

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

(ім'я та прізвище дипломника)

Бакалавр групи _____

(домашня адреса)

ДОПУСКАЮ ДО ЗАХИСТУ

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

М.О. Валоной
20____.____.____

(тема бакалаврської роботи)

Розрахунково-пояснювальна записка до бакалаврської роботи

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище дипломника)

Керівник

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

КОНСУЛЬТАНТИ:

- з техніко-економічного
порівняння варіантів –

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

- з архітектурно-будівельного
розділу –

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

- з розрахунково-конструктивного
розділу –

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

- з технології будівництва –

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

- з організації будівництва –

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

- з охорони праці та безпеки
життєдіяльності –

(підпис, дата)

(ім'я та прізвище)

Роботу закінчено _____ 20__ р.

2026 рік

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____ Валоной М.О. _____

“ _____ ” _____ 20 _____ р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Слюсаря Даниїла Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування будівництва трьохпролітної будівлі заготівельного цеху

затверджена наказом по інституту від «14» квітня 2026 р. № 196с

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) «15» червня 2026 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Район будівництва – м. Кривий Ріг. Призначення – виготовлення сталевих поковок методом гарячого штампування. Будівля 1-поверхова, прямокутної форми у плані, розмірами в осях 48 х 66,5 м; розташована в м. Кривий Ріг, трипролітна, опалювальна зі змішаним освітленням. Ширина першого прольоту: 18м, інших – 24м. Конструктивна схема будівлі – рамний каркас. Колони залізобетонні прямокутного перерізу. Фундаменти – монолітні, стаканного типу, що влаштовуються під колони. Зовнішні стіни будівлі – збірні залізобетонні панелі, що навішуються на колони каркасу. Внутрішні стіни – цегляні, товщиною 250мм. Покрівля м'яка рулонна: з трьох шарів руберойду та із захисним шаром гравію. Підлога – цементно-бетонна у промисловому блоці, лінолеум та керамічна плитка - у побутовому.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Порівняння варіантів покриття (решітчаста балка з ребристими плитами та двотаврова балка з плитами типу «2Т») за економічною ефективністю. Архітектурно-будівельна частина: опис об'ємно-планувального та конструктивного рішення, опис генплану, теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій. Розрахунково-конструктивна частина: розрахунок та конструювання плити та ригеля залізобетонного перекриття. Основи та фундаменти – прийняти умовно, виконати аналіз та підбір. Технологічна та організаційна частина: розробка технологічної карти

на монтаж перекриття, ригелів (конструкцій каркасу); розробка будівельного генерального плану, розробка календарного плану виробництва робіт. Охорона праці.

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

6 Дата видачі завдання
20.05.2026 р.

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

Завдання прийняв (ла) до виконання _____ Д.Р. Слюсар
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз завдання, збір даних	20.05 – 21.05.26	
2	Архітектурно-будівельна частина	22.05 – 25.05.26	
3	Розрахунково-конструктивна частина	25.05 – 28.05.26	
4	Організаційно-технологічна частина	28.05 – 31.05.26	
5	Техніко-економічний розділ	01.06 – 03.06.26	
6	Охорона праці	03.06 – 04.06.26	
7	Висновки	04.06 -05.06.26	
8	Оформлення роботи	05.06 -07.06.26	
9	Проходження перевірки, отримання рецензії, відгуку, підготовка до захисту	05.06 -15.06.26	

Студент-дипломник _____
(підпис)

Керівник проекту _____
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ БУДІВЛІ _____

2 АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ _____

2.1 Вихідні дані для проектування _____

2.2 Опис технологічного процесу _____

2.3 Опис генерального плану _____

2.4 Об'ємно-планувальне рішення _____

2.5 Конструктивне рішення будівлі та її елементів _____

2.6 Теплотехнічний розрахунок стінової огорожі _____

2.7 Теплотехнічний розрахунок покриття _____

3 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ _____

3.1 Конструктивна схема каркасу _____

3.2 Розрахунок попередньо напруженої плити покриття типу «2Т» 3х12м _____

3.2.1 Дані для проектування _____

3.2.2 Розрахунок площі плити _____

3.2.3 Розрахунковий проліт, навантаження і зусилля в повздовжніх ребрах _____

3.2.4 Попередній розрахунок міцності нормальних перерізів _____

3.2.5 Геометричні характеристики поперечного перерізу плити _____

3.2.6 Визначення попереднього напруження арматури і його втрат _____

3.2.7 Розрахунок міцності похилих перерізів повздовжніх ребер _____

3.2.8 Розрахунок міцності похилих перерізів за згинальним моментом _____

3.3 Розрахунок і конструювання двотаврової балки покриття _____

3.3.1 Розрахункові дані _____

3.3.2 Попереднє призначення розмірів перерізу балки _____

3.3.3 Визначення навантажень і зусиль _____

3.3.4 Попередній розрахунок перерізу арматури _____

3.3.5 Визначення геометричних характеристик зведеного перерізу _____

3.3.6 Визначення втрат попереднього напруження _____

3.3.7 Розрахунок міцності балки по нормальному перерізу _____

3.3.8 Розрахунок міцності перерізів, похилих до повздовжньої вісі по поперечній силі _____

3.3.9 Розрахунок за граничним станом другої групи _____

3.3.10 Розрахунок за короткочасним розкриттям тріщин _____

3.3.11 Розрахунок за виникненням похилих тріщин _____

3.3.12 Розрахунок по розкриттю тріщин _____

3.3.13 Розрахунок за тривалим розкриттям похилих тріщин _____

3.3.14 Визначення прогину балки _____

4 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА _____

4.1 Технологічна карта на монтаж конструкцій каркасу будівлі _____

4.1.1 Область використання _____

4.1.2 Вибір типів кранів та їх прив'язка до об'єкту _____

4.1.3 Вибір монтажного оснащення _____

4.1.4 Техніко-економічні показники монтажних робіт _____

4.1.5 Вибір транспортних засобів _____

4.1.6 Технологія та організація виконання робіт _____

4.1.7 Якість монтажних робіт _____

4.1.8 Охорона праці при монтажі конструкцій _____

4.2 Проектування календарного графіку _____

4.3 Будівельний генеральний план _____

4.3.1 Основні принципи проектування _____

4.3.2 Розрахунок та проектування тимчасових інвентарних будівель _____

4.3.3 Розміщення тимчасових будівель та споруд _____

4.3.4 Розрахунок складських приміщень _____

4.3.5 Розрахунок потреби будівництва у воді _____

4.3.6 Освітлення будівельного майданчика _____

4.3.7 Забезпечення будівництва електроенергією _____

5 ОХОРОНА ПРАЦІ _____

5.1 Загальні відомості _____

5.2 Заходи безпеки при земляних роботах _____

5.3 Заходи безпеки при бетонних роботах _____

5.4 Заходи безпеки при монтажних роботах _____

5.5 Заходи безпеки при кам'яних роботах _____

5.6 Заходи безпеки при електрозварювальних роботах _____

5.7 Заходи безпеки при оздоблювальних роботах _____

5.8 Заходи безпеки при покрівельних роботах _____

5.9 Розрахункова частина _____

5.9.1 Розрахунок траверси для монтажу плит покриття _____

ВИСНОВКИ _____

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ _____

ДОДАТКИ _____

Додаток А. Алгоритм розрахунку варіантного проектування _____

Додаток Б. Картка-визначник будгенплану _____

Додаток В. Обсяги робіт _____

Склад графічної частини:

Аркуш 1: Генплан, фасади К-А, 1-13, А-К, 13-1

Аркуш 2: План на відм. 0,000, розріз 1-1, вузли

Аркуш 3: Плани покрівлі, покриття, розрізи 2-2, А-А, вузол 4

Аркуш 4: Балка Б1

Аркуш 5: Будгенплан

Аркуш 6: Технологічна карта на монтаж елементів покриття

Аркуш 7: Календарний графік, графік руху робітників, ТЕП

ВСТУП

Даний дипломний проєкт присвячений розробці будівельного проєкту одноповерхової трипролітної будівлі заготівельного цеху в м. Кривий Ріг. Споруда прямокутної форми в плані з розмірами в осях $48 \times 66,5$ м і висотою 10,5 м поєднує в собі промисловий блок та побутовий комплекс для персоналу. Конструктивну основу будівлі становить рамний каркас із залізобетонними колонами прямокутного перерізу. Організація покриття передбачає комбіноване рішення: для першого прольоту (шириною 18 м) застосовано залізобетонні балки та плити, а для інших прольотів (шириною 24 м) — просторову структуру з перехрещених металевих ферм, прогонів із гнутого швелера та профнастилу.

У ході проєктування проведено порівняльний аналіз двох варіантів влаштування каркасу першого прольоту. За критеріями техніко-економічної ефективності замість ґратчастих балок з ребристими плитами було обрано варіант зі збірними залізобетонними двотавровими балками завдовжки 18 м та плитами покриття 3×12 м типу «2Т». Це рішення дозволило досягти економічного ефекту в розмірі 51,807 тис. грн за період експлуатації.

Згідно з розробленим календарним планом, термін виконання будівельно-монтажних робіт складає 124 дні із залученням пікової кількості робітників до 50 осіб. Весь графічний матеріал виконано за допомогою програмного комплексу AutoCAD 2022.

Структурно проєкт складається з розрахунково-пояснювальної записки (вступ, 5 розділів, список джерел) та 7 аркушів графічної частини.

Впровадження прогресивних конструкцій забезпечило загальний економічний ефект у розмірі 51,807 тис. грн.

Організаційними рішеннями визначено тривалість будівництва тривалістю 124 дні за максимальної кількості працівників 50 осіб.

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ БУДІВЛІ

						КНУ.БР.192.26.196с.34.АР		
Зм.	Арк..	№ документа	Підпис	Дата				
Керівник	Паливода				Техніко-економічне обґрунтування ефективності конструктивного рішення будівлі	Літера	Аркуш	Аркушів
Консультант	Паливода							
Дипломник	Слюсар					БІ-22-1		
Зав. каф.	Валовой М.							
Н. контроль	Паливода							

При визначенні оптимальних конструктивних рішень необхідно забезпечити їх порівнянність за призначенням, а також враховувати весь комплекс спряжених з даною конструкцією елементів, розрахованих на однакові вітрові, снігові та сейсмічні навантаження та зміни експлуатаційних якостей будівель і споруд.

Порівнюємо два варіанти конструкцій перекриття в прольоті 1-4:

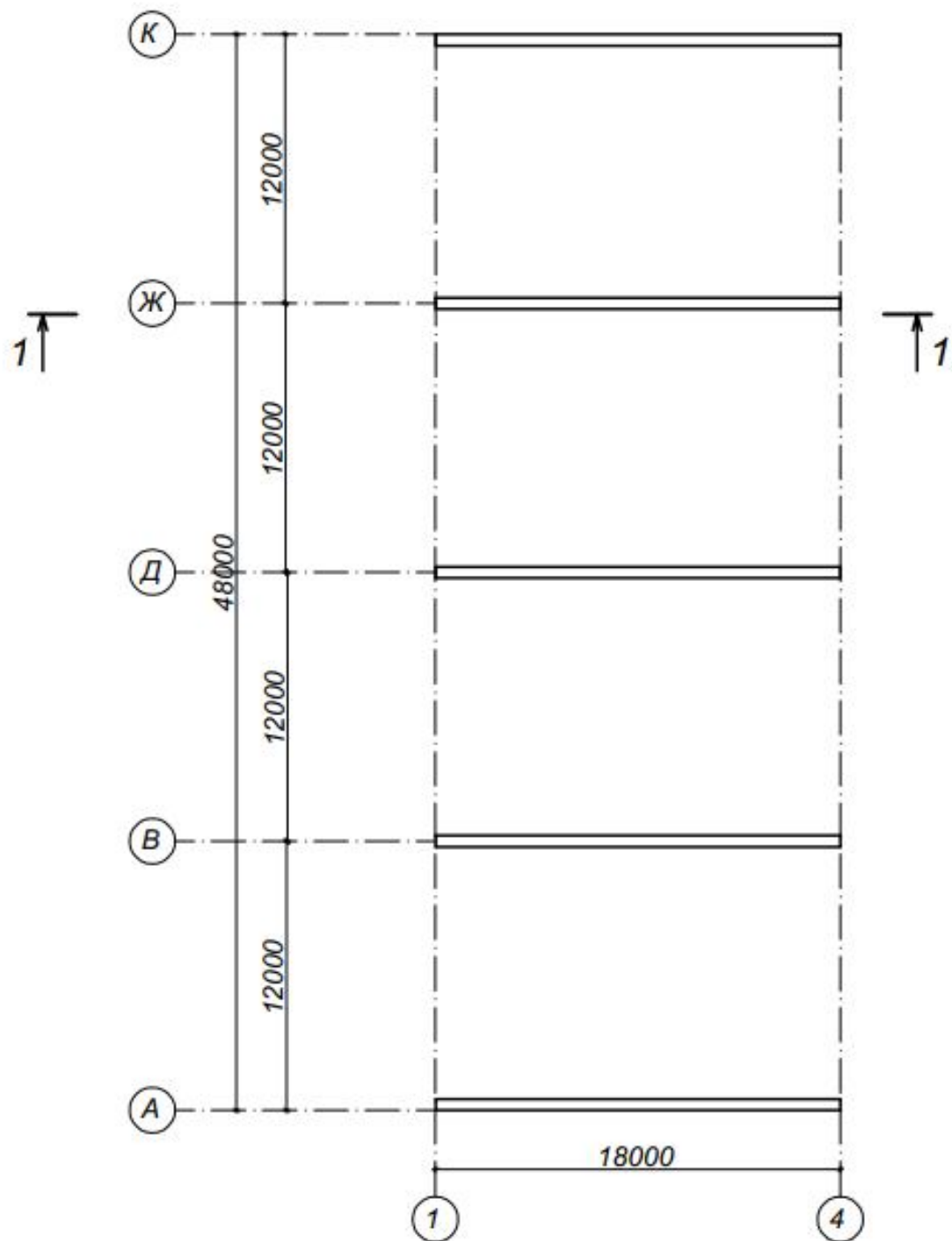
I варіант – з/б решітчасті балки та ребристі плити;

II варіант – з/б балки двотаврового перерізу та плити типу «2Т».

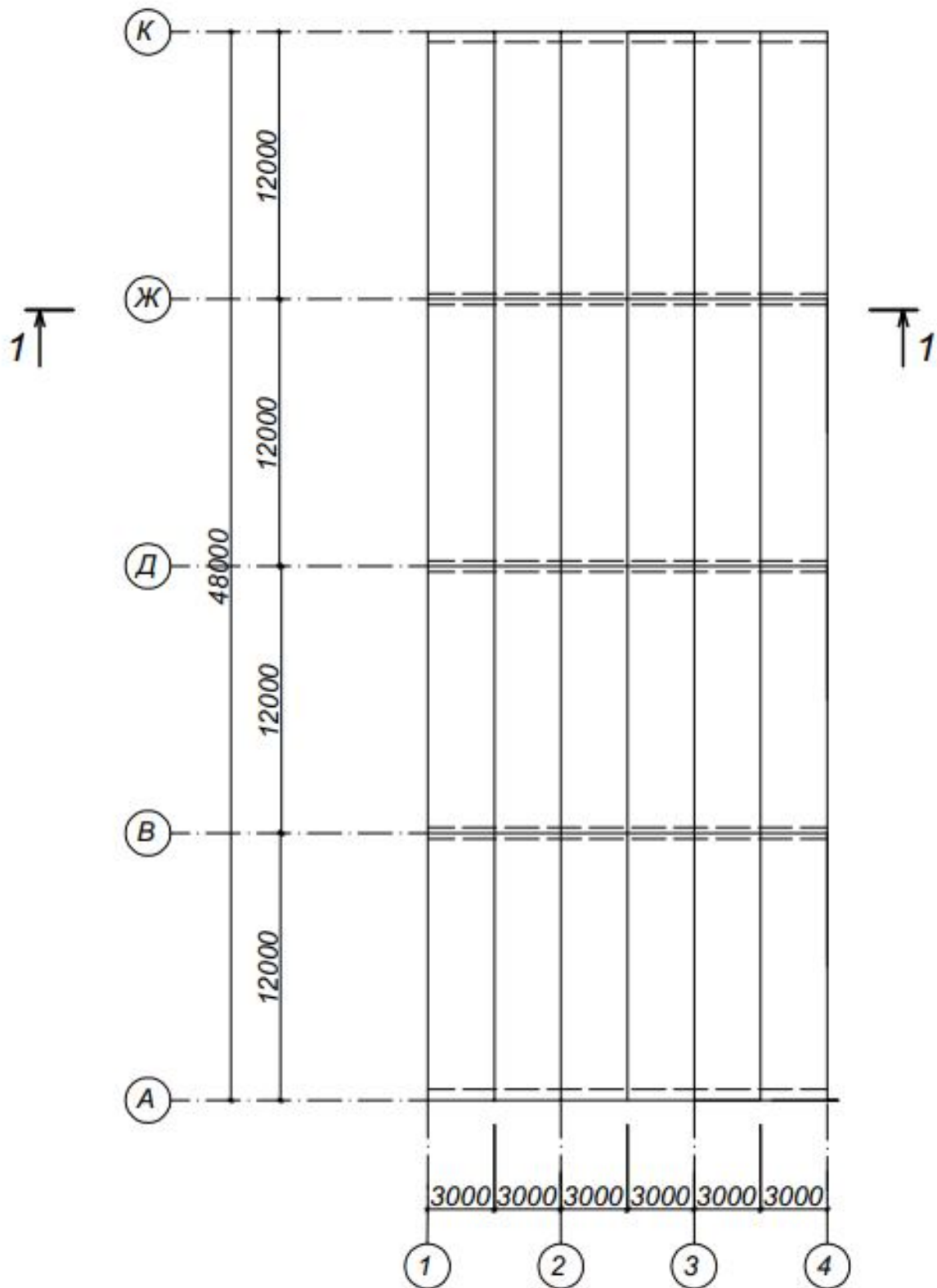
Відомість обсягів робіт та витрат основних матеріалів за варіантами

Номер варіанту	Конструктивний елемент, або вид роботи	Обсяг робіт		Витрати основних матеріалів					
		Один. виміру	Кількість	бетону, м ³		сталі, кг		інших	
				на один.	всього	на один.	всього	на один.	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	Решітчаста з/б балка, довжиною 18м	шт	5	3,78	18,9	757,7	3788,5		
	Збірні з/б ребристі плити 3х12м	шт	24	2,72	65,28	186,2	4468,8		
II	З/б балка двотаврового перерізу, довжиною 18м	шт	5	3,48	17,4	706,4	3532,0		
	З/б плита типу «2Т» 3х12м	шт	24	2,49	59,76	192,5	4620,0		

