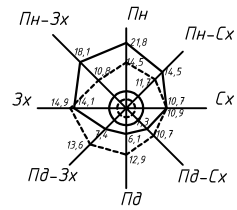
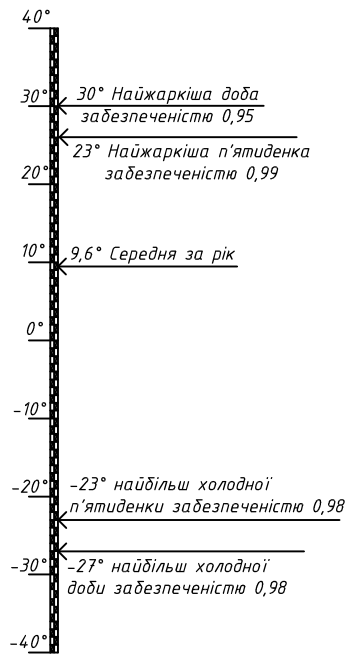


Повторюваність напрямку вітру



----- Січень  
— Липень

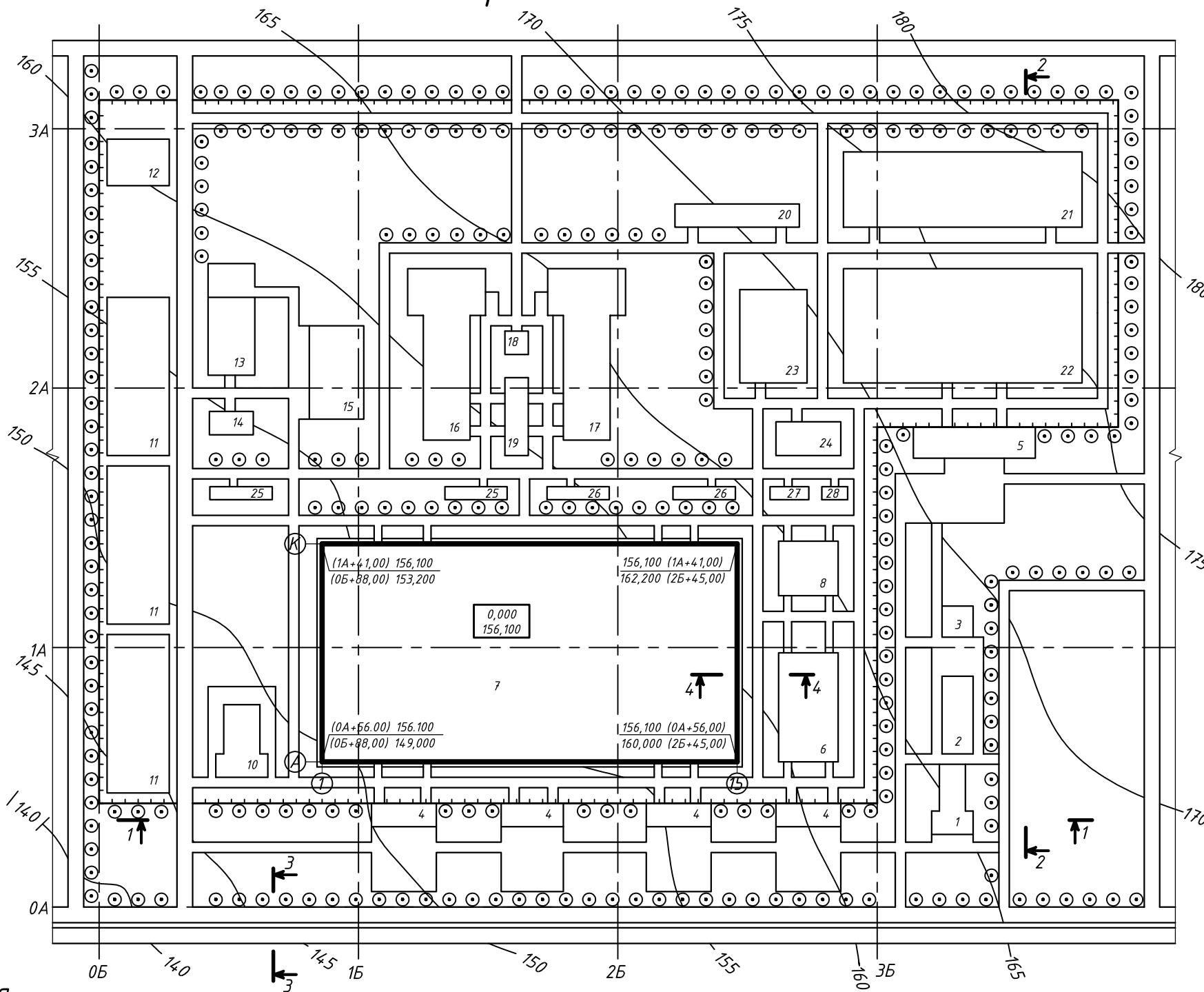
Шкала температур



Умовні позначення

- запроєктована будівля
- існуючі будівлі
- тверді покриття
- газон
- дерева
- огорожа

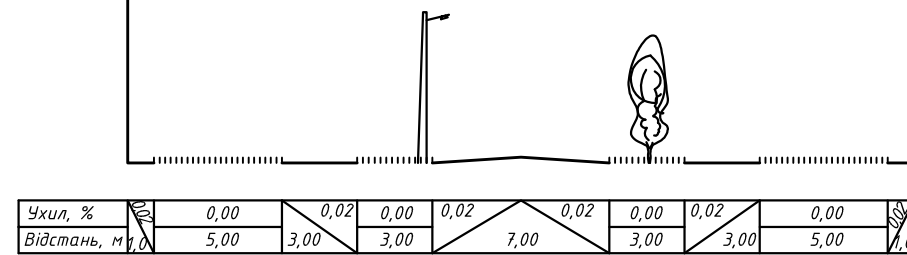
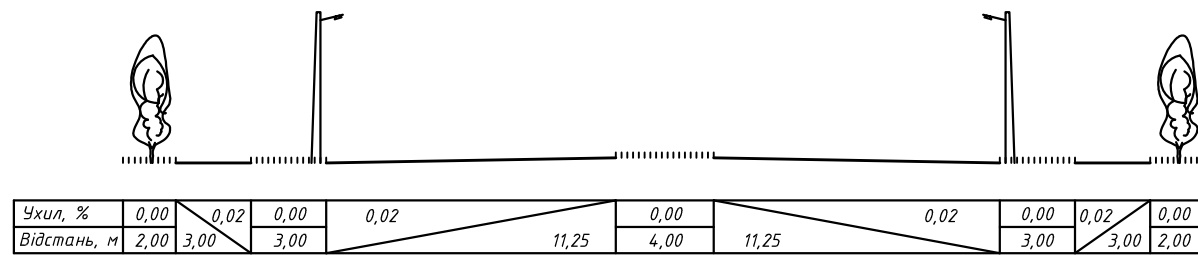
## Генеральний план



