналізовані тимчасові споруди потрібно розташовувати якомога ближче до постійної каналізаційної мережі [19].

При підключенні тимчасових мереж електропостачання до постійних необхідно передбачати постійну трансформаторну підстанцію з пунктом обліку. Розподільні щити розміщують у місцях підключення електродвигунів, зварювальних трансформаторів та іншого обладнання.

Робочі місця висвітлюються переносними освітлювальними щоглами. У кутах будівельного майданчика встановлюють прожектори, які повинні створювати достатню освітленість складів, проїздів і робочих місць.

Пожежні гідранти розташовують через 300 м. на постійному водопроводі, що укладається в початковий період будівництва. До гідрантів влаштовується проїзд; видалення їх від дороги повинно бути не більше 2 м. У найбільш небезпечному в пожежному відношенні місцях обладнають спеціальні щити з протипожежним інвентарем.

Будівельний майданчик огорожується по периметру на відстані не менше 2 м. від проїжджої частини дороги, тимчасових будівель і споруд, складів. Огорожа може бути тимчасовим або постійним. У ньому влаштовуються ворота з написом «В'їзд» і «Виїзд».

Крім загального огороження будівельного майданчика, захищається також небезпечна зона. Розміри небезпечної зони залежать від висоти, на якій ведуться роботи, і від вильоту стріли крана; орієнтовно вони приймаються на 5 м. більше вильоту стріли.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Безпечні умови праці при проведенні земляних робіт

До початку земляних робіт необхідно встановити місця знаходження підземних комунікацій і отримати в встановленому порядку дозвіл на проведення розроблення ґрунту.

Машини та механізми повинні рухатись на відстані не менше за 0,5 м від брівки земляної виїмки [22].

Для переходу через траншеї потрібно влаштовувати перехідні містки з поруччям.

Опускатися у виїмки та підніматися з них робітники повинні по драбинах шириною не менше 0,75 м, обладнаних поруччям, а у вузьких траншеях - по приставних драбинах [22].

Під час розроблення ґрунту екскаватором робітникам заборонено перебувати під ковшем і стрілою та працювати з боку забою.

Сторонні особи можуть знаходитися на відстані, не меншій, ніж 5м від радіуса роботи екскаватора.

4.2. Безпечні умови праці при монтажі конструкцій

До монтажних робіт допускаються робітники віком 18 років, які навчалися за спеціальною програмою, мають посвідчення на виконання цих робіт, пройшли медичний огляд та отримали відповідні інструктажі. Машиністи кранів, стропальники, зварювальники допускаються до роботи при наявності посвідчення на право виконання цих робіт. Всі, хто працює на будівельному майданчику, де можливе падіння предметів, повинні мати захисні шоломи, а монтажники – ще і монтажні пояси. На будівельному майданчику повинні бути позначені небезпечні зони [22].

Робочі місця і підходи до них повинні бути добре освітленими. Для запобігання падіння робітників з висоти їх робочі місця, які знаходяться над землею вище 1 м, необхідно огороження. Отвори перекриттях, до яких

можливий доступ людей, повинні бути закриті суцільним міцним настилом або мати загорожу з бортовими дошками по всьому периметру [22].

Для виконання монтажних робіт на висоті необхідно використовувати тільки інвентарні риштування та інші пристрої. Настили риштувань повинні мати рівну поверхню із зазорами між дошками, не більшими за 10 мм. Риштування висотою до 4 м приймає в експлуатацію тільки виконавець робіт, а вище за 4 м – спеціальна комісія за актом. При використанні приставних драбин їх нижні кінці повинні мати опору у вигляді гострих шипів або гумових наконечників, верхні – бути надійно закріпленими до міцних конструкцій. Стропування конструкцій можливе тільки в місцях, визначення у проекті виконання робіт. Способи стропування повинні забезпечувати подавання елементів до місць встановлення у стані, що близький до проектного.

Не допускається виконання монтажних робіт на висоті на відкритих місцях при швидкості вітру більшій за 15 м/с, а також під час завірюхи, грози чи туману, пониженої видимості в межах фронту робіт [22].