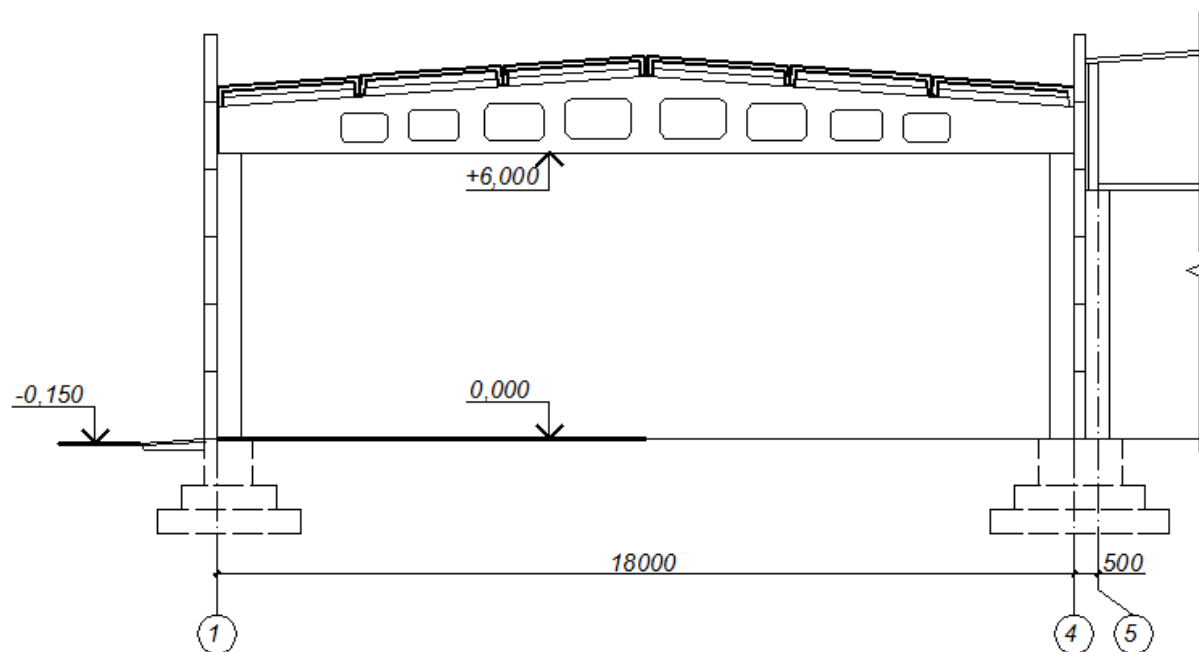
План розташування балок
в/о 1-4



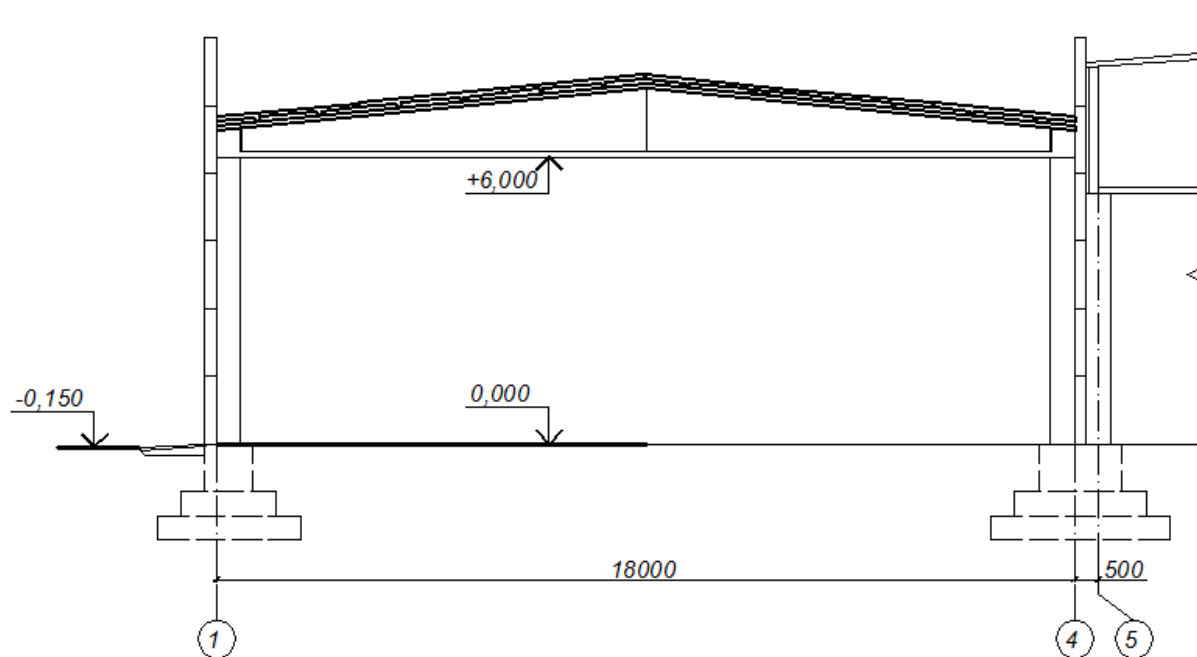
План розташування плит
в/о 1-4



*Розріз 1-1
(перший варіант)*



*Розріз 1-1
(другий варіант)*



**Відомість обсягів робіт та витрат
основних матеріалів за варіантами**

Номер вар-ту	Конструктивний елемент	Обсяг робіт		Витрати основних матеріалів					
		Одиниці виміру	Кількість	бетону, м³		сталі, кг		інших	
				на один.	всього	на один.	всього	на один.	всього
1	Решітчаста з/б балка	шт.	5	3,78	18,9	757,7	3788,5		
	Ребриста з/б плита	шт.	24	2,72	65,28	186,2	4468,8		
2	З/б двотаєрова балка	шт.	5	3,48	17,4	706,4	3532,0		
	З/б плита типу "2Т"	шт.	24	2,49	59,76	192,5	4620,0		

Техніко-економічні показники по варіантах

№ п/п	Назва показника	Одиниці виміру	I варіант	II варіант
1	Витрати осн. матеріалів:			
	бетон	м³	84,18	77,16
	сталь	т	8,26	8,15
2	Заг. кошт. трудомістк.	тис. люд-год	0,506	0,429
3	Собівартість БМР	тис. грн	152,634	128,717
4	КВ на осн. та обор. засоби	тис. грн	47,348	40,047
5	Приведені витрати	тис. грн	33,242	28,036
6	Економічний ефект	тис. грн	-	51,807

2 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

						КНУ.БР.192.26.196с.34.АР		
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Архітектурно-будівельний розділ			
Керівник	Паливода							Літера
Консультант	Паливода							Аркуш
Дипломник	Слюсар							Аркушів
Зав. каф.	Валовой М.							
Н. контроль	Паливода							БІ-22-1

2.1 Вихідні дані для проектування

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

Будівля 1-поверхова, прямокутної форми у плані, розмірами в осях 48х66,5м; розташована в м. Кривий Ріг.

Основний вхід в будівлю передбачений в центрі головного фасаду. Окрім цього, передбачено ще службові входи з боку дворового фасаду.

Рельєф майданчика спокійний. Снігове нормативне навантаження – 1,2 кПа. Глибина промерзання ґрунтів – 0,9 м. Середньорічна швидкість вітру в районі м. Кривий Ріг складає 5,0 м/с. Найбільше значення швидкості вітру спостерігається в зимові і весняні місяці (до 5,6- 5,8 м/с), найменші – в літні і початок осені (4,1- 4,4 м/с). Протягом року в середньому в місті випадає біля 406 мм опадів. Максимальна середня температура повітря в теплий період складає +40°С, а мінімальна середня температура -23°С. Вологий режим всередині приміщення нормальний. Зона вологості району будівництва – суха. Ґрунтові води знаходяться на глибині 6,0м.

2.2 Опис технологічного процесу

Підприємство має можливість виготовляти сталеві поковки методом гарячого штампування вагою від 0,2 кг до 70 кг із заготовок діаметром від 30мм до 160мм, які є напівфабрикатом для виготовлення деталей різної конфігурації, що застосовуються в різних галузях промисловості.

Штампування поковок проводиться на технологічних потокових лініях: нагрівання заготовок в індукційних нагрівачах, штампування, обрізання облої.

Застосування індукційного нагрівання є незаперечним перевагою порівняно з газовим нагріванням.

Штампувальне виробництво оснащене технологічним обладнанням КДШП (кривошипні гарячештампувальні преси) зусиллям 1600, 2500,4000, 6300тс та ГКМ (горизонтально-кувальні машини) зусиллям 800 т.

Після штампування проводиться термообробка поковок – нормалізація в автоматизованих газових печах з подальшим очищенням від окалини. При необхідності проводиться завершальна операція - карбування, правка, та, в обов'язковому порядку, контроль за дотриманням розмірів та якості.

Підприємство забезпечує поковку з мінімальними припусками на механічну обробку. Технологія виготовлення поковок гарантує точність дотримання заданих розмірів та технічних вимог до поковки.

Маркування виконується відповідно до норм та стандартів на вимогу замовника.

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

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

На ділянці з ремонту двигунів передбачено мостовий кран, вантажопідйомністю 5т.

У приміщеннях цеху передбачено використання природного і загального штучного освітлення.

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

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

2.3 Опис генерального плану

Існуючий рельєф майданчика характеризується незначним схилом у північно-східному напрямку.

Генеральний план розроблено з урахуванням діючих будівельних норм та правил ДБН 360-92* "Містобудування і забудова міських та сільських поселень", а також з урахуванням вільних місць на майданчику.

Майданчик, що відведений для будівництва, розташований біля дороги і тим самим забезпечує транспортний зв'язок об'єкта будівництва з інфраструктурою міста.

Рух транспорту здійснюється по запроектованих асфальтованих проїздах шириною 3,5 і 4,0 м, радіус закруглення яких складає 6 м. Вертикальне планування майданчика виконано згідно з умовами ДСТУ БА.2.4-6-95 «Правила виконання робочої документації, генеральних планів підприємств, споруд та житлових об'єктів».

Рельєф ділянки спокійний. Територія відноситься до III В кліматичного району.

Техніко-економічні показники генплану:

Площа території – 0,88 га.

Площа забудови – 5040 кв.м.

Площа озеленення – 1040 кв. м.

Відсоток забудови – 57,4%.

2.4 Об'ємно-планувальне рішення

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

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

Будівля має у плані прямокутну форму розмірами 48х66,5м. Ширина першого прольоту 18м, інших – 24м.

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

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

2.5 Конструктивне рішення будівлі та її елементів

Конструктивна схема будівлі – рамний каркас. Колони залізобетонні прямокутного перерізу 400х400мм.

Конструкції покриття у першому прольоті представлені двоскатними залізобетонними балками суцільного двотаврового перерізу та залізобетонними плитами типу «2Т» розмірами 3х12м, укладеними по балках.

Конструкції покриття в інших прольотах – це просторове структурне покриття цеху (розбите на чотири однакові блоки розміром 24х24м). Перекриття запроектоване як просторова конструкція з перехрещених між собою металевих ферм. Крок між фермами в обох напрямках дорівнює 6 м. Зверху по фермам з кроком 3 м укладаються прогони з гнутого швелера, по якому настеляється металевий профільований настил.

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

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

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

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

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

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

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

2.6 Теплотехнічний розрахунок стінової огорожі

Вихідні дані готувались на основі завдання на проектування огорожуючої конструкції

п/п	Найменування	Символ	Значення	Джерело пошуку даних
-----	--------------	--------	----------	----------------------

	Район будівництва	<i>м. Кривий Ріг</i>		по завданню
	Кліматичний район	<i>III</i>		дод. 2
	Температура внутрішнього повітря	$t_{\text{в}}$	$+ 18^{\circ}\text{C}$	[3]
	Розрахункова температура зовнішнього	$t_{\text{н}}$	-23°C	[2]
	Відносна вологість внутрішнього повітря	$\phi_{\text{в}}$	55%	[3]
	Вологісний режим в середині приміщень	<i>нормальний</i>		[1]
	Зона вологості району будівництва	<i>суха</i>		[1]
	Умови експлуатації стінового огороження	<i>A</i>		[1]
	Коефіцієнт теплосприйняття	$\alpha_{\text{в}}$ $\text{Вт}/\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$8,7$	[1]
	Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни	$\alpha_{\text{з}}$ $\text{Вт}/\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$	23	[1]
	Матеріал, товщина шару, щільність і коефіцієнт			
	- 1 шар – пінобетонні блоки ($\delta=400\text{мм}$)	γ_1 λ_1	$600\text{кг}/\text{м}^3$ $0,14 \text{ Вт}/(\text{м } ^{\circ}\text{C})$	[1]
	-2 шар – утеплювач Fasrock ($\delta=100\text{мм}$)	γ_2 λ_2	$30 \text{ кг}/\text{м}^3$ $0,039 \text{ Вт}/(\text{м } ^{\circ}\text{C})$	[1]
	Нормативне значення термічного опору зовнішніх	$R_{\text{он}}$	$2,2 (\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$	Табл. №3 [1]

РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Визначаємо термічний опір R_{κ} ($\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$ з послідовно розташованими однорідними шарами (2 шари), як суму термічних опорів окремих шарів:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_i$$

де $R_1, R_2, \dots, R_i$ — термічні опори окремих шарів.

Визначаємо термічні опори окремих шарів:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,4 / 0,14 = 2,85 (\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,1 / 0,039 = 2,56 (\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$$

Визначаємо R_{κ} :

$$R_{\kappa} = 2,85 + 2,56 = 5,41 (\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

Визначаємо R_o за формулою:

$$R_o = 1/\alpha_{\text{в}} + R_{\kappa} + 1/\alpha_{\text{з}}$$

$$R_o = 1/8,7 + 5,41 + 1/23 = 7,32 (\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт})$$

Порівнюємо значення нормативного опору $R_{\text{он}}$ з розрахунковим - R_o :

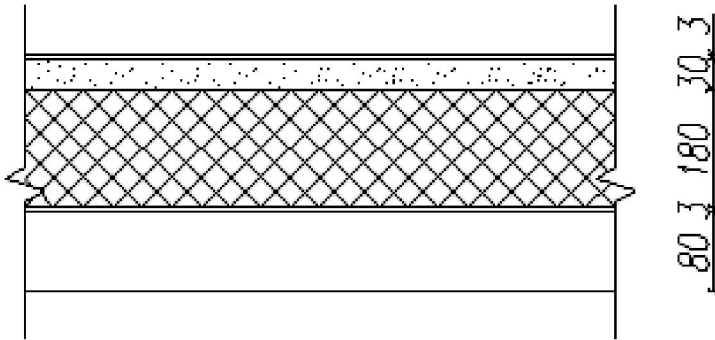
$$R_{\text{он}} < R_o = 2,2 (\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}) < 7,32 (\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт})$$

Умова виконується.

2.7 Теплотехнічний розрахунок покриття

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

Покриття складається з наступних шарів:



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

Визначаємо термічний опір R_k (м·°C /Вт):

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

Опір теплопередачі огорожуючої конструкції:

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

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

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

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

Порівнюємо значення нормативного опору з розрахунковим:

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

3 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

					КНУ.БР.192.26.196с.34.КЗ			
Зм.	Арк..	№ документа	Підпис	Дата				
Керівник		Паливода			Розрахунково- конструктивний розділ	Літера	Аркуш	Аркушів
Консультант		Паливода						
Дипломник		Слюсар				БІ-22-1		
Зав. каф.		Валовой М.						
Н. контроль		Паливода						

3.1 Конструктивна схема каркасу

Відповідно до завдання на проектування в розділі зроблені розрахунки слідуючих конструкцій:

- залізобетонної плити перекриття типу «2Т» розміром в плані 3х12м,
- залізобетонної двосхилої балки перекриття прольотом 18 м.

Залізобетонні конструкції розраховувались по двом граничним станам. До розрахунку визначались постійні та тимчасові навантаження на конструкції.

Просторове структурне перекриття цеху розбито на чотири однакові блоки розміром 24х24м. Це перекриття запроектоване металеве, як просторова конструкція з перехрещеним між собою ферм. Шаг між фермами в обох напрямках дорівнює 6 м. Зверху по фермам з шагом 3 м кріпляться прогони з гнutoго швелера, по якому настелений металевий профільований настил.

3.2 Розрахунок попередньо напруженої плити покриття типу «2Т» 3х12м

3.2.1 Дані для проектування

Бетон класу В35, підданий тепловій обробці при атмосферному тиску,
 $\gamma_{e2} = 0,9 / R_u = 0,9 \times 19,5 = 17,55 \text{ МПа}$, $R_{e, \text{зег}} = 25,5 \text{ МПа}$, $R_{et} = 0,9 \cdot 1,3 = 1,17 \text{ МПа}$,
 $R_{et, su} = 1,95 \text{ МПа}$ $E_e = 3,1 \cdot 10^4 \text{ МПа}$.

Напружена арматура канати Ø9 к-7
($R_s = 1145 \text{ МПа}$, $R_{s1} = 1370 \text{ МПа}$; $E_s = 1,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$).

Робоча поздовжня арматура каркасів Ø 15 Вр-I
($R_s = 360 \text{ МПа}$; $R_{sw} = 260 \text{ МПа}$; $E_s = 1,7 \cdot 10^8 \text{ МПа}$).

Напруження арматури механічним способом на опори .Обтискання бетону міцності $R_e = 0,8B = 28 \text{ МПа}$.

Таблиця 3.1. – Навантаження.

Вид навантаження	Навантаження $\gamma_j = 1, \text{ кН/м}^2$	Коефіцієнт надійності по навантаженню γ_f	Навантаження $\gamma_f > 1, \text{ кН/м}^2$
<u>Постійні:</u>			
1. Шар гравію, утоплений у бітумну мастику, 0,16*9,81*0,95;	0,141	1,3	0,194
2. 4 шари рубероїдного ковпа на мастиці 4*0,0035*9,81*0,95;	0,13	1,3	0,169
3. Цем-піщ. стяжка 20 мм	0,336	1,3	0,436

$\rho = 1,82 / \text{м}^2$, $1,8 \cdot 0,02 \cdot 9,81 \cdot 0,95$.	0,559	1,3	0,717
4. Утеплювач-пінобетон 100 мм ($\rho = 600 \text{кг/м}^2$) $0,6 \cdot 0,1 \cdot 9,81 \cdot 0,95$	1,174	1,1	1,526 1,775
Усього:	1,614		
Вага 1 м ² плити покриття Усього:	$g_n^2 = 2,788$		$g = 3,301$
<u>Тимчасові</u> Пилова (довготривала)	$t_n = 0,15$	1,3	$t = 0,195$
Снігова (короткочасна)	$s_n = 0,5$	1,4	$s = 0,7$
Зусередження (від всього людини 0,95)	$F_n = 0,95$	1,2	$F = 1,914$

Площа поперечного перерізу плити:

$$A_g = 2,98 \cdot 0,03(0,4 - 0,03) \frac{0,16 + 0,08}{2} \cdot 2 + 0,04 \cdot 0,37 \cdot 0,5 \cdot 4 = 0,2078 \text{ м}^2$$

Вага плити при щільності бетону $\rho = 2,5 \text{ т} / \text{м}^3$

$$G = 0,2078 \cdot 12 \cdot 2,5 = 6,234 \text{ т}$$

Навантаження від ваги плити при $\gamma^f = 1$ і $\gamma^m = 0,05$ на 1 м² покриття:

$$0,05 \cdot \frac{0,234 \cdot 9,81}{3,12} = 1,614 \text{ кН} / \text{м}^2$$

на 1 м плити $1,614 \cdot 3 = 4,842 \text{ кН} / \text{м}$.

3.2.2 Розрахунок площі плити

Площа полиці плити:

$$A_f' = A_1 - A_2 = 0,078 - 0,1016 = 0,1062 \text{ м}^2$$

Еквівалентна товща полиці:

$$\eta_f = \frac{A_f'}{e_1' - 2e} = \frac{0,1062}{2,98 - 2 \cdot 0,16} = 0,04 \text{ м}.$$

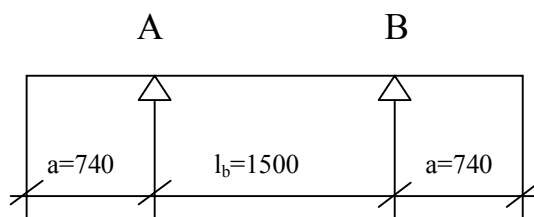


Рис. 1.3 – Розрахункова схема полиці плити

Постійне навантаження від ваги 1 м² полиці плити при $\gamma^f = 1,1$ і $\gamma_n = 0,95$

$$g_f = 1,1 \cdot 0,04 \cdot 2,5 \cdot 9,81 \cdot 0,95 = 1,025 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

Повне довготривале навантаження на полицю:

$$g = 1,526 + 1,025 + 1,195 = 2,746 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

Розрахункові зусилля визначаємо від 3^х комбінацій навантаження:

1. При дії довготривалого і короткочасного навантаження:

$$M_A = M_B = -(g + S)a^2 / 2 = -(2,746 + 0,70) \cdot 0,74^2 / 2 = -940 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M_1 = (g + S)e_0^2 / 8 - M_A = (2,746 + 0,7) \cdot 1,5^2 / 8 - 0,94 = 0,0256 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q_{A1} = -(g + S)a = -(2,746 + 0,7) \cdot 0,74 = -2,55 \text{ кН},$$

$$Q_{A2} = -(g + S) \cdot (0,5e_0 + a) - Q_{A1} = (2,746 + 0,7)(0,5 \cdot 1,5 + 0,74) - 2,55 = 2,58 \text{ кН}.$$

Найбільший згинальний момент по грані опору при $v=160\text{мм}$.

$$M = M_A + Q_{A1} \cdot v / 2 = -0,94 + 2,55 \cdot 0,16 / 2 = -0,775 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

2. При дії довгочасного і короткочасного навантаження на консолі:

$$M_A = \left(\frac{8a^2}{2} + F_a \right) = - \left(2,746 \cdot \frac{0,74^2}{2} + 1,14 \cdot 0,74 \right) = -1,59 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M_B = - \left(\frac{9a^2}{2} \right) = -(2,746 \cdot 0,74^2 / 2) = -0,75 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M_1 = ge_0^2 / 8 - (M_A + M_B) / 2 = \frac{2,746 \cdot 1,5^2}{8} - (1,59 + 0,75) = -0,397 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q_{A1} = -(ga + F) = -(2,746 \cdot 0,74 + 1,14) = -3,17 \text{ кН},$$

$$R_A = g(l_0 + 2a) / 2 + F(a + e_0) / l_0 = 2,746(1,5 + 2 \cdot 0,74) / 2 + 1,14(0,74 + 1,5) / 1,5 = 5,79 \text{ кН},$$

$$Q_{A2} = R_A + Q_{A1} = 5,79 - 3,17 = 2,62 \text{ кН}.$$

Найбільший згинальний момент при грані А $M = -1,382 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