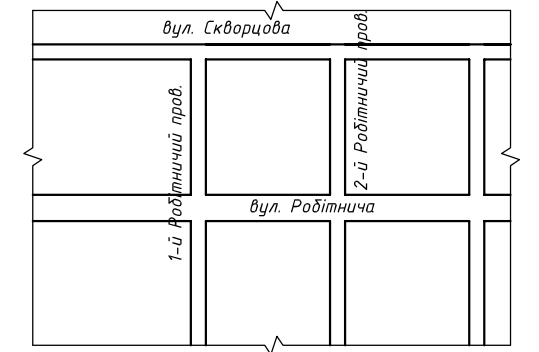
## Фасадна розгортка по 1-1

## Поперечний профіль дороги по 3-3

## Поперечний профіль дороги по 4-4



## Ситуаційна схема



## Експлікація будівель і споруд

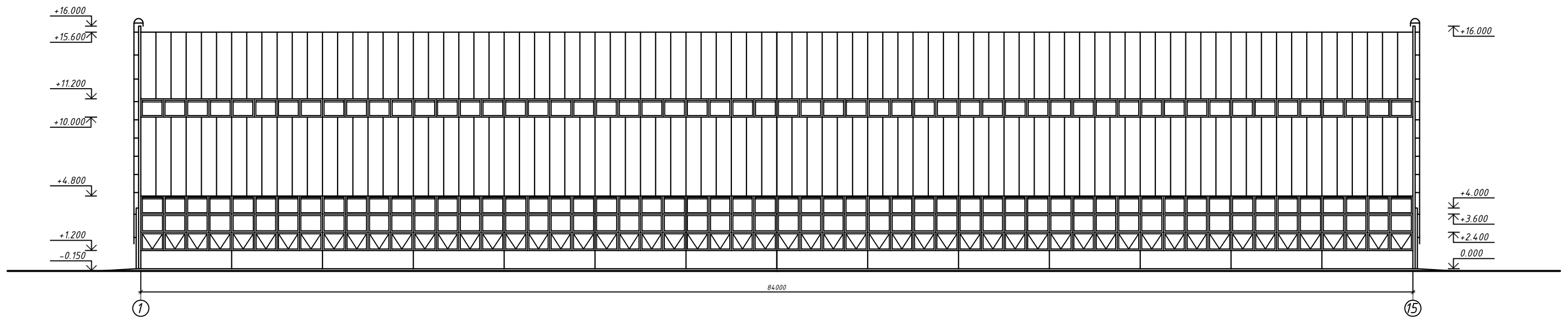
№ п/п	Назва будівель і споруд	Площа, М	Примітка
1	Заводоуправління	1512	
2	Пожежна охорона	1440	
3	Медичний центр	576	
4	Корпус підготовчих приміщень	864	4 шт
5	Виставковий корпус	2160	
6	Цех металопокриття	4032	
7	Цех по ремонту і одсл. техніки	52416	
8	Цех фарбцвання	2016	
9	Прохідна	108	3 шт
10	Цех зварювання-зборки кузовних деталей	1512	
11	Склад готової продукції	5760	3 шт
12	Цех переробки відходів	1728	
13	Деревообробний корпус	2160	
14	Цех точного лиття	648	
15	Склад формових матеріалів	3024	
16	Цех приготування фарди	5616	
17	Цех кольорового лиття	5616	
18	Котельня	324	
19	Цех електроремонтний	1080	
20	Склад хімікатів	1728	
21	Блок складів	10800	
22	Цех ремонтно-механічний	16200	
23	Ковальсько-пресовий цех	3456	
24	Цех інструментальний	1152	
25	Очисні споруди	432	2 шт
26	Компресорна	432	
27	Електропідстанція	270	
28	Корпус зв'язку і сигналізації	162	

## Технічні характеристики генплану

№ п/п	Найменування	Одиниці виміру	Кільк.
1	Площа ділянки	га	36,9
2	Площа забудови	м <sup>2</sup>	141984
3	Площа твердих покриттів	м <sup>2</sup>	7358
4	Площа озеленення	м <sup>2</sup>	218976
5	Коефіцієнт забудови	—	0,385
6	Коефіцієнт використ. території	—	0,407
7	Відсоток озеленення	%	59,3

2МБП 9976665 МР		Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, м. Запоріжжя	
Виконав	П.І.Б.	Підпис	Дата
Перевірив	Філімонко О.І.	Архітектурно-будівельний розділ	МР 1 12
Керівник	Філімонко О.І.	Генплан, ситуаційна схема, експлікація, ТЕП	
Н.контр.	Філімонко О.І.	Національний університет імені Юрія Кондратюка Кафедра БІАЦІ	
Зав.	Семко О.В.		