Електрифікований інструмент повинен бути надійно заземленим.

Забороняється тримати ввімкнений електрифікований інструмент за живильний провід, виконувати роботу з переносних металевих драбин, працювати під дощем, виконувати роботи з риштувань без огорожі, залишати інструмент без огляду.

4.3. Безпечні умови праці при виконанні покрівельних робіт

Допуск робочих до виконання покрівельних робіт дозволяється після огляду виконробом або майстром з бригадиром справності несучих конструкцій даху та огорожень.

Розміщувати на даху матеріали допускається тільки в місцях, передбачених проектом виконання робіт, з прийняттям заходів проти їх падіння, у там числі від впливу вітру.

Під час перерв у роботі технологічні пристосування, інструмент і матеріали повинні бути закріплені або прибрані з даху.

Елементи і деталі покрівель, у тому числі компенсатори в швах, захисні фартухи, ланки водостічних труб, зливи і т. п, слід подавати на робочі місця в заготовленому вигляді.

Заготівля зазначених елементів і деталей безпосередньо на даху не допускається.

4.4. Безпечні умови праці при виконанні опоряджувальних робіт

Роботи з улаштування облицювання внутрішніх і зовнішніх стін слід виконувати відповідно до чинних нормативних документів (ДБН А.3.2-2-2009) [22].

Розпочинати облицювальні роботи дозволяється тільки за наявності проекту виконання робіт.

До початку робіт усі інженерно-технічні працівники та робітники ознайомлюються з проектом виконання робіт та з технологічною картою і виконують підготовчі роботи (визначають місця складання і зберігання матеріалів, обладнання, інструментів; монтують риштування та огороження на них, щоб запобігти падінню з риштувань людей, матеріалів та інструментів; забезпечують освітлення робочих місць; обладнують місця відпочинку для робітників; місця для підготовки матеріалів та приготування розчину з сухих будівельних матеріалів).

На об'єкті до початку робіт для робітників проводять вступний інструктаж про способи і прийоми робіт [22].

Під час виконання облицювальних робіт стежать за станом ізоляції електрокабелів; зберігають на робочому місці матеріали в кількості, що не перевищує змінну потребу; органічні розчинники для очищення поверхні підносять до робочого місця в оцинкованій тарі в об'ємах, потрібних для роботи протягом зміни; до обслуговування електроінструментів

допускаються особи, які мають спеціальну підготовку; робітники повинні мати індивідуальні засоби безпеки: окуляри, спецодяг, рукавиці, спецвзуття; підтримувати чистоту на робочому місці.

Після завершення облицювальних робіт демонтують тимчасові електромережі, розбирають риштування, звільнюють проходи, прибирають будівельне сміття та утилізують відходи.

Робітники, які виконували облицювання перед харчуванням, обов'язково мають вимити руки щіткою і милом у теплій воді.

4.5. Електробезпека на будівельному майданчику

Для запобігання нещасних випадків при зведенні даного будинку і використанні електроустановок варто виконувати основні вимоги безпеки до яких відносяться: ізоляція струмоведучих частин-шнурів, проводів і кабелів, щоб уникнути випадкового дотику до них людей; захисне заземлення; захисне відключення устаткування при однофазних замиканнях на землю; застосування пристрою автоматичного контролю; запобіжних пристроїв; блискавковідводів і розрядників. Для роботи з електроустаткуванням допускаються особи, що пройшли спеціальне навчання, інструктаж на робочому місці і які мають дозвіл [22].

Тимчасову електромережу при будівництві на будівельному майданчику виконують з ізольованого проводу, що підвішується на надійних опорах на висоті 2,5 м над робочими місцями, 3,5м над проходами, 6м над проїздами і дорогами.

Для забезпечення безпечної експлуатації електроустаткування на будівельному майданчику повинні виконуватися організаційні і технічні заходи.

До організаційних заходів відносяться: призначення осіб, відповідальних за організацію і проведення робіт; документальне оформлення завдання на проведення робіт (розпорядження з записом в

оперативному журналі перерв у роботі, у порядку поточної експлуатації з подальшим записом у журналі); допуск до проведення робіт; нагляд за працюючими у період проведення робіт [22] .