3. При дії навантажень довгочасного і короткочасна у середньому прольоті:

$$M_A = M_B = -ga^2 / 2 = -2,746 \cdot 0,74^2 / 2 = -0,75 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M_1 = ge_0^2 / 8 + Fl_0 / 4 - M_A = 2,746 \cdot 1,5^2 / 8 - 1,14 \cdot 1,5 / 4 \cdot 0,75 = 0,449 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q_{A1} = -ga = -2,746 \cdot 0,74 = -2,03 \text{ кН},$$

$$R_A = g(l_0 + 2a) / 2 + 0,5F = 2,746(1,5 + 2 \cdot 0,74) / 2 + 0,5 \cdot 1,14 = 4,66 \text{ кН},$$

$$Q_{A2} = R_A + Q_{A1} = 4,601 + (-2,03) = 2,63 \text{ кН}.$$

Найбільший згинальний момент на грані опори:

$$M = M_A + Q_{A1} \cdot v / 2 = -0,75 + 2,03 \cdot 0,16 / 2 = -0,58 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Розрахункові значення моментів у перерізах площі: по грані опори при 2-й схемі завантаження $M = -1,382 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

у середині прольоту полиці плити додатній при 3-й схемі

$$M_1 = -$$

$0,397 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

Від'ємний момент у перерізі полиці на відстані 300 мм від осі плити:

$$M_2 = - \left(0,397 + \frac{1,382 - 0,397}{0,75 - 0,08} \cdot 0,3 \right) = -0,837 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Армування полиці приймаємо зварною стійкою із дроту періодичного профілю Вр-1 Ø5 мм. Визначаємо площу перерізу робочої арматури. В перерізі по грані опори при $M_A = -1,382 \text{ кН} \cdot \text{м}$.
робоча висота перерізу:

$$h_0 = 70 - 10 - 5 / 2 = 57,5 \text{ мм.}$$

$$\alpha m = 0,0237, \quad \varepsilon = 0,237,$$

$$A_s = \frac{0,0237 \cdot 17,55 \cdot 1000 \cdot 57,5}{365} = 65,5 \text{ мм}^2.$$

У перерізі на відстані 300 мм від вісі при $M_s = -0,837 \text{ кН*м}$.

$$h_0 = 30 - 10 - 5 / 2 = 17,5 \text{ мм.}$$

$$\alpha m = \frac{0,037 \cdot 10^6}{17,55 \cdot 1000 \cdot 17,5^2} = 0,155,$$

При $\alpha m = 0,155 \quad \varepsilon = 0,17$

$$A_s = \frac{0,17 \cdot 17,55 \cdot 1000 \cdot 17,5}{365} = 143 \text{ мм}^2.$$

При найбільшій площі арматури приймаємо зварну рулонну сітку:

$$\text{C-1} \quad \frac{4B_p 1 - 300}{5B_p 1} \cdot 2960 \quad \text{ГОСТ 8478-81 з поперечною робочою арматурою } \varnothing 5 \text{ мм кроком } 100 \text{ мм} \quad A_s = 196 \text{ мм}^2 / \text{м.}$$

3.2.3 Розрахунковий проліт, навантаження і зусилля в повздовжніх ребрах

Розрахунковий проліт ребра по вісям опор:

$$P_0 = 11,96 - 2 \cdot 0,12 / 2 = 11,84 \text{ м,}$$

Навантаження на 1 м плити з номінальною шириною 3 м при $\gamma_f = 1$,
 $g_n = 2,788 \cdot 3 = 8,364 \text{ кН/м.}$

$$g_n + S_n = (2,788 + 0,5 + 0,5) \cdot 3 = 10,314 \text{ кН/м.}$$

при $\gamma_f > 1$, $g + s + t = (3,301 + 0,7 + 0,115) \cdot 3 = 12,58 \text{ кН/м.}$

Зусилля в повздовжніх ребрах:

$$M = (g + s + t) l_0^2 / 8 = 12,58 \cdot 11,84^2 / 8 = 217,16 \text{ кН*м.}$$

$$Q = (g + s + t) l_0 / 2 = 12,58 \cdot 11,81 / 2 = 73,135 \text{ кН.}$$

від довготривалого навантаження при $\gamma_f = 1$

$$M_I = g_n l_0^2 / 8 = 8,364 \cdot 11,64^2 / 8 = 146,56 \text{ кН*м.}$$

від повного навантаження при $\gamma_f = 1$

$$M = (g_n + s_n + t_n) l_0^2 / 8 = 10,314 \cdot 11,84^2 / 8 = 180,7 \text{ кН*м.}$$

3.2.4 Попередній розрахунок міцності нормальних перерізів

Поперечний переріз плити - тавровий.

Т.я. поперечні ребра у плиті відсутні а відношення $h^f / h = 4 / 40 = 0,1$, в відповідності з п. 3.16 [10] $b_f = 2 / b_r + 12 h_j$

$$b_f = 2 \cdot (16 + 12 \cdot 4) = 128 \text{ см.}$$

Робоча висота ребра при $a_3 = 50 \text{ мм}$

$$h_0 = h - a_3 = 400 - 50 = 350 \text{ мм}$$

Характеристика стискувочої зони :

$$w = \alpha - 0,008 R_b = 0,855 * 17,55 = 0,71$$

Так як армування ребер плити прийнято накатами К-7, то $\Delta G_{sp} = 0$.

Приймаємо $\gamma_{sp} G_{sp2} = 0,6 R_s$. Напруження у арматурі A_{sp} :
 $G_{sp} = R_s + 400 - 0,6 R_s = 11457400 - 0,6 * 1145 = 858 \text{ МПа}$.

При $\gamma_{b2} = 0,9 - \rho_{sl,n} = 500 \text{ МПа}$

$$\varepsilon_R = \frac{w}{1 + \frac{G_{sr}}{G_{sl,n}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)} = \frac{0,71}{1 + \frac{858}{500} \left(1 - \frac{0,71}{1,1}\right)} = 0,44$$

Положення нейтральної вісі:

$$R_b h'_s b'_s (h_0 - 0,5 / y) = 17,55 * 1280 * 40 (350 - 0,5 - 40) = 296,5$$

КОЛИ

$$396,5 \text{ кН} * \text{м} > M = 217 \text{ кН} * \text{м}$$

Тому нейтральна лінія знаходиться у полиці і розрахунок як для елемента прямокутного перерізу з $b = b'_j = 1280 \text{ мм}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b - b'_f * l_w^2} = \frac{217,16 * 10^6}{17,55 * 1280 * 350^2} = 0,079$$

при $\alpha_m = 0,079$ $\varepsilon = 0,082$

Т.я. $\varepsilon = 0,82 < \varepsilon_R = 0,441$, стиснута арматура за розрахунками не потрібна. При $x = \varepsilon / h_0 = 28,7 \text{ мм} < l_1' = 40 \text{ мм}$

$$\gamma_{sb} = \eta - (\eta - 1) \left(\frac{2\varepsilon}{\varepsilon_R} - 1 \right) = 1,15 - (1,15 - 1) \left(2 \frac{0,082}{0,914} - 1 \right) = 1,24$$

Для К-7 $\eta = 1,15$ (т. 3.13 [10]).

Т.я. $\gamma_{sb} = 1,24 > \eta = 1,15$, приймаємо $\gamma_{sb} = 1,15$ при $\alpha_m = 0,079$, $\varepsilon = 0,461$

Площа перерізу попередньо напруженої арматури:

$$A_{sp} = \frac{M}{\gamma_{sb} R_s l_1 h_0} = \frac{217,16 * 10^6}{1,15 * 1145 * 0,961 * 350} = 490,3 \text{ мм}^2$$

Приймаємо по 6 катетів Ø9 К-7 у кожному ребрі. Усього $12 \text{ Ø}9$ К-7, $A_{sp} = 50,9 * 12 = 611 \text{ мм}^2 > 490,3 \text{ мм}^2$.

Для забезпечення тріщиностійкості зони, розтягнутої від дії зусиль попереднього обтиску, призначаємо також верхню напружену арматуру у кількості $A'_{sp} = 0,15 A_{sp} = 92 \text{ мм}^2$. Приймаємо по одному накату Ø9 К-7 у кожному ребрі.

$A'_{sp} = 50,9 * 2 = 102 \text{ мм}^2 > 91 \text{ мм}^2$. Повздовжні стержнем каркасу приймаємо Ø5

Вр-I, $A_s = 39 \text{ мм}^2$ і у верхній зоні 2Ø5 Вр-I, $A'_s = 39 \text{ мм}^2$,

Процент армування ребер:

$$\mu = \frac{A_s + A_{sp}}{b h_0} = \frac{611 + 39}{160 * 350} = 0,0116$$

Т.я. $\mu = 0,0116 > \mu_{\min} = 0,005$, армування достатнє.

3.2.5 Геометричні характеристики поперечного перерізу плити

Переріз плити приводимо до еквівалентного таврового.

Площа бетонного перерізу плити:

$$A = 2080 * 40 + 160 * 360 * 360 + 2 * 80 * 36 * 0,5 = 205600 \text{ мм}^2$$

Площа перерізу цієї поздовжньої арматури:

$$\Sigma A_s = 611 + 102 + 2,39 = 790 \text{ мм}^2$$

Т.я. $0,008A = 0,008 * 205600 = 1645 \text{ мм}^2 > \Sigma A_s = 790 \text{ мм}^2$, геометричні характеристики визначаємо із врахування поздовжньої арматури:

$$A_{red} = A = 205600 \text{ мм}^2$$

$$S_{red} = 2980 * 40(900 - 40/2) + 160 * 360 * 180 + 2 * 80 * 0,5 * 360 * 2/3 * 360 =$$

$$S_{red} = 62576000 \text{ мм}^3$$

Відстань від осі, приходящий через центр ваги зведеного перерізу, до

$$y_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{675 - 76000}{705600} = 304 \text{ мм}$$

нижньої грані плити

Момент енергії:

$$I_{red} = \frac{2980 * 40^3}{12} + 2980 * 40(96 - 20)^2 + \frac{160 * 360^3}{12} * 160 * 360 * (304 - 180)^2 +$$
$$+ 2 * \frac{80 * 360^3}{360} + 2 * 80 * 360 * 0,5(304 - \frac{2}{3} * 360)^2 = 253745 * 10^4 \text{ мм}^4$$

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{253795 * 10^4}{304} = 8347000 \text{ мм}^3$$

$$W'_{red} = \frac{I_{red}}{h - y_0} = \frac{253795 * 10^4}{96} = 26432 \text{ мм}^3$$

3.2.6 Визначення попереднього напруження арматури і його втрат

$G_{sp} + p = R_{s,ser}$ і $G'_{sp} = G_{sp}$ при механічному способі на тяжіння (п. 1,23 [10])
 $p = 0,05G'_{sp}$

Тоді: $G_{sp} = R_{s,seo} / 1,05 = 1370 / 1,05 \text{ МПа}$

$$G'_{sp} = G_{sp} = 1300 \text{ МПа}$$

Перші витрати:

1. Від релаксації напружень сталі:

$$G_1 = (0,82G_{sp} / R_{s,ser} - 0,1)G_{sp} = (0,22 * 1300(1370 - 0,1) * 1300 = 141,4 \text{ МПа}$$

$$G'_1 = G_1 = 141,1 \text{ МПа}$$

2. $G_2 = 0$, т.я. нагрів арматури і форми здійснюються одночасно.

3. Від деформації анкерів при на тяжінні арматури

$$G_3 = \frac{1,25 + 0,15d}{l} E_s = \frac{1,25 + 0,15 \cdot 9}{12100} \cdot 1,8 \cdot 10^5 = 38,7 \text{ МПа}$$

$$G'_s = G_3 = 38,7 \text{ МПа}$$

$$4. \text{ При } G_4 = G'_4 = 0.$$

$$5. G_5 = 30 \text{ МПа}; G'_5 = G_5 = 30 \text{ МПа}.$$

6. Витрати від швидконатікаючої повзучості бетону:

$$G_{sp} = G_{sp} - G_1 - G_3 - G_5 = 1300 - 141,4 - 38,7 - 30 = 1089,9 \text{ МПа}$$

$$G'_{sp_1} = G_{sp_1} = 1089,9 \text{ МПа. Зусилля попереднього обтиску}$$

$$P_1 = G_{sp_1} A_{sp} + G'_{sp_1} A'_{sp} = 1089,9 \cdot 611 + 1089,9 \cdot 102 = 777,1 \text{ кН}$$

Ексцентритет прикладних зусиль P_1 :

$$l_{op_1} = \frac{A_{sp} Y_{sp} - A'_{sp} Y'_{sp}}{A_{sp} + A'_{sp}} = \frac{611 \cdot 234 - 102 \cdot 61}{611 + 102} = 192 \text{ мм}$$

Момент від ваги плити при $j_f = 0,9$

$$M = g l_0^2 / 8 = 4,36 \cdot 11,84^2 / 8 = 76,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$G'_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 \cdot b_{lop1}}{I_{red}} y_{sp} - \frac{M}{I_{red}} y_{sp} = \frac{777,1 \cdot 10^3}{205600} + \frac{777,1 \cdot 10^3 \cdot 192}{253745 \cdot 10^4} \cdot 234 -$$

$$\frac{76,4 \cdot 10^6}{253745 \cdot 10^4} \cdot 234 = 10,5 \text{ МПа}$$

$$G'_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 \cdot b_{lop1}}{I_{red}} y'_{sp} - \frac{M}{I_{red}} y'_{sp} = \frac{777,1 \cdot 10^3}{205600} + \frac{777,1 \cdot 10^3 \cdot 192}{253745 \cdot 10^4} \cdot 61 -$$

$$\frac{76,4 \cdot 10^6}{253745 \cdot 10^4} \cdot 61 = 2 \text{ МПа} > 0$$

$$\alpha = 0,85 + 0,025 R_{bp} - 0,75 + 0,075 \cdot 28 = 0,75$$

Т.е. $\alpha = 0,95 > 0,8$, приймаємо $\alpha = 0,8$

$$\text{при } G_{bp_1} / R_{bp} = 10,5 / 78 = 0,375 < \alpha = 0,8$$

$$G_b = 34 G_{bp_1} / R_{bp} = 34 \cdot 0,375 = 12,8 \text{ МПа}$$

$$\text{при } G_{bp_1} / R_{bp} = 2 / 78 = 0,071 < \alpha = 0,8$$

$$G'_b = 34 \cdot 0,71 = 2,4 \text{ МПа}$$

7. Перші витрати:

$$G_{l_1} = G_1 + G_3 + G_5 + G_6 = 141,4 + 38,7 + 30 + 12,8 = 222,9 \text{ МПа}$$

$$G'_{l_1} = G'_1 + G'_3 + G'_5 + G'_6 = 141,4 + 38,7 + 30 + 2,4 = 212,5 \text{ МПа}$$

Другі витрати:

$$G_b = G'_b = 35 \text{ МПа від усадки бетону В35}$$

Напруження в напруженій арматурі:

$$G_{sp} = G_{sp} - G_{l_1} = 1300 - 222,5 = 1077,1 \text{ МПа}$$

$$G'_{sp} = G'_{sp} - G'_{l_1} = 1300 - 212,5 = 1087,5 \text{ МПа}$$

$$G_s = G_s = 12,8 \text{ МПа}, G'_s = G'_s = 2,4 \text{ МПа}$$

Зусилля попереднього обтиску:

$$P_1 = G_{sp} A_{sp} + G'_{sp} A'_{sp} - G_s A_s - G'_s A'_s = 768,4 \text{ кН}.$$

Ексцентриситет:

$$\begin{aligned} \delta_{op_1} &= \frac{G_{sp} A_{sp} Y_{sp} + G'_s A'_s Y_{sp} + G'_s A'_s Y'_s - G'_{sp} A'_{sp} Y'_{sp} - G_s A_s Y_s}{P_1} = \\ &= \frac{1077,1 * 611 * 234 + 2,4 * 39 * 76 - 1087,5 * 102 * 61 - 12,8 * 39 * 284}{768400} = 191 \text{ мм} \end{aligned}$$

Перевірка стискаючих напружень:

Максимальне стискаюче напруження:

$$G_{bp, \max} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 l_{op}}{I_{red}} y_{sp} - \frac{H}{I_{red}} y_{sp} = 3,73 - 3,55 + 1,84 = 2,04 \text{ МПа} > 0$$

$$\text{При } G_{bp} / R_{bp} = 10,21 / 28 = 0,073 < 0,75 G'_g = 128 * 0,073 = 9,3 \text{ МПа}$$

Другі витрати:

$$G_{l_2} = G_8 + G_9 = 35 + 46,7 = 81,7 \text{ МПа}$$

$$G'_{l_2} = G'_8 + G'_9 = 35 + 9,3 = 44,3 \text{ МПа}$$

$$G_l = G_{l_1} + G_{l_2} = 222,9 + 81,7 = 304,6 \text{ МПа} > 100 \text{ МПа}$$

$$G'_l = G'_{l_1} + G'_{l_2} = 212,5 + 44,3 = 256,8 \text{ МПа} > 100 \text{ МПа}$$

Кінцевий розрахунок міцності нормальних перерізів:

$$h_0 = h - a = 400 - 70 = 330 \text{ мм}, \quad w = 0,71$$

$$\Delta G_{sp} = 0.$$

$$G_{sp} = R_s + 400 - j_{sp_2} G_{sp_2} = 1145 + 400 - 0,9 * 995,4 = 640,1 \text{ МПа}$$

$$\text{При } j_{b_2} < 1 - G_{sl,u} = 500.$$

$$G'_{sp_2} G'_{sp} - G'_l = 1300 - 756,8 = 1043,2 \text{ МПа}$$

$$G_{sl} = G_{sl,u} - j_{sp_1} G'_{sp_2} = 500 - 1,1 * 1043,2 = -647,5 \text{ МПа}$$

Граничне значення відносної висоти стиснутої зони:

$$\varepsilon_R = \frac{W}{1 + \frac{G_{sr}}{G_{se,u}} (1 - \frac{W}{1,1})} = \frac{0,71}{1 + \frac{649,1}{500} * (1 - \frac{0,71}{1,1})} = 0,486$$

Положення нейтральної вісі:

$$\begin{aligned} R_s A_{sp} + R_s A_s \Sigma R_6 b'_j h_j + R_{sc} A_s + G_{sc} A'_{sp} &= 1145 * 611 + 360 * 39 = 713640 \text{ Н} = \\ &= 713,64 \text{ кН} < 17,5 * 1280 * 40 + 360 * 39 - 647,5 * 102 = 837515 \text{ Н} = 832,5 \text{ кН} \end{aligned}$$

Нейтральна вісь проходить у полиці ($K < h'_j$)

Відносна висота сполушної зони бетону:

$$\varepsilon = \frac{R_s A_{sp} + R_s A_s - R_c A'_s - G_{sc} A'_{sp}}{R_b b_j h_c} = \frac{1145 * 611 + 300 * 39 - 360 * 39 + 647,5 * 102}{17,55 * 1280 * 330} = 0,103 > 0,$$

т.я. $\varepsilon = 0,103 < \varepsilon_R = 0,486$, стиснута арматура за розрахунками не потрібна.

Визначаємо:

$$j_{s6} = \eta - (\eta - 1)(2\varepsilon / \varepsilon_R - 1) = 1,15 - (1,15 - 1)(2 * 0,103 / 0,48 - 1) = 1,24 > \eta = 1,15, \quad \text{приймаємо}$$

$$j_{s6} = 1,15.$$

Відносна висота стиснутої зони при $j_{s6} = 1,15$

$$\varepsilon = \frac{R_{sp} A_{sp} + R_s A_s - R_{sc} A'_s - G_{sc} A'_{sp}}{R_b b_j h_0} = \frac{1,15 * 1145 * 611 + 360 * 39 * 39 + 6475 * 102}{17,55 * 1280 * 330} = 0,117$$

$$\varepsilon = 0,117 < 0,486, \text{ при } \varepsilon = 0,117, \alpha_m = 0,11$$

Несуча здатність перерізу по зникальному моменту

$$\begin{aligned} M &= \alpha_m R_b b_j h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a'_s) + G_{sc} A'_{sp} (h_0 - a_{sp}) = \\ &= 0,11 * 17,5 * 1280 * 33^2 + 360 * 39 (330 - 20) - 647,6 * 102 (390 - 35) = 253965000 \text{ Н} * \text{см} \\ &\approx 254 \text{ кН} * \text{м} > N = 217,16 \text{ кН} * \text{м}. \end{aligned}$$

Тоді міцність нормальних перерізів по зникальному перерізу забезпечена.