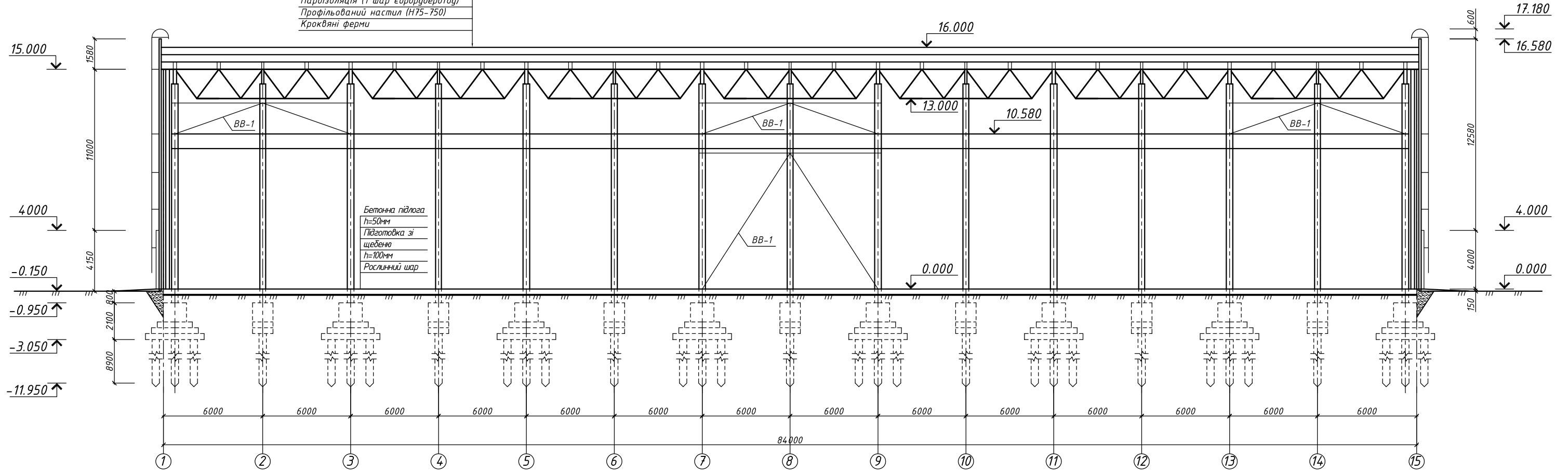
# Фасад 1-15



				2МБП	9976665	МР	
				Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, м. Запоріжжя			
Виконав	Микитак Д.І.	Підпис	Дата	Архітектурно-будівельний розділ	Старий	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Філоненко О.І.				МР	2	12
Керівник	Філоненко О.І.						
Н.контр.	Філоненко О.І.			Фасад 1-15	Національний університет імені Фрія Ковдрака Кафедра БтмЦІ		
Затв.	Сенко О.В.						

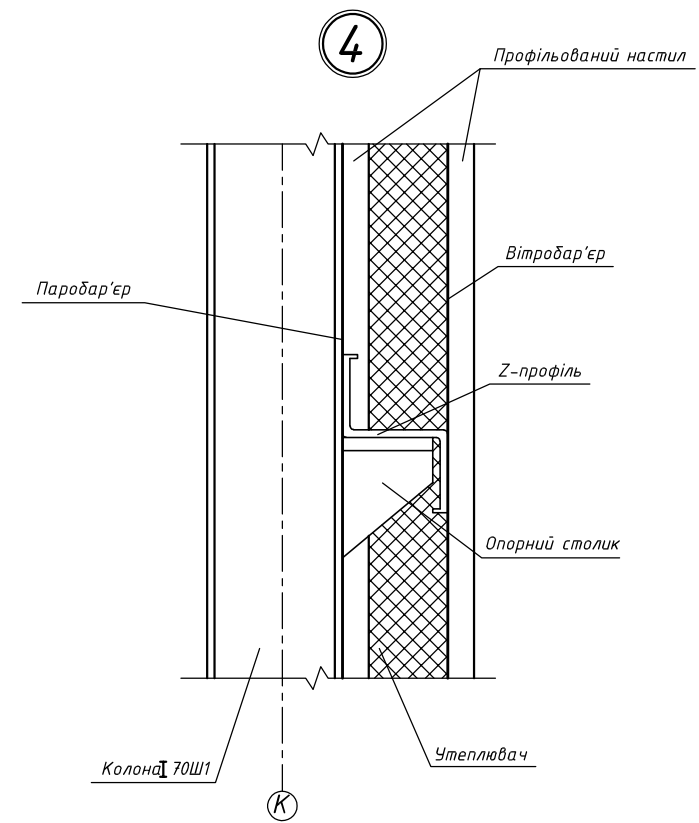
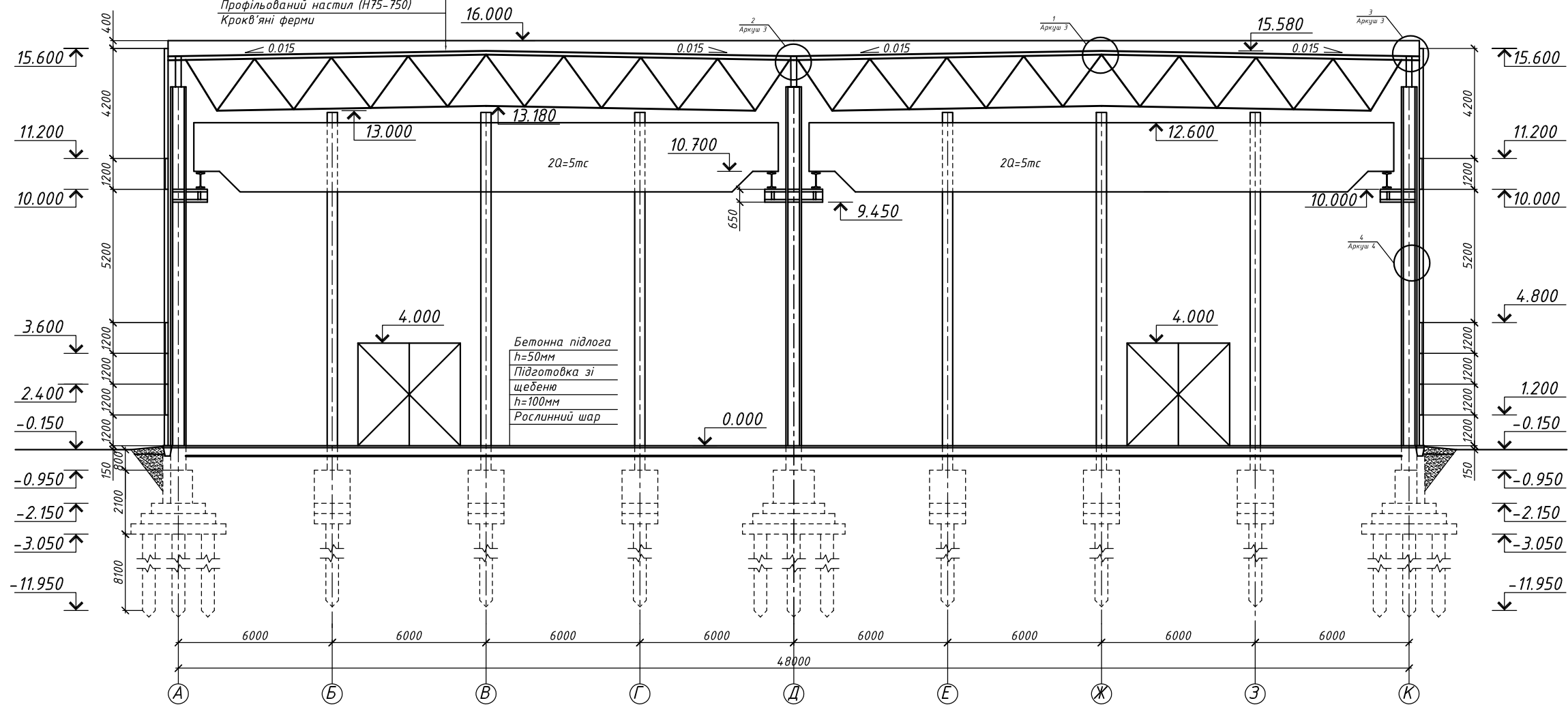
# Поздовжній розріз 1-1