До технічних заходів і засобів захисту від поразки електричним струмом відносяться: захисне заземлення; маленька напруга; електричний поділ мереж; захисне відключення; ізоляція струмоведучих частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна); компенсація струмів замикання на землю; захисні пристрої; попереджувальна сигналізація, блокування, знаки безпеки; засобу захисту і попереджувальні пристосування.

4.6. Пожежна безпека

До проведення зварювальних та інших вогняних робіт допускаються особи, які пройшли в установленому порядку перевірку знань вимог пожежної безпеки, про що свідчить спеціальний талон.

Місця проведення тимчасових зварювальних та ін. вогняних робіт можуть визначатися тільки письмовим дозволом особи, відповідальної за пожежну безпеку об'єкта [23].

Вогняні роботи без отримання письмового дозволу можуть проводитися на будівельних майданчиках і в місцях, безпечних в пожежному відношенні, тільки фахівцями високої кваліфікації, обізнаними з програмою пожежно-технічного мінімуму. Список фахівців, допущених до самостійного проведення вогняних робіт без отримання письмового дозволу, оголошується керівником об'єкта.

Приступати до вогняних робіт дозволяється тільки після узгодження їх із пожежною охороною і виконання заходів, передбачених в дозволі на проведення вогняних робіт (наявність засобів пожежогасіння, очищення робочого місця від матеріалів, які згорають, захист конструкцій, які згорають) [23].

Керівник об'єкта або посадова особа, відповідальна за пожежну безпеку приміщення (території, установи і т.п.), повинні забезпечити перевірку місця проведення тимчасових вогняних робіт протягом 3-5 годин після їх закінчення.

4.7. Охорона навколишнього середовища

Будівельно-монтажні роботи повинні здійснюватись із дотриманням вимог природоохоронного законодавства та забезпечувати ефективний захист навколишнього природного середовища (земель, водних об'єктів, атмосферного повітря, рослинного і тваринного світу) від забруднення і пошкодження [21].

На території об'єктів, що будуються, не допускається не передбачене проектною документацією знесення деревно-чагарникової

При виконанні будівельних та планувальних робіт родючий шар ґрунту повинен зніматись і складуватись для подальшого використання при благоустрої та озелененні територій [21].

Тимчасові автомобільні дороги та інші під'їзні шляхи повинні влаштовуватись з урахуванням вимог щодо запобігання пошкодженню деревно-чагарникової рослинності.

Проектом організації будівництва і проектами виконання робіт повинні передбачатись заходи щодо необхідного очищення і знешкодження виробничих стоків, що утворюються на будівельному майданчику. Ці заходи повинні беззастережно виконуватись при здійсненні будівництва.

Передбачене затвердженою документацією знесення зелених насаджень повинно в обов'язковому порядку компенсуватись створенням рівновеликих нових насаджень у місцях, визначених компетентними органами при погодженні документації, або при озелененні і упорядкуванні території об'єкта та санітарної зони.

ВИСНОВКИ

Подана бакалаврська кваліфікаційна робота присвячена розробці та проектуванню промислової будівлі цеху з виробництва обладнання машинобудівного заводу, яка знаходиться у Дніпропетровській області.

Пояснювальна записка включає 67 стор. друкованого машинописного тексту формату А4 та 05 графічних креслень, оформлених у програмному комплексі AutoCAD на листах формату А1, представлених на графічних листах формату А3 у додатках пояснювальної записки.

Бакалаврська кваліфікаційна робота містить чотири розділи: архітектурну частину, в якій узагальнені прийняті автором об'ємно-планувальні рішення, наведені техніко-економічні показники, описані основні конструктивні елементи.

У розрахунково-конструктивному розділі виконаний аналітичних розрахунок залізобетонної плити покриття за граничними станами першої та другої групи. Технологія будівельного виробництва включала розробку технологічної карти на монтаж ферм та плит покриття. Розроблений будгетплан та календарний графік виконання робіт.