3.2.7 Розрахунок міцності похилих перерізів повздовжніх ребер

Поперечна сила в розрахунковому похилому перерізі

$$\begin{aligned} Q &= 73,3 \text{ кН}, \quad \varphi_{b2} = 2; \quad \varphi_{b3} = 0,6; \quad b = \frac{2b + b_a}{2} = 2 \frac{80 + 160}{2} = 240 \text{ мм} \\ \varphi_f &= \frac{0,75(b_f - b)h'_f}{bh_0} = \frac{0,75(48 - 24)^4}{24 * 33} = 0,09 < 0,5 \end{aligned}$$

$$b'_j = 2(b_1 + 3h'_f) = 2(12 + 3 * 4) = 48 \text{ см}$$

$$\begin{aligned} p_2 &= G_{sp2} A_{sp} + G'_{sp2} A'_{sp2} - G_s A_s - G'_s A'_s = 995,4 * 611 + 1043,2 * 102 - 84,5 * 39 - 46,7 * 39 = \\ &= 709089 \text{ Н} \approx 709,1 \text{ кН}, \end{aligned}$$

$$\text{де } j_{\Delta p} = 1 - 0,1 = 0,9$$

$$G_{sp2} \gamma_{sp} (G_{sp} - G_l) = 0,9(1300 - 304,6) = 995,4 \text{ МПа}$$

$$G'_{sp2} \gamma_{sp} (G'_{sp} - G'_l) = 0,9(1300 - 256,8) = 1043,2 \text{ МПа}$$

$$G_3 = G_6 + G_8 + G_9 = 12,8 + 35 + 46,5 = 94,5 \text{ МПа}$$

$$G'_3 = G'_6 + G'_8 + G'_9 = 2,4 + 35 + 9,3 = 46,7 \text{ МПа}$$

$$\text{Тоді } \varphi_a = 0,1 \frac{N}{R_b b h_0} = 0,1 \frac{709,1 * 10^3}{1,17 * 290 * 760} = 0,77 > 0,5$$

$$\text{де } N = P_2 = 709,1 \text{ кН приймаємо } \varphi_n = 0,5$$

$$\text{Робоча висота перерізу } h_0 = h_a = 400 - 20 = 380 \text{ мм}$$

Мінімальна поперечна сила:

$$Q_b = \varphi_{b3} (1 + \varphi_n) R_b + b h_0 = 0,6(1 + 0,5) - 1,17 * 240 * 380 = 96034 \text{ Н} \approx 96 \text{ кН}.$$

Т.я. $Q_b = 96 \text{ кН} > Q = 73,3 \text{ кН}$ - поперечна арматура за розрахунком не потрібна.

Поперечні стержні каркасів позначаємо конструктивно 4Ø ВР-I s=250 мм.

Перевіримо міцність бетону:

$$\varphi b_1 = 1 + \beta R b = 1 - 0,01 * 17,55 = 0,825$$

$$A_{sw} = A_{sn1} * n = 12,6 * 2 = 25,2 \text{ мм}^2 \text{ де } A_{sw} = 12,6 \text{ мм}^2 \text{ при } \alpha_w = 4 \text{ мм}$$

$$\mu_w = A_{sw} / b * s = 75,2 / 240 * 350 = 0,00042$$

$$\alpha = E_s / E_b = 1,7 * 10^5 / 3,1 * 10^4 = 5,5$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5\alpha w = 1 + 5 * 5,5 * 0,00042 = 1,012 < 1,3$$

$$Q_u = 0,3\varphi_w * \varphi_{b1} R_b * b * h_0 = 0,3 * 1,012 * 0,895 * 17,55 * 240 * 380 = 400890 \text{ Н}$$

$$Q_a = 400,1 \text{ кН} > Q_{\max} = 73,3 \text{ кН}.$$

Тому, міцність бетону стінки між похилими тріщинами достатня у всіх перерізах.

3.2.8 Розрахунок міцності похилих перерізів за згинальним моментом

Довжина проекції найбільш похиленого перерізу:

$$C = \frac{Q}{g_{sw} + g} = \frac{73,3 * 10^3}{26,7 + 12,98} = 1876 \text{ мм},$$

$$g_{sw} = R_{sw} * n A_{sw} / s = \frac{2652 * 12,6}{250} = 26,7 \text{ Н / мм}$$

$$g = 12,58 \text{ кН / м} - \text{рівномірно-розподільне навантаження при } \gamma_a > 1$$

Довжина зони передачі напруження:

$$l_p = (w_p G_{sp} / R_{bp} * \lambda_p d) = (1,25 * 1145 / 30,8 + 30) * 9 = 688 \text{ мм}$$

$$w_p = 1,05, \lambda_p = 30$$

при армуванні К-7 Ø9 мм.

$$\text{Т.я. } R_s = 1145 \text{ МПа} > G_{sp1} = G_{sp} - G_{b1} = 1300 - 222,9 = 1077 \text{ МПа},$$

ВВОДИМО

$$R_{bp} = 1,1 * 28 = 30,8 \text{ МПа}, \gamma = 1,1 \text{ (табл. 15 [10])}.$$

Коефіцієнт умов роботи арматури:

$$\gamma_{s5} = l_x / l_p = 120 / 888 = 0,174$$

Розрахунковий опір напруженої арматури:

$$\gamma_{s5} R_s = 0,174 * 1145 = 199,7 \text{ МПа}$$

Плече внутрішньої пари сил:

$$Z = h_0 - h'_g / 2 = 330 - 40 / 2 = 310 \text{ мм}$$

Згинальний момент, який сприймає кожний переріз:

$$M_u = \gamma_{s5} R_s A_{sp} * z + g_{sw} c^2 / 2 = 199,7 * 611 * 310 + 26,7 * 1876^2 / 2$$

$$M_u = 84808800 \text{ Н * мм} = 84,8 \text{ кН * м}$$

Згинальний момент від зовнішнього навантаження:

$$M = a_{c1} - g c_1^2 / 2 = 73,3 * 1,936 - 12,58 * 1,936^2 / 2 = 118,7 \text{ кН * м}$$

$$\text{де } C_1 = C + 120 / 2 = 1876 + 60 = 1936 \text{ мм}$$

Т. я. $M = 118,7 \text{ кН * м} > H_u = 84,8 \text{ кН * м}$, міцність похилого перерізу 1-1 за згинальним моментом недостатня. Збільшуємо поперечне армування ребер плити біля опор. Приймаємо поперечні стержні каркасів Ø5 мм з дроту Вр-І з кроком 150 мм.

$$A_{SN1} = 19,6 \text{ мм}^2$$

$$\text{Тоді } g_{SN} = \frac{2 \cdot 19,6 \cdot 260}{150} = 67,9 \text{ Н/мм}, \quad C = \frac{73,3 \cdot 10^3}{67,9 + 12,69} = 913 \text{ мм}$$

$$M_u = 199,7 \cdot 611 \cdot 310 + 67,2 \cdot 913^2 / 2 = 66124800 \text{ Н} \cdot \text{м} \approx 66,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$C_1 = c + 120 / 2 = 913 + 60 = 973 \text{ мм}$$

$$H = 73,3 \cdot 0,913 - 12,58 \cdot 0,913^2 / 2 = 61,76 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Т. я. $M = 61,76 \text{ кН} \cdot \text{м} < H_u = 66,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$, міцність похилого перерізу за згинальним моментом забезпечена.

3.3 Розрахунок і конструювання двотаврової балки покриття

3.3.1 Розрахункові дані

напружена арматури К7Ø15, $R_{s,ser} = 1295 \text{ МПа}$, $R_s = 1050 \text{ МПа}$, $E_s = 1,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$,
для А-III - $R_{s,ser} = 390 \text{ МПа}$, $R_s = 355 \text{ МПа}$ при $d = 6 \div 8 \text{ мм}$; $R_s = 365 \text{ МПа}$ при
 $d = 10 \div 40 \text{ мм}$; $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Бетон В50: $R_{s,ser} = 36 \text{ МПа}$, $R_{bt,ser} = 2,3 \text{ МПа}$, $R_b = 27,5 \text{ МПа}$, $R_{bt} = 1,55 \text{ МПа}$, $\gamma_1 = 0,9$.

Міцність бетону в момент обтиску $R_{bp} = 0,8B = 0,8 \cdot 50 = 40 \text{ МПа}$; $E_b = 35000 \text{ МПа}$.

Попереднє напруження: $G_{sp} = 0,7R_{s,ser} = 0,7 \cdot 1295 = 906,5 \text{ МПа}$
 $p = 0,05G_{sp} = 0,05 \cdot 906,5 = 45 \text{ МПа}$ (д. 2 [10]).

$G_{sp} + p = 906,6 + 45 = 951,5 \text{ МПа} < 1295 \text{ МПа}$; $G_{sp} - p = 906,5 - 45 = 861,5$;
 $6861 > 0,3R_{s,ser} = 388 \text{ МПа}$; умови виконані.

3.3.2 Попереднє призначення розмірів перерізу балки

Приймаємо розміри: висота балки посередині: $h = 1540 \text{ мм} > 1/15l$ $n < 1/10l$;
висота бетону в торці $h_{mp} = 790 \text{ мм}$; ширина верхньої висоти полки $b'_f = 400 \text{ мм}$,
ширина нижньої полиці: $b_f = 270 \text{ мм}$, ширина стінки $b = 100 \text{ мм}$,
 $l_0 = 1 - 2\Delta - 2G_0 = 18000 - 2 \cdot 75 - 2 \cdot 150 = 17650 \text{ мм}$, де Δ - відстань від осі будівлі до
торця балки, a_0 - від торця до середини опори.

3.3.3 Визначення навантажень і зусиль

Підрахунок навантажень на балку зведено в табл.

Максимальний момент

$$M_c = \frac{gl_0^2}{8} \gamma_0 = \frac{56 \cdot 17,65^2}{8} \cdot 0,95 = 2071 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_c^n = \frac{ga_0^2}{8} \gamma_n = \frac{46,4 \cdot 17,65^2}{8} \cdot 0,95 = 1716 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Найбільша поперечна сила: $Q = \frac{gl_0}{2} \gamma_n = \frac{56 * 17,65}{2} * 0,95 = 469,5 \text{ кН}$

Загальний момент в 1/3 прольота ($y_1 = P_0 / 3 = 17165 / 3 = 5,81$)

$$M_1 = \frac{gx_1(l_0 - x_1)}{2} \gamma_n = \frac{56 * 5,89(17,65 - 5,89)}{2} * 0,95 = 1842 \text{ кН} * \text{м}$$

Таблиця 3.2 – Навантаження на балку покриття

Вид навантаження	Нормативн. навантаження кН/м	Коефіцієнт надійності по навантаженню γ_f	Розрахунок навантаження кН/м
Постійне від покриття $2,788 * 11 = 33,45$ від власної ваги балки Усього:	33,45 5,15 $g_1 = 38,6$	- 1,1 -	$3,301 * 12 = 39,61$ 5,605 $g_1 = 45,3$
Тимчасове: снігове (короткочасне) пилове (довготривале)	0,5 * 12 = 6 0,15 * 12 = 1,8	1,4 1,3	8,4 2,34
Повне постійне і довготривале короткочасне Усього:	40,4 6 $g = 46,4$	- - -	47,6 8,4 $g = 56$

3.3.4 Попередній розрахунок перерізу арматури

З умови забезпечення міцності перерізу напруженої арматури:

$$A_{sp} \geq \frac{M_c}{0,9h_0 * R_s} = \frac{2071 * 10^5}{0,9 * 145 * 1080(100)} = 14,85 \text{ см}^2$$

$$\text{де } h_0 = h - a = 154 - 9 = 145 \text{ см}$$

на відстані 1/3 прольота від опори

$$A_{sp} \geq \frac{M_1}{0,9h_{01} * R_s} = \frac{1842 * 10^5}{0,9 * 145 * 1080(100)} = 15,93 \text{ см}^2$$

$$h_1 = h_0 + \frac{h - h_{os}}{l/2} x = 0,79 + \frac{1,54 - 0,79}{18/2} = 1,8 \text{ м}$$

$$x = x_1 + a_0 = 5,9 + 0,15 = 6,05 \text{ м}, \quad h_{01} = 1,5 - 0,09 = 1,21 \text{ м}$$

$$A_{sp} = \frac{M_c}{S * R_s * h_0} = \frac{2071 * 10^5}{0,6 * 1080(100) * 145} = 22,04 \text{ см}^2$$

де $\beta = 0,5 \div 0,6$, приймаємо $\beta = 0,6$

Необхідне число канатів Ø15 К-7, $A_s = 1,416 \text{ см}^2$ $n = A_{sp} / A_s = 22,04 / 1,416 = 16 \text{ шт.}$

Приймаємо 16 Ø15 К-7 $A_p = 22,65 \text{ см}^2$.

Площа ненапруженої арматури у стиснутій зоні бетону конструктивно:
 $4\emptyset 12 \text{ А-III}, A_s' = 4,52 \text{ см}^2$ теж в розтягнутій зоні $A_s = 4,52 \text{ см}^2$.

3.3.5 Визначення геометричних характеристик зведеного перерізу

$$\alpha = \frac{E_s}{E_c} = \frac{1,8 * 10^5}{350000} = 5,14$$

Зведена площа арматури:

$$\alpha A_{sp} = 5,14 * 22,65 = 116,5 \text{ см}^2,$$

$$\alpha A_{sp}' = 5,14 * 4,52 = 23 \text{ см}^2.$$

Площа зведеного перерізу по середині балки:

$$A_{sed} = 40 * 16 + 15 * 5 + 27 * 18 + 8,5 * 6 + 109 * 10 * 116,5 + 23 = 2481,5 \text{ см}^2.$$

Статичний момент відносно кожної грані:

$$A_{sed} = 40 * 16 * 140 + 15 * 5 * 135,5 + 27 * 18 * 9 + 23 * 151 = 198085 \text{ см}^3.$$

Відстань від центру ваги зведеного перерізу до нижньої грані:

$$y_0 = S_{sed} / A_{sed} = 148085 / 2481,5 = 80 \text{ см}, \text{ тиск до верхньої грані:}$$

$$y_0' = 154 - 80 = 74 \text{ см},$$

Момент інерції:

$$I_{sed} = I_0 + A * a^2 = (40 * 16^2 / 12) + 40 * 16 * 66^2 + (15 * 15^3 / 12) + 15 * 5 * 55,5^2 + \\ + (27 * 18^3 / 12) + 27 * 18 * 71^2 + 18,5 * 6^3 / 12 + 8,5 * 6 * 59^2 + (10 * 109^3 / 12) + \\ + 10 * 109 * 1,5^2 + 116 * 71^2 + 23 * 71^2 = 7458861 \text{ м}^4,$$

$$W_{sed} = I_{sed} / y_0 = 7458261 / 80 = 93228 \text{ см}^3,$$

$$W_{sed}' = I_{sed} / y_0' = 7458261 / 74 = 100787 \text{ см}^3,$$

Відстань від центра ваги зведеного перерізу до верхньої ядрової точки:

$$\varphi_n - 1,6 - \Gamma_c / R_{c1sed} = 1,6 * 0,76 = 0,84,$$

$$r = \varphi_n * W_{sed} / A_{red} = 0,84 * 93228 / 2481,5 = 32 \text{ см}.$$

Для нижньої ядрової точки:

$$r = \varphi_n * W_{sed}' / A_{red} = 0,84 * 100787 / 2481,5 = 34,5 \text{ см}.$$

Момент опору перерізу кожної грані балки з врахуванням напружених деформацій бетону:

$$W_{pl} = [0,292 + 0,76(\gamma_1 + 2\mu\alpha) + 0,076(\gamma_f' + 2\mu'\alpha)]bh^2 = [0,292 + 0,76(0,232 + 2 * 0,0147 + 5,14) + 0,076(0,712)] * 10 * 154^2 = 151317 \text{ см}^2, \text{ де}$$

$$\gamma_1 = \frac{\epsilon_1 - \epsilon}{bh} h_f = \frac{27 - 10}{10 * 154} * 21 = 0,232;$$

$$\gamma_1' = \frac{2(\epsilon_f' - \epsilon)}{bh} h_f = \frac{2(40 - 10)}{10 * 154} * 15,5 = 0,722,$$

$$\mu = A_{sp} / bh = 22,65 / 10 * 154 = 0,0147;$$

$$\mu = 0;$$

$$\alpha = 5,14.$$

Для верхньої грані балки:

$$W_{pl} = [0,292 + 0,76 * 0,361 + 0,076(0,495 + 2 * 0,0147 * 5,14)] * 10 * 154^2 = 145963 \text{ см}^3, \text{ де}$$

$$\gamma_1 = \frac{\epsilon_1' - \epsilon}{bh} h_f = \frac{40 - 10}{10 * 154} * 18,5 = 0,361;$$

$$\gamma_1' = \frac{2(\epsilon_f - \epsilon)}{bh} h_f = \frac{2(27 - 10)}{10 * 154} * 21 = 0,495,$$

$$\mu = 0;$$

$$\mu' = 0,0147;$$

$$\alpha = 5,14.$$

3.3.6 Визначення втрат попереднього напруження

Перші втрати від релаксації напруження арматури:

$$G_1 = \left(0,27 * \frac{G_{sp}}{R_{S1ser}} - 0,1 \right) * G_{sp} = \left(0,22 * \frac{906,5}{1295} - 0,1 \right) 906,5 = 48,95 \text{ МПа}.$$

від температурного перепаду:

$$G_2 = 1,25 * \Delta t = 1,25 * 65 = 80 \text{ МПа}.$$

від деформації анкерів:

$$\epsilon = 19 \text{ м},$$

$$G_3 = E_s \Delta l / l = 1,8 * 10^5 * 0,0035 / 19 = 33,16 \text{ МПа, де}$$

$$\Delta l = 1,25 + 0,15d = 1,35 + 0,15 * 15 = 3,5 \text{ мм}.$$

Зусилля бетону:

$$P_1 = \gamma_{sp} * A_{sp} (G_{sp} - G_1 - G_2 - G_3) = 1 * 22,65 * (906,5 - 48,95 - 80 - 33,16)(100) = 1686000 \text{ Н} = 1686 \text{ кН},$$

$$l_{cp} = y_0 - a = 80 - 10,5 = 69,5 \text{ см},$$

$$M_c = (g_0 l_0^2) / 8 = (5,665 * 17,65^2) / 8 = 217 \text{ кН} * \text{м},$$

$$M_c^H = M_c / 1,1 = 197 \text{ кН} * \text{м},$$

$$G_{sp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 * l_{cp} - M_c^H}{I_{red}} (y_0 - a) = \frac{1686 * 10^3}{2481 * 5} + \frac{1686 * 10^5 * 69,5 - 197 * 10^5}{7458261} * 69,5 =$$

$$= 1587 \text{ Н} / \text{см}^2 = 15,87 \text{ МПа}.$$

$$G_{sp} / R_{sp} = 15,87 / 40 = 0,396 < 0,75, \text{ ще задовольняє п. 1.39 [10].}$$

$G_{ep} / R_{ep} < a_{\max} = 0,8$, для бетону В50

($\alpha = 0,25 + 0,085R_{ep} = 0,8$; $\alpha = 0,25 + 0,075 * 40 = 1,25$, приймаємо $\alpha = 0,8$)

Тому втрати напружень від швидко натікаючої повзучості:

$$G_{\epsilon} = 0,85 * 40 * G_{ep} / R_{ep} = 0,85 * 40 * 0,396 = 13,5 \text{ МПа.}$$

Перші втрати: $G_{loc1} = G_1 + G_2 + G_3 + G_6 - 48,95 + 80 + 33,10 + 13,5 = 175,6 \text{ МПа.}$

Другі втрати: від усадки бетону В50, $G_s = 50 \text{ МПа.}$, табл. 2.11 [11]; від

повзучості бетону при $\frac{G_{ep}}{R_{ep}} = 0,396 < \alpha = 0,75$;

$$G_A = 0,85 * 150 \frac{G_{ep}}{R_{ep}} = 0,85 * 150 * 0,396 = 50,5 \text{ МПа,}$$

Повні втрати: $G_{loc} = G_{loc1} + G_{loc2} = 175,6 + 100,5 = 276 \text{ МПа.}$

Зусилля бетону: $P_2 = \Delta_{SP}(G_{SP} - G_{cos}) = 22,65(906,5 - 276)(100) = 1126 \text{ кН.}$

3.3.7 Розрахунок міцності балки по нормальному перерізу

Визначимо положення нейтральної вісі:

$$R_s A_{SP} < R_{\epsilon} \gamma_{tot} b_f' + R_{sc} A_s'$$

$$1080(100) * 22,65 = 2446200 \text{ Н}$$

$$27,5 * (100) * 0,9 * 40 * 18,5 + 365 * 4,52(100) = 1996480 \text{ Н,}$$

$2446 \text{ кН} > 1996 \text{ кН}$ - границя стиснутої зони в ребрі.

$$\epsilon_R = \frac{\omega}{1 + \frac{G_{SR}}{G_{sec}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,625}{1 + \frac{573,5}{500} \left(1 - \frac{0,652}{1,1}\right)} = 0,444, \quad \text{де}$$

$$\omega = \alpha * 0,008 R_{\epsilon} \gamma_{\epsilon 2} = 0,85 - 0,008 * 22 * 0,4 = 0,692,$$

$$G_{SP} = R_s + 400 - G_{SR} = 1080 + 400 - 906,5 = 573,5,$$

$$G_{Sc14} = 500 \text{ МПа, при } \gamma_{\epsilon 2} < 1.$$

Висота стиснутої зони:

$$x = \frac{-R_{\epsilon} (b_f' - b) h_f' + R_s A_{SP} - R_{sc} A_s'}{R_{\epsilon} b \gamma_{\epsilon 2}} = \frac{-27,5(40 - 10) * 18,5 + 1085 * 22,65 * 365 * 4,52}{27,5 * 10 * 0,9} =$$

$$= 30,5 \text{ см.}$$

$$x / h_0 = 30,5 / 145 = 0,21 < \epsilon_R 0,444.$$

Згинальний момент у середині бочки:

$$M \leq R_{\epsilon} \gamma_{\epsilon 2} b x (h_0 - 0,5x) + R_{\epsilon} \gamma_{\epsilon 2} (b_f' - b) b_f' (h_0 - 0,5h_f') + R_{sc} A_s' (h_0 - a'),$$

$$M = 27,5 * 0,9(100) * 10 * 30,5(145 - 0,5 * 28,8) + 27,5(100) * 0,9(40 - 10) *$$

$$* 18,5(145 * 0,5 * 18,5) + 365(100) * 4,52(145 - 3) = 302988430 \text{ Н} * \text{см} =$$

$$= 3029 \text{ кН} * \text{м} > 2071 \text{ кН} * \text{м.}$$

3.3.8 Розрахунок міцності перерізів, похилих до повздовжньої вісі по поперечній силі

$Q = 470 \text{ кН}$; розміри точки при опорі
 $h = 80 \text{ см}$, $h_0 = 80 - 9 = 71 \text{ см}$; $b = 10 \text{ см}$; $b = 27 \text{ см}$.