Гідроізоляція (2 шари єврорубероїду)  
 Утеплювач ( $\gamma=400\text{кг/м}^3$ )  
 Пароізоляція (1 шар єврорубероїду)  
 Профільований настил (Н75-750)  
 Кроквяні ферми



# Поперечний розріз 2-2

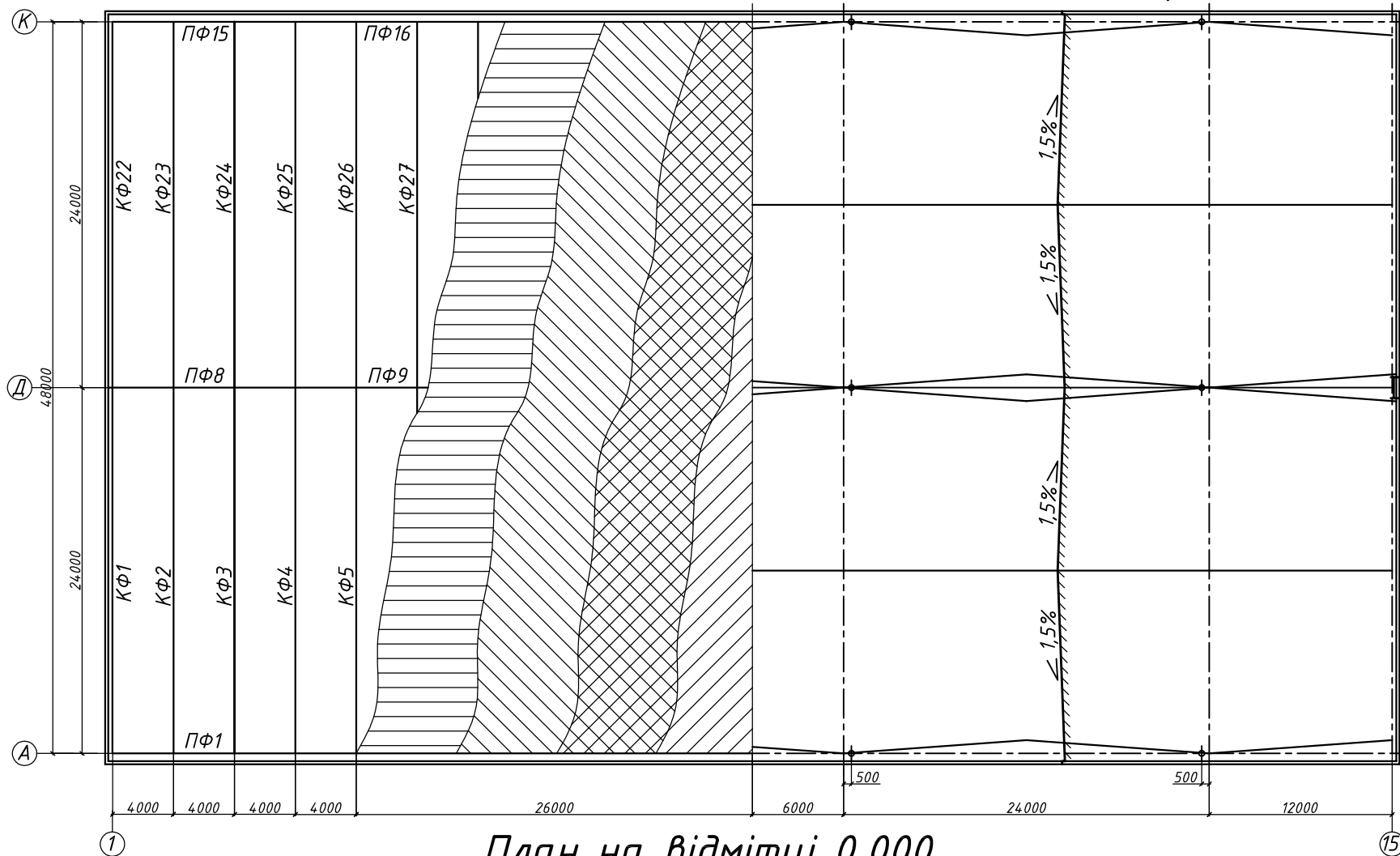
Гідроізоляція (2 шари єврорубероїду)  
 Утеплювач ( $\gamma=400\text{кг/м}^3$ )  
 Пароізоляція (1 шар єврорубероїду)  
 Профільований настил (Н75-750)  
 Кроквяні ферми