Термін будівництва складає 10 місяців. Орієнтовна вартість зведення будівлі цеху з виробництва обладнання машинобудівного заводу із улаштуванням комунікацій приблизно становить 90,7 млн. грн.

Перелік використаної літератури

1. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. - [Чинний з 2019-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2019. – (Державні будівельні норми).
2. Будівлі підприємств : параметри : ДСТУ Б В.2.2–29:2011. – [Чинний з 2012-12-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 11 с. – (Національний стандарт України).
3. Будівлі та споруди. Визначення класів наслідків (відповідальності) : : ДСТУ 8855:2019. – [Чинний з 2019-12-01]. – К. : Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2019. – 14 с. – (Державний стандарт України).
4. Навантаження і впливи: норми проектування : ДБН В.1.2.–2:2006. – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2006. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Кінаш Р.І. Архітектурні конструкції виробничих будівель / Р.І. Кінаш. – Львів: Львівська політехніка, 2015. – 288 с.
6. Куліков П.М. Архітектура будівель і споруд. Книга 5. Промислові будівлі: підручник / П.М. Куліков, В.О Плоський, Г.В. Гетун. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2020. – 820 с.
7. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель : ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 23 с.
8. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).
9. Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну. К.: Толока, 2017. 627 с.

10. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019–08–01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).

11. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу : ДБН В.2.6-163:2010. – [Чинний від 2011-12-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 201 с.

12. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1–10:2018 : – [Введені в дію з 2019–01–01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).

13. Бакулін Є.А. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Проектування одноповерхової промислової каркасної будівлі із збірних залізобетонних елементів» з дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для студентів за напрямом підготовки 192 «Будівництво та цивільна інженерія» Розрахунок будівельних конструкцій на міцність, жорсткість та вогнестійкість» / Є.А. Бакулін, Н.О. Костира, В.М. Бакуліна. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. – 83 с.

14. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.

15. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» підготовки фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 104 с.

16. Парфентьева І.О. Основи та фундаменти : навчальний посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія / І.О. Парфентьева, О.В. Верешко, Д.А. Гусачук. – Луцьк : ЛНТУ, 2017. – 296с.

17. Угненко Є.Б. Основи організації будівництва та будівельного виробництва : конспект лекцій / Є.Б. Угненко, О.М. Тимченко, Н.В. Белікова . – Харків : УкрДУЗТ, 2019. – Ч. 1. – 81 с.

18. Основні вимоги до будівель та споруд. Захист від шуму : ДБН В.1.2-10-2008. – [Введені в дію з 2008-10-01]. – К. : Держбуд України, 2008. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

19. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016. – [Введені в дію з 2017-01-01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

20. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва: конспект лекцій для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / О. В. Якименко, Н. Г. Морковська, А. О. Жигло. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 215 с.

21. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) : ДБН А.2.2-1:2021. – [Введені у дію з 2022-09-01]. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 26 с.

22. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. – [Введені в дію з 2012-04-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 112 с. – (Державні будівельні норми України).

23. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1-7:2016. – [Чинний з 2017-01-06]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).

24. Emelyanov, S., Nemchinov, Y., Kolchunov, V., & Yakovenko, I. (2016). Details of large-panel buildings seismic analysis. *Enfoque UTE*, 7(2), pp. 120 – 134. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n2.100>

25. Yakovenko I.A. Influence of reinforcement parameters on the width of crack opening in reinforced concrete structures / I.A. Yakovenko, Ye.A. Dmytrenko // *Achievements of Ukraine and EU countries in technological*

innovations and invention : collective monograph. – Riga: Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2022. – P. 510–536. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-18>

26. Бакулін Є.А. Деформації як індикатори небезпек та ризику руйнування експлуатованих будівель /Є.А. Бакулін // Будівництво України. – 2013. – №5. – С. 2– 5.

27. Дмитренко Є.А. Врахування сумісної роботи дисків покриттів зі збірного залізобетону у складі пролітних згинальних металевих конструкцій / Є.А. Дмитренко, М.А. Андрієвська, І.А. Яковенко // Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини. – 2024. – Вип. № 28. – С. 128–139. <https://doi.org/10.31650/2707-3068-2024-28-128-139>