Проекція розрахункового похилого перерізу:

$$\varphi_f = 0,75 \frac{(e_f' - e)h_f'}{e * h_0} = 0,75 \frac{(40 - 10) * 18,5}{10 * 71} = 0,588 > 0,5.$$

Приймаємо $\varphi_f = 0,5$.

$$N = P_2 = 1426 \text{ кН}; \varphi_n = \frac{0,1N}{R_{ef} * e * h_0} = \frac{0,1 * 1426000}{1,55(100) * 10 * 71} = 1,3 > 0,5.$$

приймаємо $\varphi_n = 0,5$, параметр $(1 + \varphi_f + \varphi_n) = 1 + 0,5 + 0,5 = 2 > 1,5$,

приймаємо 1,5

Розраховуємо

$$B_e = \varphi_{e2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{et} * e * h_0^2 = 2 * 1,5 * 1,55(100) * 10 * 71^2 = 234 * 10^5 \text{ Н * см}.$$

У розрахунковому похилому перерізі $Q_e = Q_{sw} = \frac{R}{\alpha}$.

$$c = B_e / 0,5Q = 234 * 10^5 / 0,5 * 470000 = 99,6 \text{ см},$$

$$h_0 = 71 \text{ см} < c = 99,6 \text{ см} < 2h_0 = 142 \text{ см},$$

$$\text{Тоді } Q_e = B_e / c = 234 * 10^5 / 99,6 = 335 * 10^3 \text{ Н} = 235 \text{ кН} < Q = 470 \text{ кН}.$$

поперечна арматура потрібна за розрахунком.

Приймаємо для поперечних стержнів арматуру $\emptyset/2$ А-ІІІ, $A_{sw} = 1,313 \text{ см}^2$. За конструктивними вимогами крок поперечних стержнів $S \leq 1/3h$ і $S \leq 50 \text{ см}$.

$$S = h / 3 = 80 / 3 = 27 \text{ см}, \text{ приймаємо } S = 10 \text{ см}.$$

$$g_{sw} = R_{sw} A_{sw} h_x / S = 290001,213 * 2 / 10 = 7615 \text{ Н / см},$$

$$g_{sw} = 7615 \text{ Н / см} > 0,5\varphi_{e3} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{et} * e = 0,5 * 0,6 * 1,5 * 1,55(100)10 = 697,5 \text{ Н / см},$$

умова 83 [10] задовольняється.

$$c_0 = \sqrt{\frac{\varphi_{e2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{et} e h_0^2}{g_{sw}}} = \sqrt{\frac{234 * 10^5}{7615}} = 55,4 \text{ см}.$$

Поперечне зусилля $Q_{sw} = g_{sw} * c_0 = 7615 * 55,4 = 421 * 10^3 \text{ Н}$.

$$Q_{e1sw} = Q_e + Q_{sw} = 235 + 421 = 656 \text{ кН} > Q_{\max} = 470 \text{ кН}, \text{ міцність похилого перерізу}$$

забезпечена. На останніх ділянках балки стержні розташовуємо по опорі Q.

Для середньої частини прольоту при $h_0 = 107 \text{ см}$, $S_{\max} = 25 \text{ см}$, арматура $\emptyset 6$ А-ІІІ, $A_{sw} = 0,283 \text{ см}^2$.

$$g_{sw} = \frac{285(100) - 0,283 * 2}{25} = 645 \text{ Н / см},$$

$$l_0 = \sqrt{\frac{2 * 1,5 * 1,55(100) * 10 * 107^2}{645}} = 287 \text{ см} > 2h_0 = 214 \text{ см}.$$

Приблизно $c = c_0 = 214 \text{ см}$.

$$Q_{SW} = g_{SW} * c_0 = 645 * 214 = 138 \text{ кН},$$

$$Q_{\epsilon} = \varphi_{\epsilon 2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{\epsilon t} * \epsilon h_0^2 / c = 249 \text{ кН},$$

$$Q_{\epsilon SW} = Q_{\epsilon} + Q_{SW} = 138 + 249 = 307 \text{ кН} > Q = 234 \text{ кН}, \text{ в } 1/4 \text{ прольоту};$$

Для перерізу в $1/8$ прольоту при $h_0 = 81 \text{ см}$, $S = 20 \text{ см}$.

$$\emptyset/8 \text{ А-III, } A_{SW} = 0,507 \text{ см}^2.$$

$$g_{SW} = \frac{285(100) - 0,503 * 2}{20} = 1435 \text{ Н / см},$$

$$c_0 = \sqrt{\frac{2 * 1,5 * 1,45(100) * 10 * 89^2}{1435}} = 160 > 2h_0 = 2 * 86 = 178 \text{ см}.$$

$$Q_{SW} = g_{SW} * c_0 = 1435 * 160 = 229600 \text{ Н} = 229 \text{ кН},$$

$$Q_{\epsilon} = \frac{2 * 1,5 * 1,55(100) * 10 * 89^2}{153} = 240 \text{ кН},$$

$$Q_{\epsilon SW} = 240 * 229 = 496 \text{ кН} > Q = 352 \text{ кН},$$

Стійко армується каркасами κ_1 і κ_2 в 2 ряди перепуск у місцях стиків 300 мм. Поперечний стержень на κ_1 (4 шт.) 30 $\emptyset 12$ А-III, крок 100 мм, 10 $\emptyset 8$ А-III крок 150 мм, 10 $\emptyset 8$ А-III крок 200 мм, на κ_2 (шт. 2) 22 $\emptyset 6$ А-III крок 250 мм. Повздовжні стержні $\emptyset 5$ Вр – I.

3.3.9 Розрахунок за граничним станом другої групи

Рівнодіюча зусиль обтоку бетону з врахуванням усіх втрат при $\gamma_{SP} = 1,0$:

$$P_2 = \gamma_{SP} * A_{SP} (G_{SP} - G_{los}) = 1 * 22,65(906,5 - 276)(100) = 1428 * 10^3 \text{ Н} = 1428 \text{ кН}, \text{ а при}$$

$$\gamma_{SP} = 0,9 = P_{oz} = 0,9 * 1428 = 1285 \text{ кН}.$$

Ексцентриситет $l_0 = y - a = 80 - 9 = 71 \text{ см}$.

$$M_{\epsilon p} = P_{oz} (l + l_0) = 1285(32 + 71) = 1319 * 10^5 \text{ Н * см} = 1319 \text{ кН * см},$$

$$M_{oc} = R_{\epsilon t \text{ sec}} * W_{pl} + M_{\epsilon p} = 2,3(100) * 151314 + 1319 * 10^5 = 1667 * 10^5 \text{ Н * см} = 1667 \text{ кН * м}^2,$$

$$M_r^n = 1716 \text{ кН * м}$$

Т
реба розрахунок за розкриттям тріщин. Дно арматури К-7 при $d > 3 \text{ мм}$, з 3 категорія тріщиностійкості в ширина тріщин допускається $[a_{\text{crcl}}]_{\text{lm}} = 0,3 \text{ мм}$ при короткочасному розкритті, $[a_{\text{crcl}}]_{\text{lm}} = 0,2 \text{ мм}$ при довгочасному.

3.3.10 Розрахунок за короткочасним розкриттям тріщин

$$G_S = \frac{M_n * P_{oz} (z - l_{SP})}{(A_S + A_{AP}) z} = \frac{1716000 - 1285000(1,42 - 6,72)}{(22,65 + 4,52) * 10^{-4} * 1,42} = 208000000 \text{ Па} = 208 \text{ МПа};$$

$$\eta = 1,2 \text{ для К-7, } \varphi_{\epsilon} = 1, \delta = 1.$$

$$M = \frac{A_S + A_{SP}}{bh_0 + (e_f' - e)(h_f' - a)} = \frac{4,52 + 22,65}{10 + 145 + (40 - 10)(18,5 - 3)} = 0,0141 < 0,02,$$

$$a_{arc1} = 20\phi l \delta y (3,5 - 100\mu) \frac{G_S}{E_S} \sqrt[3]{d} = 20 * 1,1 * 1,2 (3,5 * 100 * 0,0141) * \frac{208}{1,8 * 10^8} \sqrt[3]{15} =$$

$$= 0,145 \text{ мм} < [a_{arc3}]_{\text{lim}} = 0,2 \text{ мм}.$$

ширина розкриття тріщин менша допустимого.

$$P_{01} = \gamma_{SP} * A_{SP} (G_{SP} - G_{los1}) = 0,9 * 22,65 (906,5 - 175,6) = 1483900 \text{ Н} = 1484 \text{ кН},$$

$$M_{ep}' = P_{01} (l_0 - z_{inf}) = 1484 (71 - 34,5) = 543 * 10^5 \text{ Н} * \text{см} = 543 \text{ кН} * \text{см},$$

$$l_0 = 80 - 9 = 71 \text{ см},$$

$$M_{coc} = R_{et1 \text{ sec}} * W_{pl}' + M_{ep}' = 2,3 (100) - 145963 - 543 * 10^5 = -207 * 10^5 \text{ Н} * \text{см} =$$

$$= -207 \text{ кН} * \text{м} < M_r^n = 191 \text{ кН} * \text{м}$$

тому тріщин у верхній зоні балки при $\gamma_{SP} = 0,9$ не виникає. При $\gamma_{SP} = 1,1$ маємо

$P_{01} = 1819 \text{ кН}$, $M_{ep}' = 662 \text{ кН} * \text{см}$, $M_{crc}' = -326 \text{ кН} * \text{м}$, тому і при $\gamma_{SP} = 1,1$ у верхній зоні тріщин немає.

3.3.11 Розрахунок за виникненням похилих тріщин

За розрахунковий приймаємо переріз 1-1, в якому стійка зменшується з 27 до 10 см.

Висота балки на відстані 0,55 м від опори при ухилі 1/12;
 $h = 154 - 88,2 - 55/12 = 85 \text{ см}$.

Поперечна сила від розрахункового навантаження у перерізі 1-1:

$$Q = \left(\frac{56 * 17,56}{2} \right) - 56 * 0,55 * 0,95 = 440 \text{ кН}.$$

Геометричні характеристики перерізу 1-1:

$$A_{red} = 40 * 18,5 + 27,21 + 10 * 45,5 + 5,14 * 22,65 + 5,14 * 4,52 = 1901 \text{ см}^2,$$

$$S_{red} = 40 * 18,5 * 75 * 75 + 45,5 * 10 * 43,7 + 27,21 * 10,5 + 4,52 * 5,14 * 82 + 22,65 * 5,14 * 9 =$$

$$= 84843 \text{ см}^3,$$

$$y_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{84843}{1901} = 44,6 \text{ см},$$

$$h_0 - y_0 = 85 - 44,6 = 40,4 \text{ см},$$

$$I_{red} = I_0 + A * a_i^2 = \frac{40 * 18,5^3}{12} + 40 * 18,5 * 31,15^2 + \frac{87 * 21^3}{12} + 27 * 21 * 34,1^2 +$$

$$+ \frac{10 * 45,5^3}{12} + 10 * 45,5 * 0,85^2 + 4,52 * 5,14 * 37,4 = 26339 \text{ см}^3.$$

напруження:

$$\tau_{xy} = \frac{Q * S_{red}}{I_{red} * b} = \frac{440000 * 26339}{1684153 * 10} = 688 \text{ К} / \text{см}^2 = 6,88 \text{ МПа},$$

$$G_x = P_{oz} / A_{red} = 1285000 / 1901 = 673 \text{ Н} / \text{см}^2 = 6,73 \text{ МПа},$$

$$G_y = 0,$$

$$G_{mc} = -\frac{G_x}{2} - \sqrt{\frac{Gx^2}{4} + \tau_{xy}^2} = -\frac{6,73}{2} \sqrt{\frac{6,73^2}{4} + 6,88^2} = -11,0 \text{ МПа},$$

$$-11,0 \text{ МПа} < m_1 R_{\text{et1sec}} = 0,375 * 36 = 13,5 \text{ МПа},$$

$$G_{mt} = -\frac{G_x}{2} - \sqrt{\frac{Gx^2}{4} + \tau_{xy}^2} = 4,29 \text{ МПа},$$

$$4,29 \text{ МПа} > \gamma_{\text{ef}} R_{\text{et1sec}} = 2,3 \text{ МПа}, \text{ де}$$

$$\gamma_{\text{ef}} = \frac{1 - G_{mc} / R_{u1\text{sec}}}{0,2 + \alpha\beta} = \frac{1 - 11 / 36}{0,2 + 0,01 * 50} = 1,02 > 1$$

Приймаємо $\gamma_{\text{ef}} = 1$.

Для підвищення тріщиностійкості по похилому перерізу збільшуємо товщу стінки біля опори $v=12$ см. тоді $G_x = 6,39 \text{ МПа}, \tau_{xy} = 5,78 \text{ МПа}, G_{mt} = 3,4 > 2,3 \text{ МПа}$.

3.3.12 Розрахунок по розкриттю тріщин

$dw = 12 \text{ мм}$ - діаметр поперечної арматури,

$$\eta = 1,2,$$

$$\varphi l = 1,$$

$$A_{SW} = 2 * 1,313 = 2,626 \text{ см}^2,$$

$$h_0 = 76 \text{ см},$$

$$\mu_W = \frac{A_{SW}}{b * S} = \frac{2,626}{12 * 10} = 0,0218;$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_e} = \frac{1,8 * 10^5}{35000} = 5,14,$$

$$G_{SW} = \frac{Q - Q_{\text{e1}}}{A_{SW} * h_0} = \frac{440000 - 400000}{2,626 * 10^{-4} * 0,76} = 200424890 \text{ Па} = 200 \text{ МПа} < 125 \text{ МПа}, \text{ де}$$

$$Q_{\text{e1}} = 0,8 \varphi_{\text{ef}} (1 + \varphi_n) R_{\text{et1sec}} * b h_0^2 / c,$$

$$\varphi_n = 0,1 \frac{P_{oz}}{R_{Bt} * b h} = \frac{0,1 * 1285000}{1550000 * 0,12 * 0,76} = 0,9 > 0,5.$$

Приймаємо $\varphi_n = 0,5$; $c = 55,4$ см.

$$\varphi_{\text{вф}} = 1,5 \quad \text{для} \quad \text{даного} \quad \text{бетону:}$$

$$Q_{\text{в1}} = (0,8 * 1, \% (1 + 0,5) * 2300000 * 0,14 * 0,76^2) / 0,554 = 400 \text{ кН.}$$

$$a_{\text{arc}} = \varphi_{\lambda} \frac{0,6 G_{\text{sw}} dw * \eta}{E_s dw / h_0 + 0,15 E_s (1 + 2 \alpha \mu)} = \frac{0,6 * 200 * 2 * 12 * 1,2}{\frac{1,8 * 10^5 * 2 * 12}{760} + 0,15 * 35 * 10^3 * (1 + 2 * 5,14 * 0,0218)} =$$

$$= 0,285 \text{ мм} < [a_{\text{arc1}}] \text{ lim} = 0,3 \text{ мм.}$$

Розрахунок по довготривалому розкриттю похилих тріщин:

$$Q = \left(\frac{45,3 * 17,56}{2} - 45,3 * 0,55 \right) * 0,95 = 356 \text{ кН.}$$

$$G_{\text{sw}} = \frac{(356 - 400) * 10^3}{2,625 * 10^{-4} * 0,76} < 0 \Rightarrow a_{\text{arc2}} < 0$$

, довготривалого розкриття тріщин не буде.

3.3.13 Розрахунок за тривалим розкриттям похилих тріщин

Поперечне зусилля від постійного навантаження:

$$Q = \left(\frac{11,3 * 17,65}{2} - 45,3 * 0,05 \right) = 356 \text{ кН,}$$

$$G_{\text{sw}} = \frac{(356 - 400) * 10^3}{2,126 * 10^{-4} * 0,76} < 0,$$

тоді $a_{\text{arc2}} < 0$ тривалого розкриття тріщин не буде.

3.3.14 Визначення прогину балки

Повний прогин на ділянках з тріщинами у розтягнутій зоні

$$f_{\text{tot}} = f_1 - f_2 + f_3 - f_4,$$

$$f = S(1/2)l_0^2,$$

де $S = 5/48$,

ширина переїзду $b = 27$ см, $h_0 = 145$ см.