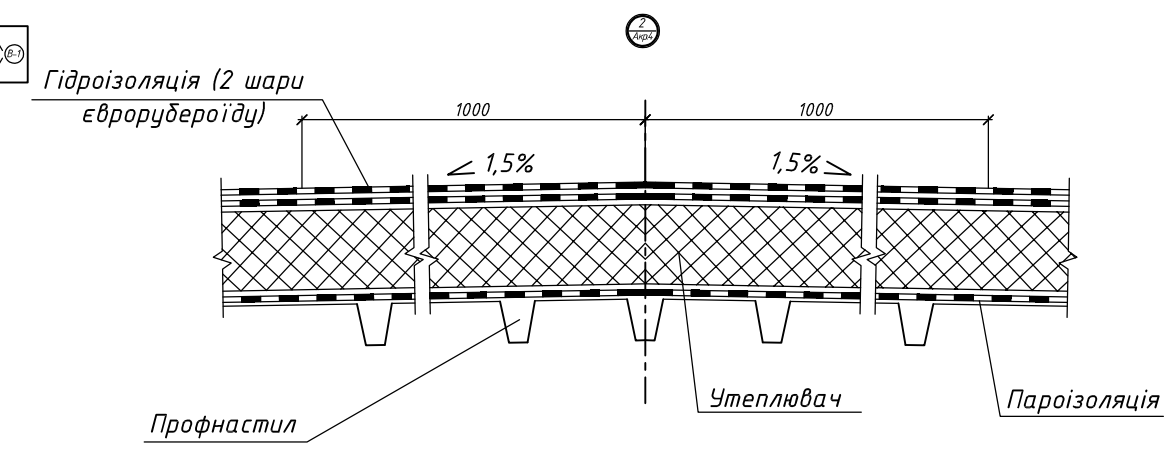
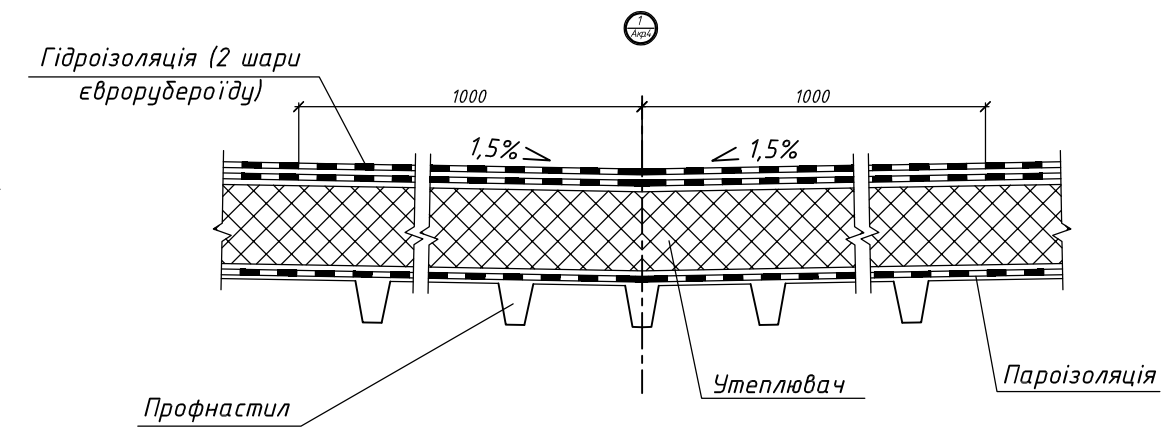
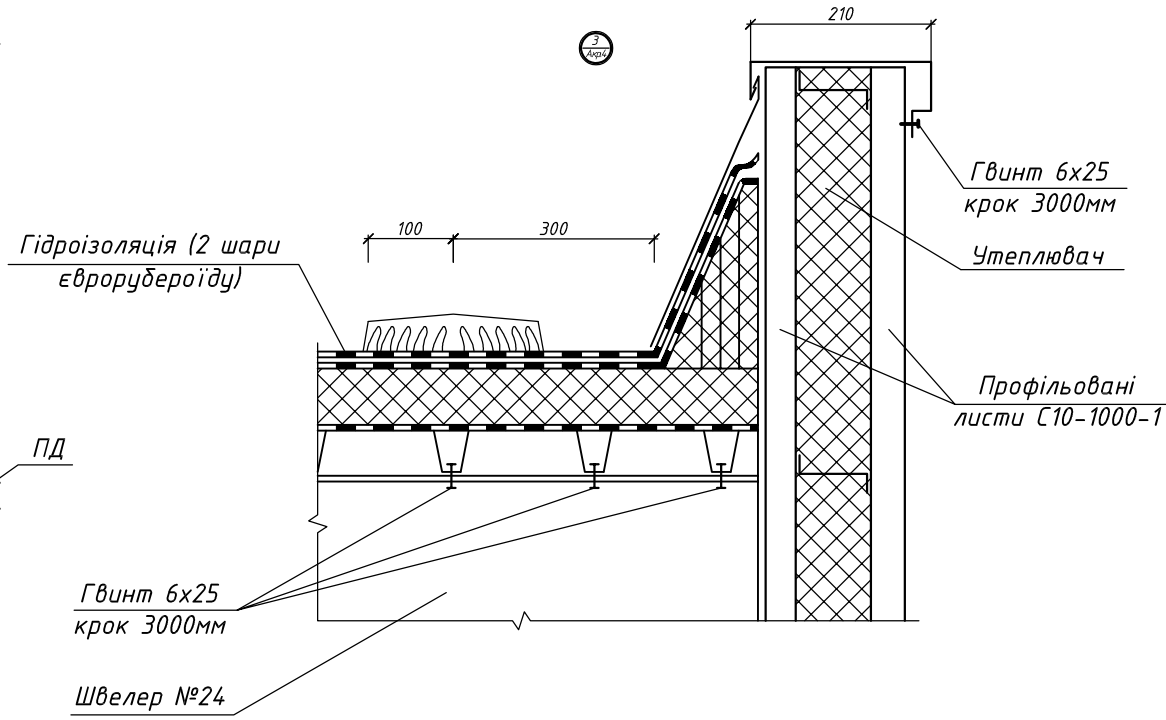
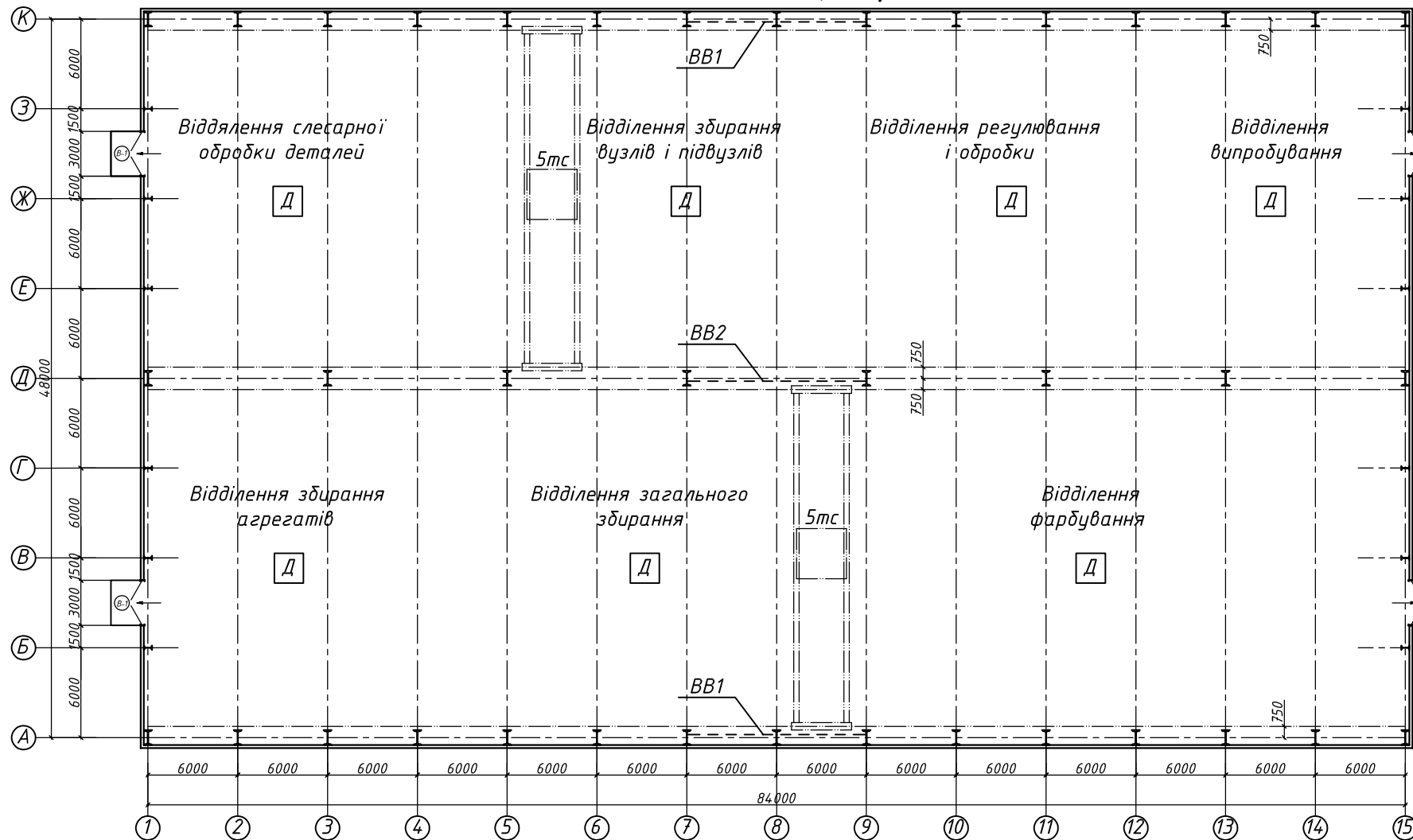
				2МБП 9976665 МР		
Виконав	П.І.Б.	Підпис	Дата	Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, м. Запоріжжя		
Перевірив	Філоненко ОІ			Архітектурно-будівельний розділ		
Керівник	Філоненко ОІ			МР	3	12
Н.контр.	Філоненко ОІ			Поздовжній розріз 1-1, Поперечний розріз 2-2		
Затв.	Семка ОВ			Національний університет імені Юрія Кондратюка, Кафедра БтаЦ		

План покриття

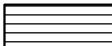



План покрівлі



План на відмітці 0,000



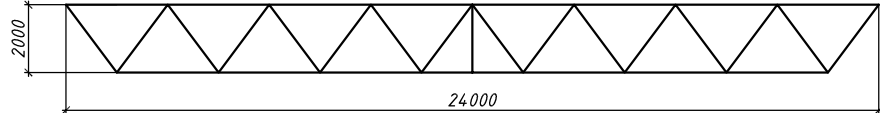
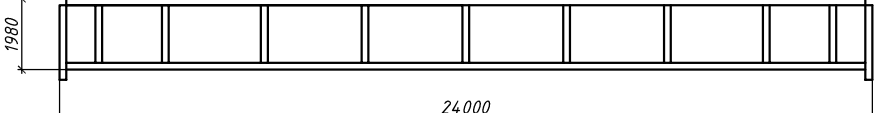
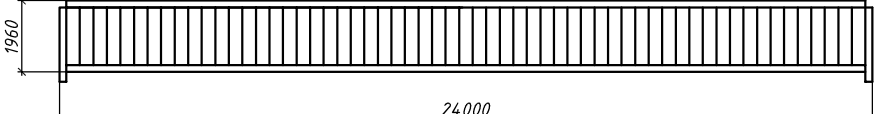
Умовні позначення

-  - профнастил
-  - пароізоляція
-  - гідроізоляція
-  - утеплювач

		2МБП 9976665 МР		Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, м. Запоріжжя			
Виконав	П.І.Б.	Підпис	Дата	Архитектурно-будівельний розділ	Етап	Аркш	Аркшів
Перевірив	Філіпенко О.І.			МР	4	12	Национальний університет імені Юрія Кошарника Кафедра БМБЦ
Керівник	Філіпенко О.І.						
Н.контр.	Філіпенко О.І.			План покриття, план будівлі, план на відмітці 0,000, вузли			
Затв.	Сенко О.В.						