Момент від повного навантаження:

$$M_{\text{S1}} = M_{\text{л}} + P_{\text{оз}} * l_{\text{еп}} = 1716 + 1286 * 0,365 = 2183 \text{ кН * м}$$

Повне зусилля $N_{\text{tot}} = P_{\text{оз}} = 1285 \text{ кН * м.}$

$$\varphi_s = 1,25 - \varphi_{\text{IS}} \varphi_m - \frac{\Pi - \varphi_m^2}{(S/5 - 1,8 \varphi_m) \frac{l_{\text{S1tot}}}{h_0}}, \quad \text{де}$$

$$l_{\text{S1tot}} = \frac{M_{\text{S1}}}{N_{\text{tot}}} = \frac{2183}{1285} = 1,7 \text{ м;} \quad \varphi_{\text{IS}} = 1 \quad \text{для К-7}$$

$$\varphi_m = \frac{R_{Gt1ser} * W_{pl}}{(M_e - M_{ep})} = \frac{23000000 * 1513,7 * 10^{-6}}{(1736 - 13,9) * 1000} = 0,876 < 1,$$

$$Q_s = 1,25 - 1 * 0,876 - \frac{1 - 0,276^2}{(3,5 - 1,8 * 0,876) * 1,7 / 11,45} = 0,273 < 1,$$

$$\frac{l_{Stot}}{h_0} = \frac{1,7}{1,45} = 1,17 < \frac{1,2}{1} = 1,2,$$

$$\varepsilon = \frac{1}{B + \frac{1,5(\delta + \lambda)}{10\mu\alpha}} - \frac{1,5 + \varphi_f}{11,5 \frac{l_{Stot}}{h_0} + S},$$

$B=1,8$ для важкого бетону,

$$\delta = \frac{M_s}{\nu h_0^2 R_{e1ser}} = \frac{2173000}{0,27 * 1,45^2 * 2300000} = 1,67,$$

$$\lambda = \varphi_f \left(1 - \frac{h_f'}{2h_0} \right) = 0,15 \left(1 - \frac{18,5}{2145} \right) = 0,14,$$

$$\varphi_f = \frac{(\varepsilon_f' - \varepsilon) h_f' + \frac{\alpha A_s'}{2V}}{\nu h_0} = \frac{(40 - 10) * 18,5 + \frac{25}{2 * 0,45}}{27 * 145} = 0,15,$$

$V = 0,45$ при нетривалій дії навантаження

$$M_\alpha = \frac{\alpha A_{sp} + \alpha A_s}{\nu h_0} = \frac{116,5 + 2S}{27 * 145} = 0,035,$$

$$\varepsilon = \frac{1}{1,8 + \frac{1,5(1,67 + 0,14)}{10 * 0,055}} - \frac{1,5 + 0,14}{11,5 \frac{1,7}{1,45} + 5} = 0,015.$$

Опис внутрішньої пари сил z для таврового перерізу при прямокутній опорі напружень у стислій зоні:

$$z = \left[h_0 - \frac{\frac{h_f'}{h_0} \varphi_f + \varepsilon^2}{2(\varphi_f + \varepsilon)} \right] = 1,45 \left[1 - \frac{\frac{18,5}{145} * 0,15 + 0,015^2}{2(0,15 + 0,015)} \right] = 136,5 \text{ см},$$

$\varphi_e = 0,1$ для В50,

$$\left(\frac{1}{2_1} \right) = \frac{M_{s1}}{h_0 * z} \left[\frac{\varphi_s}{A_s E_s + A_{sp} E_s} + \frac{\psi_e}{(\psi_f + \varepsilon) \nu h_0 E_e} \right] - \frac{N_{tot}}{h_0} * \frac{\psi_s}{A_s E_s + A_{sp} E_s} \Rightarrow$$

$$\left(\frac{1}{2_1} \right) = \frac{2183 * 10^6}{1450 * 1360} \left[\frac{0,173}{1,8 * 10^5 * 22,65 + 2 * 10^5 * 4,52} + \frac{0,9}{(0,5 + 0,015) * 27 * 1450 * 3,5 * 10^4 * 0,45} \right] - \frac{1281000 * 0,273}{1450(1,8 * 10^5 * 2265 + 2 * 10^5 * 4,52)} = 1,1 * 10^{-6} = 36,7 \text{ мм}.$$

Прогин $f_1 = 5 / 48 * 17650^2 * 1,1 * 10^{-6} = 35,7 \text{ мм}.$

Момент від постійної і тимчасової тривалого навантаження при $\varphi_f = 1$

$$M_{S2} = M'_m + P_{oz} C_{op} = 1445 + 1281 * 0,365 = 1962 \text{ кН} * \text{м},$$

$$N_{tot} = P_{oz} = 1281 \text{ кН},$$

$$l_{S1tot} = \frac{M_{S2}}{N_{tot}} = \frac{1962}{1281} = 1,53 \text{ м},$$

$$\nu = 0,45,$$

$$\varphi_m = \frac{2300000 * 151317 * 10^{-6}}{(1495 - 1329) * 10^3} = 1,9 > 1,$$

приймаємо $\varphi_m = 1$.

$$\varphi_s = 1,85 - 1,1 - \frac{1 - 1^2}{(3,5 - 1,9 * 1)^{1,53} / 1,45} = 0,25,$$

$$\delta = \frac{1162000}{0,27 * 1,45^2 * 2300000} = 1,5;$$

$$\lambda = 0,14; \quad z = 136 \text{ см},$$

$$\varepsilon = \frac{1}{1,8 + \frac{1,5(1,5 + 0,14)}{10 * 0,035}} - \frac{1,5 + 0,15}{11,5 * \frac{1,53}{1,45} + 5} = 0,017,$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)_2 = \frac{1962 * 10^6}{1450 * 1360} \left[\frac{6,52}{1,8 * 10^5 * 2265 * 2 * 10^5 * 4,52} + \frac{0,9}{(0,15 + 0,017) * 27 * 1450 * 5,5 * 10^4 * 0,45} \right] - \frac{1281 * 10^3 * 0,85}{1450(1,8 * 10^5 * 2265 + 2 * 10^5 * 452)} = 1,2 * 10^{-7} \frac{1}{\text{мм}},$$

$$\text{Прогин } f_2 = 5 / 48 * 1,76 * 50^2 * 9,2 * 10^{-7} = 29,8 \text{ мм}.$$

$$\text{Визнаємо } \left(\frac{1}{2}\right)_3 :$$

$\nu = 0,15$ - при тривалій дії навантаження

$$\varphi_s = 0,25;$$

$$\varphi_\theta = 0,9,$$

$$M_{S3} = 1962 \text{ кН} * \text{м},$$

$$l_{S1tot} = 1,53 \text{ м},$$

$$\nu = 0,45,$$

$$\varphi_f = \frac{30 * 18,5 + 23 / 2 * 0,15}{27 * 145} = 0,16,$$

$$\varepsilon_1 = 0,016;$$

$$z = 136 \text{ см},$$

$$\delta = 1,5,$$

$$\lambda = 0,16 \left(1 - \frac{18,5}{2 * 145} \right) = 0,15 \left(1 - \frac{18,5}{2145} \right) = 0,16,$$

$$\varepsilon = \frac{1}{1,8 + \frac{1,5(1,5 + 0,15)}{10 * 0,035}} - \frac{1,5 + 0,16}{14,5 * \frac{1,53}{1,45} + 5} = 0,016,$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)_3 = \frac{1962 * 10^6}{1450 * 1360} \left[\frac{0,25}{1,8 * 10^5 * 2265 * 2 * 10^5 * 4,52} + \frac{0,9}{(0,15 + 0,017) * 27 * 1450 * 3,5 * 10^4 * 0,15} \right] - \frac{1281 * 10^3 * 0,25}{1450(1,8 * 10^5 * 2265 + 2 * 10^5 * 452)} = 2,6 * 10^{-6} \frac{1}{мм},$$

прогин $f_3 = 1/8 * 1760^2 * 2,6 * 10^{-6} = 101 мм.$

Кривизна обумовлена вигином елементу від усадки і повзучості бетону:

$$\epsilon_{\epsilon} = \frac{G_{S\epsilon}}{E_S} = \frac{114}{1,8 * 10^5} = 6,3 * 10^{-4}$$

- відносна деформація,

$$G_{S\epsilon} = G_6 + G_8 + G_9 = 13,5 + 50 + 50,5 = 114, ммПа,$$

$$\epsilon'_{\epsilon} = \frac{G_{S\epsilon}}{E_S} = 0,$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)_4 = \frac{\epsilon_{\epsilon} - \epsilon'_{\epsilon}}{h_0} = \frac{6,3 * 10^{-4}}{1450} = 4,96 * 10^{-7} \frac{1}{мм}.$$

Прогин $f_3 = 1/8 * 17650^2 * 4,96 * 10^{-7} = 59 мм.$

Допустиме значення $[f_{\min}] = l_0 / 250$, таб. 4[10].

Повний прогин балки:

$$f = f_1 - f_2 + f_3 - f_4 = 35,7 - 29,8 + 101 - 39 = 67,9 < \frac{l_0}{250} = \frac{17650}{250} = 70,6 мм,$$

Умова задовольняється.

4 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

						КНУ.БР.192.26.196с.34.ТО			
Зм.	Арк..	№ документа	Підпис	Дата					
Керівник		Паливода			Технологія та організація будівельного виробництва		Літера	Аркуш	Аркушів
Консультант		Паливода							
Дипломник		Слюсар					БІ-22-1		
Зав. каф.		Валовой М.							
Н. контроль		Паливода							

4.1 Технологічна карта на монтаж елементів покриття

4.1.1 Область використання

Карта передбачена для монтажу балок, плит, елементів структурованого покриття: колон, ферм тощо.

Всі елементи поступають на будівельний майданчик у готовому вигляді.

Монтаж ведеться на основі робочих креслень згідно з правилами виробництва і приймання робіт ДБН і правилами техніки безпеки в будівництві ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення»

4.1.2 Вибір типів кранів та їх прив'язка до об'єкту

В залежності від габаритних розмірів будівлі та умов будівельного майданчика (відстані до існуючих споруд) приймаємо стріловий гусеничний кран.

Розрахунок основних робочих параметрів крану: вантажопідйомність, виліт стріли та висота підйому гаку виконується аналітично за масами найбільших вантажів, за найбільшими відстанями та висотами їх підйому від осі повороту крану та відмітки рівня його стоянки з врахуванням вантажозахватних пристосувань, розмірів зон безпеки та розмірів вантажу (тари).

Розрахунок крану

1) Визначаємо найменшу висоту підйому гаку

$$H_z = h_0 + h_z + h_y + h_{стр},$$

де $h_0 = 10,5м$ - відстань від рівня стояння крану до найвищої монтажної відмітки,

$h_z = 0,5м$ - висота пронесення конструкцій над опорою,

$h_y = 0,2м$ - висота останнього монтажного елемента,

$h_{стр} = 2,2м$ - висота стропу,

$$H_z = 10,5 + 0,5 + 0,2 + 2,2 = 13,4м$$

2) Визначення необхідної вантажопідйомності

Найбільш важким елементом є з/б балка - $q_{ел} = 9,5т$

Тоді необхідна вантажопідйомність крану

$$Q = q_{ел} + q_{стр},$$

де $q_{стр} = 0,02т$ - маса стропів,

$$Q = 9,5 + 0,02 = 9,52т$$

3) Визначення необхідного вильоту стріли

Необхідний виліт стріли визначаємо графічним методом

$$L_{кс} = 12м$$

Конкретний тип та марка кранів обирається з урахуванням отриманих аналітичних результатів за діаграмою технічних параметрів крану: вантажопідйомності, виліту стріли, висоти підйому гаку при обов'язковому звіренні допустимості отриманих величин грузових моментів для всіх врахованих вантажів з метою забезпечення вантажної стійкості.

Таблиця найбільших вантажів, відстаней та висот

Найменування вантажу	Маса вантажу, т	Необх. висота підйому, м	Найбільший виліт стріли, м
Балка	9,5	8,8	12,0
Плита	6,5	9	12,0
Ферма	2,5	10,0	12,0

Приймаємо для зведення конструкцій покриття в/о 1-4 гусеничний кран СКГ-50, для зведення конструкцій структурованого покриття – гусеничний кран СГ-100.

4.1.3 Вибір монтажного оснащення

№ п/п	Найменування пристосувань	Вантажопід., т	Власна вага, т	Область застосування
1.	Строп 2СК-10,0 L=7м ДСТУ Б В.2.8-10-98	10,0	0,03	Монтаж балок та ферм
2.	Траверса „Промстальконструкція”	10,0	3,2	
3.	Строп 4СК1-3,2 L=8м ДСТУ Б В.2.8-10-98	3,2	0,012	Монтаж плит
4.	Траверса з напівавтоматичними кліщовими захватами	3,0	1,1	Монтаж ферм
5.	Монтажний майданчик	-	0,06	Монтажні роботи на висоті
6.	Приставна драбина	-	0,045	
7.	Навісна драбина	-	0,042	

4.1.4 Техніко-економічні показники монтажних робіт

Приведені витрати:

$$C_{нс} = C_{од} + E_n \cdot K,$$

де $C_{од}$ - собівартість монтажу 1т конструкцій, грн.;

$E_n = 0,15$ - нормативний коефіцієнт ефективності капітального вкладу;

K - капітальні вкладення у виробничі фонди на одиницю обсягу.

$$K = \frac{1}{V} \cdot \left(\sum \frac{C_{кр}}{T_{р.зм}} \cdot T_{об.зм} \right),$$

де $C_{кр}$ - інвентарно-розрахункова вартість крану, грн.;

$T_{р.зм}$ - нормативний час роботи крану за рік, зміни;

V - загальний обсяг робіт, т.;

$T_{об.зм}$ - тривалість роботи крану на об'єкті, зміни.

$$C_{од} = \frac{C_{мп}}{V} = \frac{1,08 \cdot \sum (C_{м-з} \cdot T_{об.зм} + C_{доо}) + 1,5 \cdot 3П}{V},$$

де $C_{м-з}$ - виробнича вартість машино-зміни машини, грн.;

$C_{доо}$ - витрати на підготовчі роботи, грн;

$3П$ - загальна сума заробітної плати робітників, зайнятих на виконанні ручних операцій, грн.

$$C_{м-з} = \frac{E}{T_{об.зм}} + \frac{AB_p}{T_{р.зм}} + C_{п.в.},$$

де E - одноразові витрати на доставку, монтаж та демонтаж крану, грн.;

AB_p - річні амортизаційні відрахування, грн.;

$C_{п.в.}$ - поточні експлуатаційні витрати за зміну, грн.

Тривалість роботи крана СКГ-50 на монтажі конструкцій покриття в/о 1-4 $T = 3$ зміни.

Виробнича собівартість крану при монтажі колон:

$$C_{м-з} = \frac{653,97}{3} + \frac{18810}{410} + 223,61 = 487,48 \text{ грн} / \text{зм}$$

Собівартість монтажу 1 т. конструкцій:

$$C_{од} = \frac{1,08 \cdot 487,48 \cdot 3 + 1,5 \cdot 3299,3}{203,5} = 32,08 \text{ грн} / \text{т}$$

Питомі капітальні вкладення:

$$K = \frac{1}{203,5} \cdot \left(\frac{320720}{410} \cdot 3 \right) = 11,53 \text{ грн} / \text{т}$$

Питомі приведені витрати:

$$C_{пв} = 32,08 + 0,15 \cdot 11,53 = 33,8 \text{ грн} / \text{т}$$

Тривалість роботи крана СКГ-50 на монтажі конструкцій покриття в/о 5-13 $T = 9$ змін.

Виробнича собівартість крану при монтажі колон:

$$C_{м-з} = \frac{785,93}{9} + \frac{20265}{380} + 279,85 = 420,5 \text{ грн} / \text{зм}$$

Собівартість монтажу 1 т. конструкцій:

$$C_{од} = \frac{1,08 \cdot 569,36 \cdot 9 + 1,5 \cdot 5986,34}{104,4} = 139,02 \text{ грн} / \text{т}$$

Питомі капітальні вкладення:

$$K = \frac{1}{104,4} \cdot \left(\frac{480960}{380} \cdot 9 \right) = 109,09 \text{ грн} / \text{т}$$

Питомі приведені витрати:

$$C_{пв} = 139,02 + 0,15 \cdot 109,09 = 155,38 \text{ грн} / \text{т}$$

Техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування	Одиниця виміру	СКГ-50	СКГ-100
1.	Приведені витрати	грн./т	33,8	155,38
2.	Питомі капітальні вкладення	грн./т	11,53	109,09
3.	Питома собівартість	грн./т	32,08	139,02
4.	Питома трудомісткість	люд-дн/т	0,125	0,539
5.	Тривалість	змін	3	9

4.1.5 Вибір транспортних засобів

Монтаж з приоб'єктного складу.

Кількість транспортних засобів:

$$M = \frac{O}{\Pi_{зм} \cdot T_{\partial} \cdot A_{зм}},$$

де O - об'єм монтажних робіт, т;

$\Pi_{зм}$ - змінна продуктивність транспортної одиниці, т;

T_{∂} - тривалість монтажу, дн;

$A_{зм} = 1$ – коефіцієнт змінності.

$$\Pi_{зм} = \frac{3600 \cdot Q_{ван} \cdot t_{зм} \cdot k_{\partial} \cdot k_{\eta}}{t_{\eta}},$$

де $Q_{ван}$ - вантажепідйомність транспортної одиниці, т;

$t_{зм}$ - тривалість зміни транспортної одиниці, год;

k_{∂} – коефіцієнт використання вантажепідйомності машин.

$$k_{\partial} = \frac{q_e \cdot N_e}{Q_{ван}} \text{ (рекомендовано } 0,9 \dots 1,15)$$

$k_{\eta} = 0,85$ - коефіцієнт використання машини за часом.

Тривалість транспортного циклу:

$$t_{\eta} = \frac{2 \cdot L}{V} \cdot 3600 + t_{зав} + t_{розв},$$

де L - дальність перевезення, км;

V - швидкість машини, км/год;

$t_{зав} = 10 \text{ хв}$ - час завантаження;

$t_{розв} = 10 \text{ хв}$ - час вивантаження.

Визначаємо необхідні показники для балок:

$$t_y = \frac{2 \cdot 16}{35} \cdot 60 + 10 + 10 = 75 \text{ хв}$$

$$k_{\epsilon} = \frac{9,5 \cdot 1}{10} = 0,95$$

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{60 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 0,95 \cdot 0,85}{75} = 51,68 \text{ м / зм}$$

$$M = \frac{47,5}{51,68 \cdot 3 \cdot 1} = 0,31$$

Приймаємо для перевезення з/б балок напівпричеп-майданчик ПЛ22-12 в кількості 1 шт.

Визначаємо необхідні показники для з/б плит:

$$t_y = \frac{2 \cdot 16}{35} \cdot 60 + 10 + 10 = 75 \text{ хв}$$

$$k_{\epsilon} = \frac{6,5 \cdot 2}{12} = 1,08$$

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{60 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 1,08 \cdot 0,85}{75} = 70,5 \text{ м / зм}$$

$$M = \frac{156}{70,5 \cdot 3 \cdot 1} = 0,74$$

Приймаємо для перевезення конструкцій з/б плит напівпричеп-плитовоз ПЛ-13-12 – 1 шт.

Визначаємо необхідні показники для ферм (найбільшої за вагою та габаритами конструкції структурованого покриття):

$$t_y = \frac{2 \cdot 25}{35} \cdot 60 + 10 + 10 = 106 \text{ хв}$$

$$k_{\epsilon} = \frac{2,5 \cdot 1}{2,5} = 1$$

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{60 \cdot 2,5 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,85}{106} = 9,6 \text{ м / зм}$$

$$M = \frac{104,4}{9,6 \cdot 9 \cdot 1} = 1,2$$

Приймаємо для перевезення конструкцій структурованого покриття напівпричеп-фермовоз ПФ-2124 – 1 шт.

4.1.6 Технологія та організація виконання робіт

Організація робіт зі зведення конструкцій покриття:

- 1) монтаж з/б балок в/о 1-4;
- 2) монтаж з/б плит в/о 1-4;
- 3) замонолічування стиків;
- 4) монтаж колон структурованого покриття в/о 5-13;
- 5) монтаж ферм;

б) монтаж інших елементів структурованого покриття.

а) монтаж з/б балок

Монтаж здійснюється окремими елементами. Попередньо на елементи необхідно нанести риси. Ригелі монтують на опорні на з/б колон та закріплюють закладні деталі ригеля та колони монтажним зварюванням.

Маса балки складає 9,5т. Строповку виконувати за допомогою двогілкового стропу та траверси. Розстроповку виконувати лише після надійного закріплення конструкцій у проектному положенні. Розкладку балок виконують вздовж ряду їх встановлення на дерев'яні прокладки під кутом.

б) монтаж плит

Плити монтують після повного закріплення ригелів. Плити встановлюють звичайними прийомами, застроповуючи за монтажні петлі. Вага плити складає 6,5т. Для строповки використовувати чотирьох гілковий строп. Після вивіряння й остаточного закріплення ригелів закладні деталі зв'язуючих плит приварюють до закладних частин ригелів. Шви між плитами перекриття заповнюють розчином або замоноличують бетоном. Стиги ригелів з іншими елементами заповнюють після остаточного вивіряння каркасу змонтованої секції.

в) монтаж конструкцій структурованого покриття.

Спершу монтують металеві стійки покриття. Стійки встановлюють на з/б колони та закріплюють із їх закладними деталями монтажною зваркою. Монтаж ферм виконують після остаточного закріплення та вивірки стійок. Ферми встановлюють на стійки та кріплять зваркою. Паралельно з монтажем ферм виконувати монтаж елементів структурованого покриття між двома «сусідніми» фермами для розкріплення останніх із площини рами. Ферми стропити за допомогою траверси.

4.1.7 Якість монтажних робіт

Точність монтажу будівель та споруд із збірних конструкцій і оптимальні терміни спорудження не можуть бути досягнуті при виконанні на будівельному майданчику робіт по передчасному підбору конструкцій або наступному їх привезенню на місце. Для отримання необхідної точності монтажу фактичні розміри конструкцій не повинні виходити за межі заданих допусків, забезпечуючи щільність їх стискання.

Відхилення при виготовленні та монтажу конструкцій представляють собою похибки в їх вимірюванні та суміщенні осьових рисок та розділяються

на систематичні і випадкові. Систематичні похибки постійні і можуть бути виключені лише випадком визвавши їх причин (використання невиправного, зношення мірального інструменту, шаблонів, кондукторів).

Допустимі граничні відхилення при монтажі будівельних конструкцій регламентуються відповідними главами ДБН по геодезичним роботам в будівництві і ГОСТ 21778-86, 22779-76 та 21780-76.

При контролі якості споруд та будівель із збірних конструкцій необхідно керуватися СНиП 3.01.01.85, СНиП III-16-80, СН 393-78, СН 420-71.

Контроль перевезення і складування конструкцій полягає в наступному: конструкції мають знаходитись в положенні, близькому до проектного і зручному для передачі на монтаж; конструкції мають бути надійно закріплені для захисту від опрокидування, поздовжнього і поперечного переміщення, ударів і т.п.

Контроль якості при монтуванні конструкцій проводимо в декілька стадій:

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

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

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

Операційний контроль здійснюють відповідно до вимог будівельних норм, технологічних карт і схем операційного контролю, де наведено номенклатуру операцій і процесів, що підлягають контролю, відповідальні особи і служби, межі допустимих значень конструктивно-технологічних параметрів(допуски), методи і технічні засоби контролю, а також обсяги контролю і його періодичність.

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

У процесі приймального контролю перевіряють: додержання технологічних допусків, правил виконання робіт та виконання вимог будівельних норм, технічних умов і проекту; наявність паспортів і сертифікатів на будівельні

матеріали, вироби і напівфабрикати та відповідність якісних характеристик їх державним стандартам та вимогам проекту, а також лабораторні випробування і їхні результати; наявність і правильність заповнення журналів виконання робіт; точність геодезичного розбивання і фактичне положення конструктивних частин та інші параметри і вимоги.