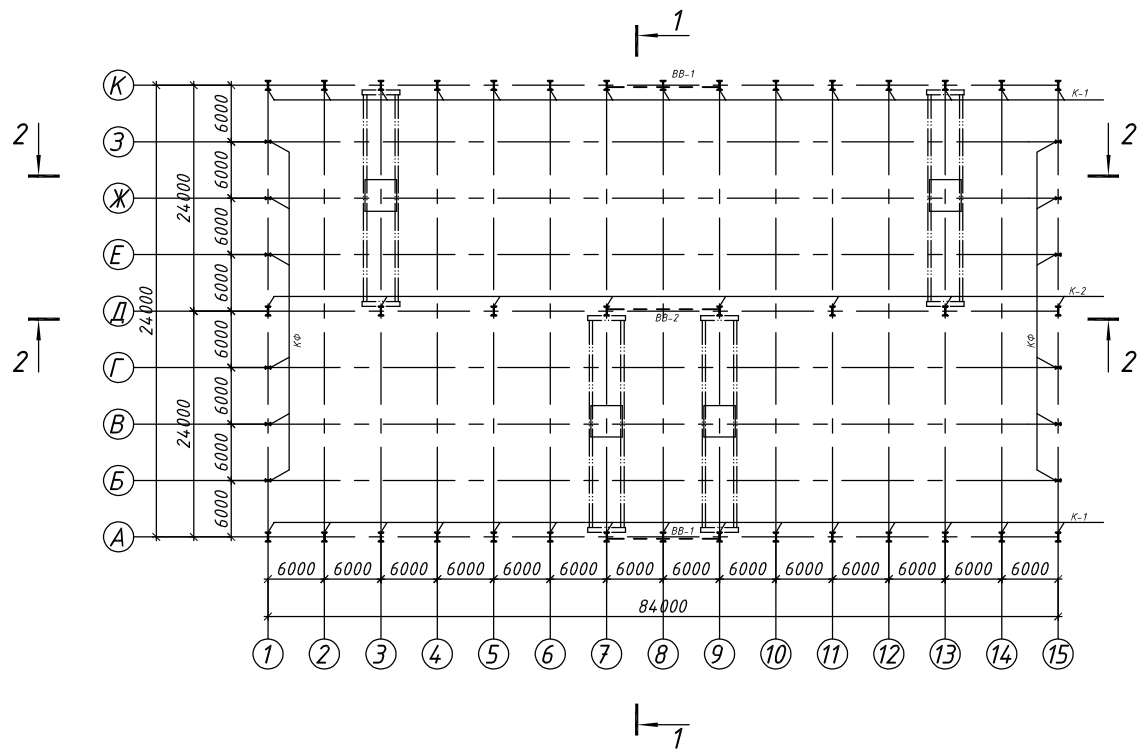


# Порівняння варіантів несучих конструкцій покриття

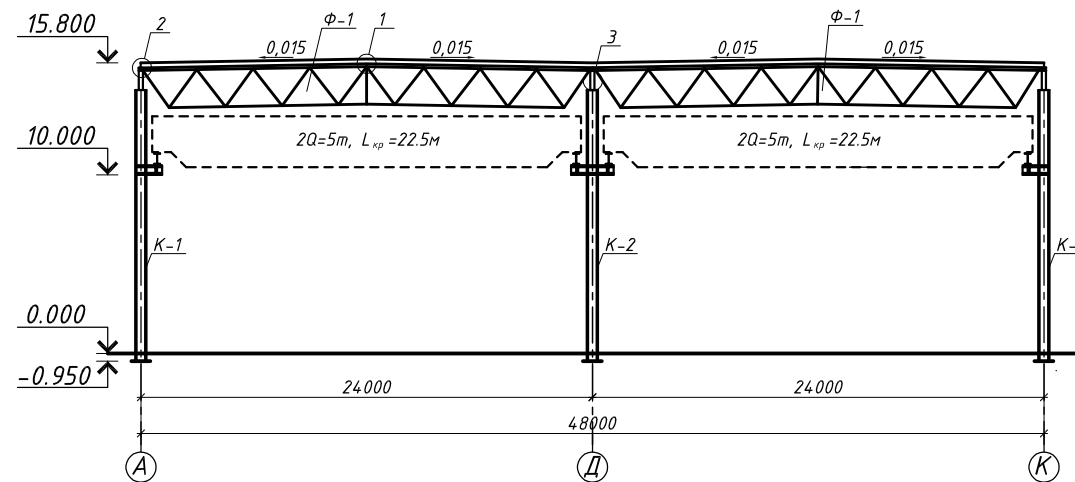
№	Найменування та схема конструкції покриття	Найменування показників				Приведена вартість, грн.
		Маса конструкції, кг	Вартість монтажу, грн.	Вартість в "ділі", грн.	Експлуатаційні затрати, грн.	
1	<p style="text-align: center;">Ферма з паралельними поясами</p> 	1542	16880	79041	3786	83741
2	<p style="text-align: center;">Балка тонкостінна</p> 	5083	50888	218442	6873	228328
3	<p style="text-align: center;">Балка перфорована</p> 	4291	42968	177634	5608	183835

		2МБП 9976665 МР	
Виконав	П.І.Б.	Підпис	Дата
Перевірив	Пена В.Ф.		
Керівник	Філаненко О.І.		
Н.контр.	Філаненко О.І.		
Затв.	Сенко О.В.		
		Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, м. Запоріжжя	
		Розрахунково-конструктивний розділ	
		Етап	Аркуш
		МР	5
		Аркушів	12
		Порівняння несучих конструкцій покриття	
		Національний університет імені Юрія Коцюбинського Кафедра БМЦ	