Технологічні допуски полягають в тому, що при монтажі збірних конструкцій будівлі допускаються відхилення положень елементів при прийомці відповідно розбивочних вісей або орієнтирних рисок. Вони зазначені у вигляді таблиць у нормативній літературі.

Контроль якості зварювання і антикорозійного захисту закладних і з'єднувальних деталей. При цьому необхідно, щоб зварювані елементи конструкцій були попередньо очищені від різноманітних забруднень і висушені та обезжирені; всі місця, де при монтажі і зварюванні було порушене заводське покриття, були вкриті антикорозійним покриттям. На відповідальних зварних з'єднаннях має бути поставлений цифровий або буквенний знак зварювальника в місцях, вказаних на кресленнях. Результати перевірок цих робіт заносять в журнал зварювальних та антикорозійних робіт.

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

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

Приймання прихованих робіт оформити актами й оцінити спільно з представниками технічного нагляду замовника. Акти огляду прихованих робіт складають на закінчений процес і безпосередньо перед початком наступних робіт. Виконання робіт заборонено, якщо відсутні акти огляду попередніх прихованих робіт.

Приймальний контроль і оцінку якості відповідальних конструкцій виконати за готовністю їх у процесі зведення спільно з представниками технічного нагляду замовника та в окремих випадках (у разі приймання складних конструктивних частин) з представниками авторського нагляду проектною організацією.

4.1.8 Охорона праці при монтажі конструкцій.

Звільнення встановлених в проектне положення елементів, які монтуються, від стропів допускається тільки після надійного їх тимчасового або постійного закріплення. Заборонено переміщати елементи конструкцій одразу після їх установки та зняття захватних пристосувань. При монтажі з

транспортних засобів не дозволяється перебування людей (в тому числі і водія) в кабінеті автомашини.

Елементи конструкцій, по яким переміщаються монтажники в процесі монтажу, повинні бути обладнані підмостями, перехідними мостиками, сходами, страховочними тросами для того, щоб заціпити за них карабін запобіжних поясів монтажників. Місця кріплення страховочних тросів вказують в проекті.

Елементи крайніх рядів покриття та перекриття, сходові марші і площадки перед підйомом обладнують постійними або тимчасовими огороженнями. Далі за установкою колон другого та наступного поверхів по зовнішнім рядам колон та у проїмах в перекриттях встановлюють вимірні огороження.

Монтажників забезпечують спецодягом встановленого зразка, запобіжними поясами, касками та спеціальним взуттям.

При від'ємних температурах зовнішнього повітря приймаємо заходи боротьби з ожеледицею підмостей і конструкцій. Організують приміщення для обігріву робочих та сушильні, максимально приближуючи їх до місця виробництва робіт.

Отже, необхідно дотримуватись таких основних вимог щодо техніки безпеки при монтажі конструкцій каркасу:

1. Елементи монтованих конструкцій під час переміщення повинні утримуватися від розтягування і обертання гнучкими розтяжками;
2. Встановлені в проектне положення елементи повинні бути закріплені так, щоб забезпечити їх геометричну незмінність і стійкість;
3. Навісні драбини та інші необхідні для монтажу пристосування слід встановлювати і закріпляти на монтованих конструкціях до їх підйому;
4. Навісні драбини висотою більше 5 м повинні бути огорожені металевими дугами і закріплені на конструкціях;
5. При монтажі монтажники повинні знаходитися на підмоцуванні чи на раніш закріпленій конструкції;
6. Металеві частини електрозварювального оснащення знаходяться без напруги, а також зварні вироби повинні бути заземлені;
7. При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт не допускається строповка вантажу, який знаходиться в нестійкому положенні;
8. Перед завантаженням, розвантаженням панелей, блоків та інших з/б конструкцій монтажні петлі повинні бути оглянуті і очищені від бетону
9. При необхідності переміщення гарячого бітуму на робочих місцях вручну слід застосовувати металеві бочки;
10. При приготуванні ґрунтовки, яка складається з розчину і бітуму, слід розплавлений бітум вливати в розчин;
11. Перед початком буд. робіт слід підібрати вантажозахватні пристосування відповідних вазі і характеру вантажу, що піднімається. Стропи повинні бути підібрані з врахуванням числа гілок такої довжини, щоб кут між двома гілками був не більше 90^0

- 12.Перевірити по вказівнику вантажопідйомність перед підйманням вантажу стріловими самохідними кранами, чи відповідає вазі підіймаючого вантажу встановлений машиністом виліт стріли;
- 13.Укладка вантажу виконується рівномірно без порушення встановлених для складування габаритів, без загромождження проходів і під'їздів.

4.2 Проектування календарного графіку

Календарний план будівництва на основі загальної організаційно-технічної схеми встановлює строки та чергу будівництва основних та допоміжних будівель та споруд.

За даними календарного плану будівництва будують графіки потреби в робочих кадрах, матеріальних ресурсах, основних машинах та механізмах. Об'єми БМР та потреба у деталях, напівфабрикатах та основних матеріалів визначають за даними типових проектів, проектів-аналогів або за діючими довідниками та нормативами.

Вихідними даними для складання календарного плану є: кошторис та інші частини проекту, в тому числі окремі розділи ПОБ, що розроблені до складання календарного плану, відомості об'ємів робіт, розрахунки необхідних ресурсів тощо.

Основою для побудови календарного плану є принцип поточного будівництва. Для прискорення виконання робіт доречним є суміщення робіт. Правильне суміщення робіт у часі дозволяє досягти умов, за яких зменшується не тільки тривалість будівництва, але й досягається більш раціональне використання ресурсів (матеріальних та робочих). Організація поточного виробництва в будівництві передбачає:

- 1) розчленування процесів виробництва на окремі роботи, бажано рівні або кратні за трудомісткістю;
- 2) встановлення доцільної послідовності виконання робіт та поєднання взаємопов'язаних робіт в загальний сукупний процес, та їх синхронізація, чим досягається неперервність будівельного виробництва;
- 3) закріплення окремих видів робіт за певними бригадами робочих, встановлення послідовності включення в потік окремих об'єктів та руху бригад в процесі виконання робіт.

4.3 Будівельний генеральний план

5.3.1 Основні принципи проектування

Будгенпланом називається генеральний план майданчика, на якому зображене розташування основних монтажних та вантажопідйомних механізмів, тимчасових будівель та споруд.

Будгенплан є частиною комплексної документації на будівництво і його рішення повинні бути пов'язаними з іншими розділами проекту. Рішення будгенплану повинні відповідати вимогам будівельних нормативів, а також забезпечувати раціональне проходження потоків на майданчику шляхом скорочення числа перевантажень та зменшення відстані перевезення. Ці вимоги, перш за все, ставляться до особливо важких вантажів. Правильне розміщення монтажних механізмів, складів – основне вирішення цієї задачі. Будгенплан має найбільш повно забезпечувати побутові потреби робітників будівництва, прийняті рішення мають відповідати вимогам техніки безпеки, пожежної безпеки та умовам охорони навколишнього середовища.

Витрати на тимчасове будівництво мають бути мінімальними. Їх скорочення досягається використанням постійних об'єктів, зменшенням об'єму тимчасових будівель. Об'єктний будгенплан проектують окремо на всі види будівель та споруд, що зводяться і входять до складу загальномайданчикowego будгенплану. Для складних об'єктів будгенплан може складатися на різні етапи та види робіт.

Вихідними даним для розробки об'єктного будгенплану є: загальномайданчиковий буд генплан, виконаний на попередній стадії проектування, календарний план та технологічні карти, ПВР даного об'єкту, уточнені розрахунки в потребі ресурсів, а також робочі креслення будівлі.

При проектуванні об'єктного будгенплану недостатньо визначити габарити складських приміщень у зоні дії вантажопідйомних механізмів, необхідно виконати розкладку та збір конструкції за типами та марками, точно вказати місце під ті чи інші матеріали, тару, оснащення, інвентар. Після розміщення складів пререходять до прив'язки тимчасових будівель. Наступним етапом проектування є прив'язка тимчасових комунікацій, включаючи місце підключення до постійних комунікацій.

4.3.2 Розрахунок та проектування тимчасових інвентарних будівель

Визначення площ тимчасових будівель та споруд виконується за максимальною чисельністю працівників (за календарним планом) одночасно на будівельному майданчику та нормативній площі на одну людину, що користується даним приміщенням.

Чисельність робітників визначається за формулою:

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{роб}} + N_{\text{ІТП}} + N_{\text{МОП}},$$

де $N_{\text{роб}} = 50$ - чисельність робітників, що приймається за графіком руху робітників,

$N_{\text{ІТП}}$ - чисельність інженерно-технічних працівників,

$$N_{\text{ІТП}} = 0,13 \cdot N_{\text{роб}} = 0,13 \cdot 50 = 7$$

$N_{\text{МОП}}$ - чисельність молодшого обслуговуючого персоналу,

$$N_{\text{МОП}} = 0,02 \cdot N_{\text{роб}} = 0,02 \cdot 50 = 1$$

$$N_{\text{заг}} = 50 + 7 + 1 = 58$$

Потреба в інвентарних будівлях

№ п/п	Найменування	Чис-ть персоналу	Норма на одного		Розрах. площа, м ²	Прийняті розміри
			од.вим	велич		
1	Гардеробна	50	м ² /люд	0,79	19,75	6х3 – 2шт
2	Приміщення для відпочинку та прийому їжі	58		0,87	26,1	9х3 – 1шт
3	Умивальня	58		0,043	1,29	2х3 – 1шт
4	Душова	50		0,38	9,5	4,5х3 – 1шт
5	Туалет	58		0,065	1,95	1,5х1,5 – 1шт
6	Приміщення для сушіння спецодягу	58		0,17	5,1	4х3 – 1шт
7	Контора виконроба	7		4,2	16,8	6х3 – 1шт
8	Диспетчерська	1		4,7	4,7	6х3 – 1шт

4.3.3 Розміщення тимчасових будівель та споруд

При розміщенні будинків і споруд керуються наступними правилами:

- побутові споруди розміщують поблизу входів на будівельний майданчик;
- розміщення побутових приміщень виключає порушення техніки безпеки, не проводиться в небезпечній зоні крану;
- будинки розташовуються з дотриманням пожежних розривів.

4.3.4 Розрахунок складських приміщень

Розрахунки площ складів проводяться в наступній послідовності:

- 1) Визначається максимальна добова потреба з урахуванням нерівномірності постачання й використання матеріалів і конструкцій;
- 2) Визначається запас збережених матеріалів;
- 3) Вибирається тип зберігання;
- 4) Розраховується необхідна площа (з урахуванням норм розміщення);
- 5) Вибирається місце для складу на будівельному майданчику;
- 6) Проводиться прив'язка складів;
- 7) Здійснюється розміщення конструкцій і виробів на відкритих складах.

Склади для зберігання матеріально-технічних ресурсів споруджуються з дотриманням нормативів складських приміщень і норм виробничих запасів.

Розрахунки загальної площі складу для кожного окремого виду конструкцій або матеріалів виконують за формулою;

$$S_n = \frac{P}{T \cdot q} \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2,$$

де P - кількість матеріалів та виробів, що використовуються,

T - тривалість використання даного матеріалу, дн,

n - норма запасу матеріалу, конструкцій чи виробів, дн,

$k_1 = 1,1$ - коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів на склад,

$k_2 = 1,3$ - коефіцієнт нерівномірності використання матеріалів,

q - кількість матеріалів, що зберігається на 1 м² площі.

Результати розрахунку складів

№	Найменування	Тип складу	Площа складу, м ²	Розміри складу, м	Спосіб зберігання
1	Склад фундам. балок та блоків	відкритий	30,0	5х6 – 1 шт	штабелі
2	Склад стінових панелей	відкритий	270,0	22,5х6 – 2шт	штабелі
3	Склад конструкцій структурного покриття	відкритий	246,0	41х6 – 1 шт	штабелі
4	Склад металевих віконних рам	відкритий	126,0	21х6 – 1 шт	штабелі
5	Склад цегли	відкритий	66,0	11х6 – 1 шт	блоки
6	Склад руберойду	відкритий	20,0	5х4 – 1 шт	рулони
7	Склад скла	відкритий	20,0	5х4 – 1 шт	штабелі
8	Матеріально-інструментальний склад	закритий	27	8,6х3,2 – 1шт	-

Майданчики для складування будівельних конструкцій розташовуються в зоні дії кранів з урахуванням технологічної послідовності монтажу. Розміри майданчиків приймаються відповідно до габаритів конструкцій з урахуванням проходів.

4.3.5 Розрахунок потреби будівництва у воді

Мережі тимчасового водопроводу призначені для задоволення виробничих, господарсько-побутових і протипожежних потреб будівництва.

Розміщувати водопровід на об'єкті треба за кільцевою схемою, яка є найбільш надійною. Проектування складається з наступних етапів:

- розрахунки потреби у воді,
- вибір джерел водопостачання,
- розміщення мережі на майданчику,

- розрахунки діаметра трубопроводу,

Період максимального водоспоживання визначається за календарним планом виконання робіт. Загальна витрата води визначається за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{вир}} + Q_{\text{госп}} + Q_{\text{пож}},$$

де $Q_{\text{вир}}$ - витрата води на виробничі потреби,

$Q_{\text{госп}}$ - витрати води на господарська-побутові потреби,

$Q_{\text{пож}}$ - витрати води на протипожежні потреби,

Витрати води на виробничі потреби визначаються за формулою:

$$Q_{\text{вир}} = 1,2 \sum \frac{V_{\text{зм}} \cdot q_{\text{ср}} \cdot k_1}{8 \cdot 3600},$$

де $V_{\text{зм}}$ - об'єм води за зміну,

1,2 - коефіцієнт на не уточнені витрати,

$q_{\text{ср}}$ - середні виробничі витрати води у зміну,

$k_1 = 1,6$ - коефіцієнт нерівномірності споживання води за зміну,

8 – кількість годин у зміні.

Витрати води на виробничі потреби

Найменування споживачів	Од. вим.	Кіл-ть у зміну	Питомі витрати	Коеф. Нерівном.	Витрати води, л/с
Автомашина	шт	10	300	1,6	0,20
Штукатурні роботи	м ²	57,9	8	1,6	0,03
Малярні роботи	м ²	236,6	1	1,6	0,02

Витрати води на господарчо-побутові потреби визначаються за формулою:

$$Q_{\text{госп}} = \left(\frac{N_{\text{max}}}{3600} \right) \cdot \left[\frac{q_1 \cdot k_2}{8} + q_2 \cdot k_3 \right],$$

де $N_{\text{max}} = 50$ - найбільша кількість працівників у зміну,

$q_1 = 15 \text{ л}$ - норма потреби води на 1 люд. у зміну,

$q_2 = 30 \text{ л}$ - норма потреби води на прийом одного душу,

$k_2 = 1,25$ - коефіцієнт нерівномірності споживання води,

$$Q_{\text{хоз}} = 50 / 3600 \cdot (15 \cdot 1,25 / 8 + 30 \cdot 0,4) = 0,085 \text{ л/с}$$

Витрати води на протипожежні потреби визначають виходячи із тригодинної тривалості гасіння однієї пожежі. Мінімальну витрату води визначають із розрахунку одночасної дії двох пожежних гідрантів по 5л/с на кожний.

$$Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с}$$

Загальні витрати води:

$$Q_{\text{общ}} = 0,25 + 0,085 + 10 = 10,34 \text{ л/с}$$

Площа будівельного майданчика складає 0,88га, витрати води приймаємо 10,34л/с.

Діаметр труб тимчасового водопроводу визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{заг}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}},$$

де $V = 1,5 \text{ м/с}$ - швидкість руху води по трубах,

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,34 \cdot 1000}{3,142 \cdot 1,5}} = 92 \text{ мм}$$

Діаметр трубопроводу для тимчасового водопостачання з умов пожежегасіння приймаємо 100мм.

4.3.6 Освітлення будівельного майданчика

На будівельних майданчиках проектується робоче, аварійне й охоронне освітлення.

Для забезпечення електроенергією освітлювальних мереж застосовується кільцева схема, для забезпечення силових механізмів – глуха. Кількість прожекторів визначається за формулою:

$$n = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}},$$

де p - питома потужність,

E - освітленість,

S - площа, що підлягає освітленню,

$P_{\text{л}}$ - потужність лампи прожектору.

Для охоронного освітлення необхідна кількість прожекторів складає:

$$n = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 8800 / 500 = 4 \text{ шт}$$

Для аварійного освітлення:

$$n = 0,4 \cdot 0,2 \cdot 8800 / 500 = 2 \text{ шт}$$

4.3.7 Забезпечення будівництва електроенергією

Розрахунки робимо в наступній послідовності:

- визначаємо споживачів енергії та їх потужності,
- обираємо джерело електропостачання електроенергією.

Розрахунок за встановленою потужністю електроспоживачів і коефіцієнтам попиту з диференціацією за видами споживачів проводимо за формулою:

$$P_p = a \cdot \left[\sum \left(\frac{k_{1c} \cdot P_c}{\cos \varphi} \right) + \sum \left(\frac{k_{2c} \cdot P_T}{\cos \varphi} \right) + \sum k_{3c} \cdot P_{OB} + \sum P_{O3} \right],$$

де $a = 1,05$ - коефіцієнт, що враховує втрати у мережі,

k_{1c}, k_{2c}, k_{3c} - коефіцієнти попиту, що залежать від числа споживачів,

P_c - потужність силових споживачів,

P_T - потужність для технологічних потреб,

$P_{ОВ}$ - потужність обладнання внутрішнього освітлення,

$P_{ОЗ}$ - те ж, зовнішнього освітлення

Найменування	Од. вим.	Кіл- ть	Питома потужн., кВт	Коеф. попиту	Коеф. потужн.	Встан. потужн., кВт
Силова електроенергія						
Кран гусеничний СКГ-50	шт	1	50	0,7	0,5	17,5
Кран гусеничний СКГ-100	шт	1	65	0,7	0,5	22,8
Трансформатор для зварювання	шт	4	300	0,35	0,6	252
Усього						292,3
Внутрішнє освітлення						
Аміністративні та побут. приміщення	м²	339	0,015	0,8	1	4,07
Душові й туалети	м²	42	0,003	0,8	1	0,10
Усього						4,17
Зовнішнє освітлення						
Тер-рія будівництва	100м²	880	0,015	1	1	13,2
Усього						13,2
Разом						309,67

Приймаємо 2 трансформаторні підстанції СКТП-180/10/6/0,4 потужністю 180кВт кожна.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

						КНУ.БР.192.26.196с.34.ОП			
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		Охорона праці	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник		Паливода							
Консультант		Паливода							
Дипломник		Слюсар							
Зав. каф.		Валовой М.							
Н. контроль		Паливода					БІ-22-1		

5.1 Загальні відомості

Організація будівництва й способи виробництва будівельно-монтажних робіт передбачають розробку рішень по техніці безпеки, які включають: безпечне й нешкідливе виконання робіт на окремих робочих місцях і на будівельному майданчику в цілому; санітарно-гігієнічне обслуговування робітників на будівництві об'єкта; безпечне проведення робіт у зимових умовах, а при необхідності в умовах жаркого й сухого клімату.

Розробка питань техніки безпеки відображується в календарних планах, у будівельному генеральному плані, у технологічних картах провадження робіт. Питання техніки безпеки поділяють на дві групи: технологічні на об'єктах і загальмайданчикові.

Технологічні питання включають: розробку безпечних способів будівельно-монтажних робіт, при виконанні яких можуть відбутися нещасні випадки; вибір пристроїв для безпечної експлуатації машин і механізмів; вибір пристосувань, що запобігають ураженню робітників електричним струмом; розробку заходів, що забезпечують безпеку й нешкідливість праці при використанні токсичних і вибухонебезпечних матеріалів.

Загальмайданчикові питання включають: розробку заходів санітарно-гігієнічного й побутового обслуговування робітників на будівельному майданчику; вибір і розрахунок системи висвітлення будівельного майданчика, проходів і робочих місць; розрахунок потреби в питній воді; пристрій огорожень небезпечних зон; захист нижчележачих робочих місць; забезпечення безпечних умов праці при підземному веденні робіт, особливо в зоні діючих комунікацій; оптимальний вибір комплектів механізмів для транспортно-монтажних робіт; безпечне розташування механізмів щодо споруджуваних об'єктів з урахуванням можливої появи «небезпечних зон»; вибір оптимальної технології будівельно-монтажних робіт.

Рішення питань безпеки будівельно-монтажних робіт є складовою та невід'ємною частиною при розробці проектів виконання робіт, технологічних карт.

При будівництві цеху виконуються наступні роботи:

- земляні роботи по плануванню території будівельного майданчику, влаштування котловану;
- монтажні – при спорудженні каркасу будівлі, огорожуючих стінових конструкцій;
- бетонні – при влаштуванні монолітних фундаментів;
- кам'яні;
- покрівельні;
- оздоблювальні;
- газоелектрозварювальні.

5.2 Заходи безпеки при земляних роботах

Влаштування котловану має виконуватись у відповідності до проекту виробництва робіт. Екскаватор, бульдозер та інші машини та механізми мають працювати по раніше розробленому проекту.

Земляні роботи виконуються у відповідності до вимог ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення», за умови, що рівень ґрунтових вод не вище рівня основи котловану. Зона роботи екскаватора огорожується сигнальним огородженням, попереджувальними знаками та знаками заборони.

Необхідно визначити параметри ухилів в залежності від глибини котловану та виду ґрунтів. Для спуску працівників у виїмки, котловани застосовувати драбини з поручнями, шириною не менше 0,75м. Передбачати схили, водозбірні канавки, зумпфи для збірки зливних вод. Екскаватор під час роботи повинен стояти на спланованій поверхні. Навантажування ґрунту повинно виконуватися в самоскиди зі сторони заднього або бічного борту.

5.3 Заходи безпеки при бетонних роботах

Заходи безпеки при бетонних роботах включають в себе: безпечність опалубочних робіт, арматурних робіт, робіт при прийманні та подачі бетону, а також при вкладанні та ущільненні.

При подачі та встановленні опалубки необхідно дотримуватись порядку установки елементів опалубки, а також їх демонтажу. Опалубка перед подачею бетону очищується від бруду, сміття. Бетонна суміш, що укладається, має приймати форму передбачену проектом. Розбирання опалубки виконується після досягнення бетоном міцності та згідно рішення відповідального за виконання робіт.

При армуванні монолітних ділянок робітники забезпечуються спецодягом, рукавицями.

Перед початком вкладання бетону в опалубку необхідно перевірити стан опалубки, вкладеної арматури, засобів підмащування. При віброущільненні бетону необхідно дотримуватись заходів електробезпеки. Роботи виконувати у віброрукавицях. Переміщувати вібратор за гнучкі тяги. При перервах в роботі вібратор вимикають. Час роботи вібраторів 30 –35 хв., це виключить їх перегрів та поломку.

При бетонуванні на висоті (перекриття та покриття) встановити тимчасове огородження.

5.4 Заходи безпеки при монтажних роботах

До монтажних робіт допускаються працівники не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання, атестування, які ознайомились з правилами техніки безпеки, мають посвідчення.

На монтажному майданчику встановлюється єдиний порядок обміну сигналами. Територію монтажної ділянки виділяють попереджувачими знаками.

Методи стропування елементів та конструкцій мають забезпечити їх подачу до місця установки в положення, близьке до проектного. Стropування конструкцій виконувати у відповідності до проекту виконання робіт. Не допускається знаходження людей в зоні дії крану й конструкцій, що переміщуються, при їх підйманні та переміщенні.

Конструкції перед монтажем повинні очищуватися від грязюки, облаштовуватися для виконання робіт на висоті. При переміщенні конструкцій на висоті відстань між ними та частинами конструкцій, які виступають, повинна бути не менше 0,5м по вертикалі та 1м по горизонталі. Встановлені в проектне положення елементи конструкцій мають бути закріплені так, щоб забезпечити їх стійкість та геометричну незмінність.

Розстроповку конструкцій виконувати тільки після постійного або надійного тимчасового їх закріплення. Не допускається виконувати монтажні роботи при швидкості вітру більше 15 м/с. При будівництві забороняється виконувати роботи, пов'язані із знаходженням людей в одній секції (захватці) на етапах над якими виконуються монтажні роботи. Одночасне виконання монтажних робіт на різних поверхах допускається при наявності між ними надійних перекриттів.

Всі монтажники мають бути забезпечені касками та монтажними поясами.

5.5 Заходи безпеки при кам'яних роботах

При виконанні кам'яних робіт потрібно дотримуватися чинних державних актів і будівельних норм, інструкцій з безпечної експлуатації будівельних машин, механізмів та технологічного оснащення, вимог з електро-, пожежо- та вибухобезпеки, а також вимог з виробничої санітарії і гігієни праці.

Риштування мають відповідати вимогам міцності, мати достатню просторову сталість і бути надійно закріпленими до стін будівлі. Стояки трубчастих риштувань слід встановлювати у башмаки, а при недостатній міцності основи ще і на підкладки з дошок 50 мм завтовшки, які укладають по спланованій поверхні, й кріпити до стіни гаками за анкери, які закладають у кладку під час її виконання. Просторову сталість і незмінність риштувань забезпечують встановленням діагональних в'язів. Металеві риштування треба заземлити та захистити від блискавки. Риштування і помости потрібно оснащувати огорожею заввишки не менше ніж 1 м, що складається з поручня, проміжної та бортової дошок заввишки не менше ніж 150 мм. Проміжок між стіною і робочим настилом риштувань не повинен перевищувати 50 мм. Будівельні матеріали слід рівномірно розташовувати в межах риштувань і помостів, робочі настили регулярно очищувати від сміття, а взимку від снігу й ожеледиці та посипати піском. Усі отвори у стінах, які розташовані на рівні настилу риштувань і помостів або не вище ніж 0,6 м від їхньої поверхні, а також ліфтові шахти без настилу треба закривати інвентарною огорожею.

На робоче місце легко бетонні блоки слід подавати пакетами на піддонах з футлярами, які виключають їх випадання. При великоблоковій кладці захоплюючі пристрої слід знімати тільки після установа блоку в проектне положення та остаточного або тимчасового його закріплення. Монтажу оснастку, за допомогою якої подають матеріали на яруси, потрібно укомплектувати пристроями, які виключають їх самостійне розкриття і випадання матеріалу.

Кладку з підмостей виконувати на робочих настилах шириною 2 м. При цьому мають забезпечуватись заходи безпеки з експлуатації засобів підмащування. Подавати цеглу на робоче місце на піддонах або в спеціалізованій тарі. Ширина проходу між стіною та піддонами з цеглою не менше 0,2 м. Рівень кладки після кожного переміщення засобів підмащування не менше 0,7 м. вище рівня робочого місця. Кладка стін шириною менше 0,75 м. зі стіни забороняється. При кладці стін висотою більше 7 м. застосовувати захисні козирки.

Забороняється залишати матеріали та інструменти на зведених стінах під час перерви в роботі.

Для попередження падіння відходів, інструмента з перекриття та настилів в конструкціях захисних огорожень влаштовувати бортові елементи висотою 0,15 м. від рівня огороження. Різні прорізи закривати захисним огороженням, висотою не менше 1,1 м.

5.6 Заходи безпеки при електрозварювальних роботах

Електрозварювальні роботи мають проводитися на безпечних відстанях від місць зберігання вогнебезпечних матеріалів, не менше 5 м. та вибухонебезпечних – не менше 10 м., в тому числі і від газових балонів. В зварювальних апаратах елементи, які знаходяться під напругою мають бути закриті, ізолювані. Корпус зварювального апарату має бути заземлений. Зварювальне оснащення знаходиться під навісами, які захищають його від атмосферних опадів. До електрозварювальних робіт допускаються люди не молодше 20 років, з кваліфікаційною групою електробезпечності – II. Зварювальні апарати мають бути оснащені автоматом холостого ходу.

Напруга холостого ходу не більше 65 В. Опір ізоляції проводів не менше 20000 Ом. Робітників мають забезпечити спеціальним одягом, рукавицями, захисними щитками зі світлофільтрами. Довжина фазного проводу не більше 15 м. При виконанні робіт на висоті, зварник має застосовувати монтажний пояс. При виконанні робіт в котловані застосовують діелектричні рукавиці, килимки.

5.7 Заходи безпеки при оздоблювальних роботах

Оздоблювальні роботи виконуються, як правило, з використанням засобів підмащування, тому перед виконанням робіт повинно забезпечувати їх стійкість, міцність та надійність. Засоби підмащування повинні періодично оглядатися та при $h > 4$ м засвідчуватися. Вони повинні бути обладнані драбинами, огороженнями, бортиками для виключення падіння

інструменту та матеріалів. Для підвішування матеріалів на засоби підмашування застосовувати механізацію.

При виконанні малярних робіт дотримуватися вимог пожежної безпеки. Забороняється застосовувати роботи з відкритим вогнем, тару з фарбами утримувати удалині від джерела вогню у добре вентильованих приміщеннях. Тару з нітрофарбами відкривати інструментом, який не дає іскроутворення.

Малярні суміші готувати централізовано в приміщеннях обладнаних вентиляцією, при цьому виконувати контроль змісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Для працівників, які виконують малярні роботи, передбачити технологічні перерви в приміщеннях з хорошою вентиляцією. В приміщеннях з поганою вентиляцією повинні застосовуватися спеціальні засоби захисту з примусовою подачею повітря.

5.8 Заходи безпеки при покрівельних роботах

Приступати до покрівельних робіт дозволяється тільки після огляду майстром або виконробом разом із бригадиром робочих місць. Роботи виконувати у відповідності з ПВР. До робіт допускати лиць не молодше 18 років, навчених, атестованих, що пройшли інструктаж, для робіт, що виконуються на висоті.

При виконанні покрівельних робіт працівники повинні бути забезпечені спецодягом, не сковзким взуттям, окулярами, рукавицями. Маршрути руху з гарячим бітумом повинні бути звільнені від сторонніх предметів. Розігрітий бітум подати до робочих місць в спеціальній тарі – конусних бачках з кришкою, заповнених на $\frac{3}{4}$ їх обсягу. Для прийому бачків установлюється прийомний майданчик з огороженням висотою не менше 1м. Місце підйому бачків повинно бути огорожено. Не допускається виконання робіт під час вітру зі швидкістю більше 15м/с, непогоді – туман, дощ, ожеледиця, гроза. Щоб уникнути опіків при нанесенні бітуму, а також наливання бітуму в бочки, працівники повинні становитися з підвітряної сторони, застосовувати рукавиці, окуляри. Котли або інші ємності з бітумом повинні встановлюватися на рівних майданчиках віддалених від вогнебезпечних матеріалів та речовин.

Запаси сировини, палива, розігріву бітуму повинні зберігатися не ближче 5м від котлів.

Всі роботи виконувати згідно правил техніки безпеки СніП III-4-80.

5.9 Розрахункова частина

5.9.1 Розрахунок траверси для монтажу плит покриття

Необхідно розрахувати траверсу для монтажу плит покриття «на прольот» 3х12м.

Вихідні данні $Q=170\text{kH}$, $L=12\text{м}$.

$$S = \frac{Q * k_n * h_g}{4 \cos 45^0} = \frac{170 * 1,2 * 1,1}{4 * 0,707} = 79,35 kH$$

Розривне зусилля: $R = S * 6 = 79,35 * 6 = 476 kH$.

Підбираємо сталевий накат ТК 6х190, Ø24 з тимчасовим опором розриву 1700МПа.

1. Зусилля, діюче на траверсу:

$$N = Q * k_n * k_g = 170 * 1,1 * 1,2 = 224,4 kH$$

2. $M_{\max} = \frac{Q * l}{2} = \frac{224,4 * 12}{2} = 2692,8 kH * m$

3. Потрібний момент опору поперечного перерізу траверсін, cm^3 ;

$$W_{mp-x-k} \geq \frac{M_{\max}}{m * R};$$

$$W_{mp.} \geq \frac{2692800}{0,85 * 210 * 10^6} = 15085 cm^3$$

4. По сортаменту приймаємо для траверси два двотавра N90 з $W = 2 * 7810 cm^3 = 15620 cm^3 > 15085 cm^3$.

5. Визначаємо зусилля у гілках траверси:

$$S = \frac{N}{2} * \frac{1}{\cos \alpha}, \quad \alpha = 0; \quad S = \frac{224,4}{2} = 112 kH$$

6. Розривне зусилля $P = S * k = 112 * 6 = 672 kH$.

7. По $P = 672000 H$ підбираємо тип і площу перерізу каналу. Вибираємо ТК 6х190, Ø24 з тимчасовим опором розриву 1700МПа.

ВИСНОВКИ

Дипломний проект «Проектування будівництва трьохпролітної будівлі заготівельного цеху» складається із розрахунково-пояснювальної записки, що містить вступ, 5 розділів, перелік посилань, а також 7 аркушів креслень.

В основі роботи полягає проектування промислового цеху із збірних залізобетонних конструкцій. Будівля 1-поверхова, прямокутної форми у плані, розмірами в осях 48 х 66,5 м; розташована в м. Кривий Ріг. Висота цеху 10,5 м. Ширина першого прольоту 18 м, інших – 24 м. Цех включає промисловий блок та побутові приміщення для працівників. Конструктивна схема будівлі – рамний каркас. Колони залізобетонні прямокутного перерізу. Конструкції покриття у першому прольоті представлені двоскатними залізобетонними балками та залізобетонними плитами, укладеними по балках. Конструкції покриття в інших прольотах – це просторове структурне покриття цеху. Перекриття запроектоване як просторова конструкція з перехрещених між собою металевих ферм. Зверху по фермам укладаються прогони з гнутого швелера, по якому настиляється металевий профільований настил.

В роботі виконано порівняння двох конструктивних рішень влаштування каркасу будівлі:

1. Збірні залізобетонні гратчасті балки довжиною 18м та ребристі плити покриття;
2. Збірні залізобетонні балки довжиною 18м двотаврового перерізу та плити покриття 3х12 типу «2Т».

Для проектування було обрано другий варіант.

Весь графічний матеріал виконаний за допомогою комп'ютерної програми AutoCAD 2022.

Будівництво виконується за 124 дні. Максимальна кількість робітників на будівництві 50 чоловік.

Економічний ефект від впровадження прогресивних конструкцій за весь строк експлуатації склав 51,807 тис. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.1.2-2-2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Видання офіційне. – К. : Мінбуд України, 2006. – 60.
2. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 48 с.
3. ДБН Б.1.1-4-2009. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження містобудівного обґрунтування.
4. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
5. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
6. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мін буд України, 2006.
7. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану.
8. Технічний висновок № 065/19-ОСК про стан будівельних конструкцій будівлі торгового комплексу на пр. Металургів, 38а, м.Кривий Ріг. Виконано ФОП Шуман А.І., м. Кривий Ріг, 2019 р.
9. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій.
10. ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій територій. Зміна № 1. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018.
11. ДСТУ Б А.2.4-6:2009. СПДБ. Правила виконання робочої документації генеральних планів.
12. ДСТУ Б А.3.2-13: 2011. Системи стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпека. Загальні вимоги (ГОСТ 12.1.013-78, MOD).
13. ДБН В.2.8-3-95. Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент. Технічна експлуатація будівельних машин.
14. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту.
15. НАПБ А.01.003-2009. Правила улаштування та експлуатації систем оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей в будинках та спорудах.
16. ДСТУ ISO 6309:2007. Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір (ISO 6309:1987, IDT).
17. ДСТУ ISO 7240-1:2007. Системи пожежної сигналізації та оповіщення.
18. ДСТУ EN 13501-1:2016. Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій.
19. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. – К.: Мінрегіон України, 2014.
20. ДСТУ-Н Б А.3.1-16:2013. Настанова щодо виконання зварювальних робіт при монтажі будівельних конструкцій. Видання офіційне. – К.:

Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014.

21. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини : Підручник / А.М. Павліков – Полтава, ПолтНТУ, 2017. – 284 с.

22. Залізобетонні консрукції: Підручник / А.Я. Барашиков, Л.М. Буднікова, Л.В. Кузнецов та ін.; За ред. А.Я.Барашикова. – К.: Вища шк., 1995. – 594с.

23. Проектирование элементов железобетонных конструкций / А.Э. Лопатто, В.Ф. Майборода. – К.: Вища шк. Главное изд-во, 1987. – 238с.

24. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс : ученик для вузов / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – Стройиздат, 1985. – 728 с.

25. Будівельне виробництво, В 3т. Т. 1. Загальна частина. У 2и. Ч. 1 / Ю. Б. Олександрович, А. В. Нехорошев, С. В. Поляков та ін .; Під ред. І. А. Онуфрієва. - М .: Стройиздат, 1988. - 642 с .: іл. - (Довідник будівельника).

26. Технічний нагляд за безпечною експлуатацією вантажопідіймальних кранів: Навчальний посібник. - М. 2003. - 344 с.

27. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018.

28. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Основні положення проектування.

29. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016

30. ДСТУ 7239:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимогита класифікація. Видання офіційне. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2011

31. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012.

32. НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. – К.: Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду, 2007.

33. НПАОП 28.52-1.31-13. Правила охорони праці під час зварювання металів. – К.: Міністерство надзвичайних ситуацій України, 2013.

34. ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD). Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012.

35. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація.

36. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. – К.: Міністерство соціальної політики України, 2018

37. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. – К.: Міністерство внутрішніх справ, 2014

38. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов: Учеб. Пособие для ВУЗов. М.: Стройиздат, 1990. 304стр.
39. Основания и фундаменты: Справочник под ред. Г.И. Швецова. М.: Высш. школа., 1991, 383стр.
40. Основания, фундаменты и подземные сооружения: Справочник проектировщика под ред. Е.А. Сорочана М.: Стройиздат, 1995. 480стр.
41. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжёлых и лёгких бетонов без предварительного напряжения арматуры/ ЦНИИ промзданий Госстроя СССР НИИЖБ Госстроя СССР М.: ЦИИТП Госстрой СССР, 1989. 192стр.
42. ДСТУ Б В.2.5-32:2007. Труби безнапірні з поліпропілену, поліетилену, непластифікованого полівінілхлориду та фасонні вироби до них для зовнішніх мереж каналізації будинків і споруд та кабельної каналізації.
43. Хамзин С.И. Карасев А.К. “Технология строительного производства”: Курсовое и дипломное проектирование. – М.: Высшая школа, 1989.
44. Барч И.З. Строительные краны. – К.: Будівельник, 1974.
45. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення.
46. Дикман Л.Г. Организация и планирование строительного производства. – М.: Высшая школа, 1988.
47. ДБН В.2.6-33:2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією.
48. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова.
49. ДБН Д.1.1-2-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. – К.: НДІБВ, 2002.
50. ДБН Д.2.7-2-2000. Ресурсні елементні кошторисні норми на експлуатацію машин та механізмів. – К.: НДІБВ, 2001.
51. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів.
52. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва
53. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджені Міністерством охорони здоров'я України від 19 червня 1996р за № 173.
54. Охрана труда в строительстве. Инженерные решения: Справочник/ В. И. Русин, Г. Г. Орлов, Н. М. Неделько и др. – К.: Будівельник, 1990.-208 с.
55. Бондарь П. В., Медведенко С. Л. Организация пожарной безопасности в строительстве. Киев: Будівельник, 1990. – 136 с.
56. ДБН В.2.5-77:2014 Котельні – [Чинний від 2015 – 01 – 01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. – 54 с.
57. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування – [Чинний від 2014 – 01 – 01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 240 с.
58. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель – [Чинний від 2017 – 05 – 01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. – 33 с
59. ДСТУ Б EN 15316-2-1:2011. Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотребы та енергоефективності системи.

Частина 2-1.Тепловіддача системою опалення (EN 1531621:2007, IDT). – [Чинний з 01.01.2013]. – К. : Мінрегіон України, 2012. – 43 с. – (Національний стандарт України).

60. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні. – [Чинний з 01.07.2013]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 229 с. – (Національний стандарт України).

61. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – [Чинний з 01.01.2016]. – К. : Мінрегіон України, 2015. –145 с. – (Національний стандарт України).

62. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія – [Чинний від 01.11.2011]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.

63. СН 276-74 Инструкция по проектированию бытовых зданий и помещений строительно-монтажных организаций.

64. ДБН В.1.4-2.01-97 Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві. Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва

65. Кадол Л.В. та ін. .Економіка будівництва. Навчальний посібник. – Кривий Ріг.: ДВНЗ «КТУ», 2011. – 473 с.

66. Кадол Л.В., Ковальчук В.А. Проектно - кошторисна справа. Навчальний посібник. – Кривий Ріг.: ДВНЗ «КНУ», 2012. – 311 с.

67. Кадол Л.В., Ковальчук В.А. Проектно - кошторисна справа (зі змінами і доповненнями згідно ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Правила визначення вартості будівництва»). Навчальний посібник. – Кривий Ріг.: ДВНЗ «КНУ», 2016. – 360 .

68. Кадол Л.В., Астахов В.І. Управління проектами в будівництві. Навчальний посібник. – Кривий Ріг.: ДВНЗ «КНУ», 2018. – 241 с.

69. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломної роботи для студентів спеціалізації «Будівництво та цивільна інженерія» денної, заочної та заочної скороченої форми навчання в т.ч. перепідготовки / Укл. доц., к.т.н. Л.В. Кадол. – Кривий Ріг. – ДВНЗ КНУ. – 2018. – 50 с.