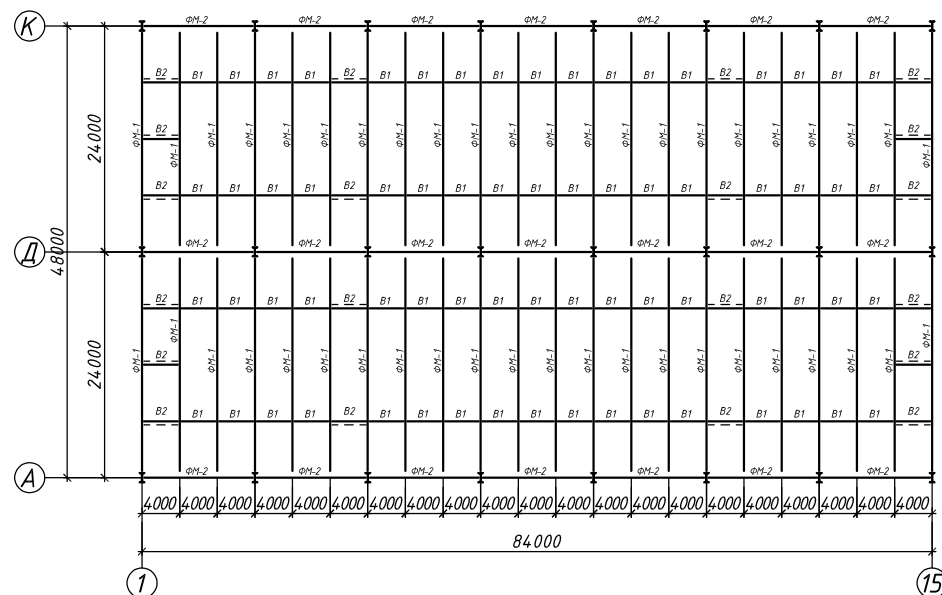
# План на відмітці 0.000



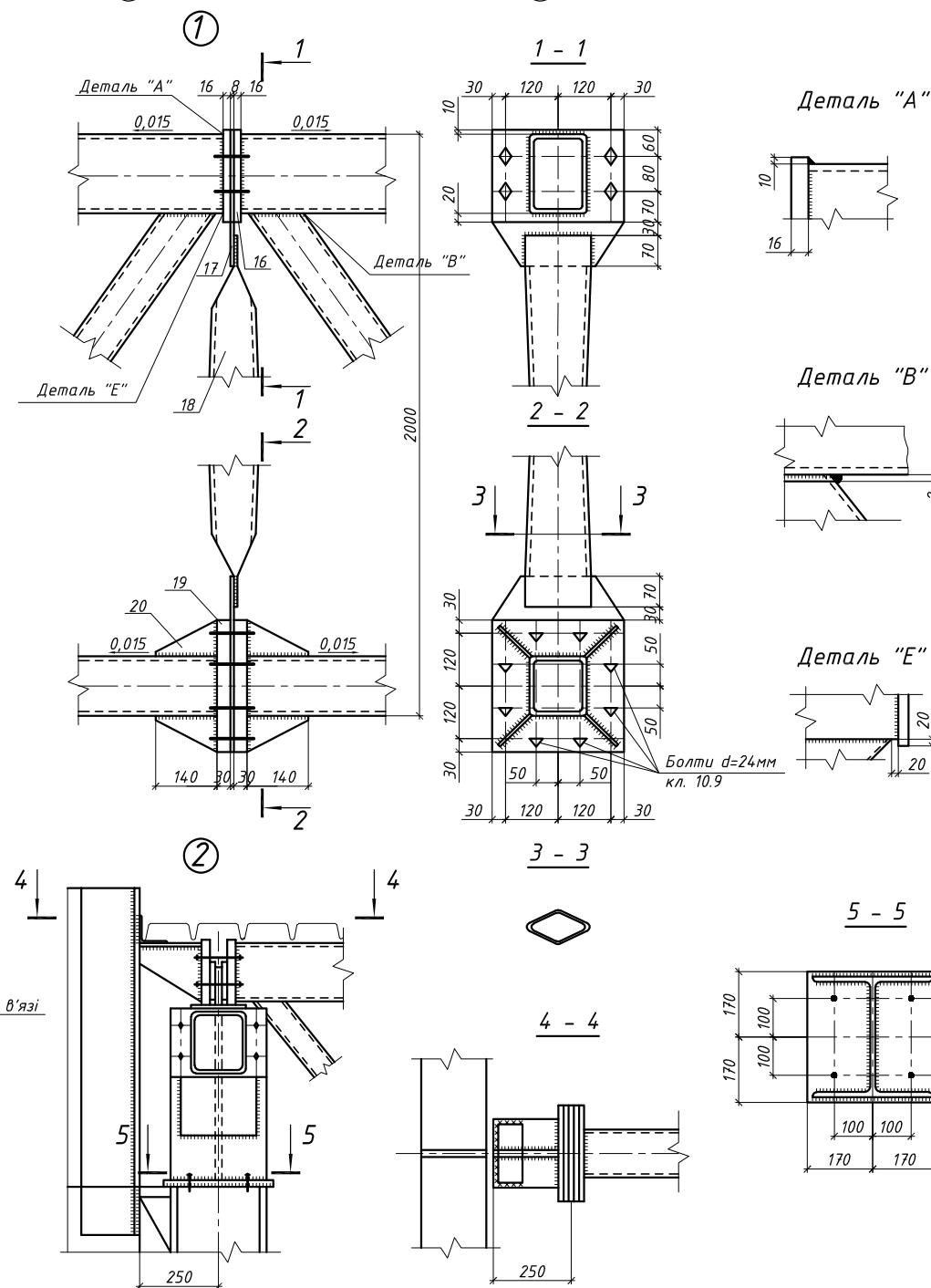
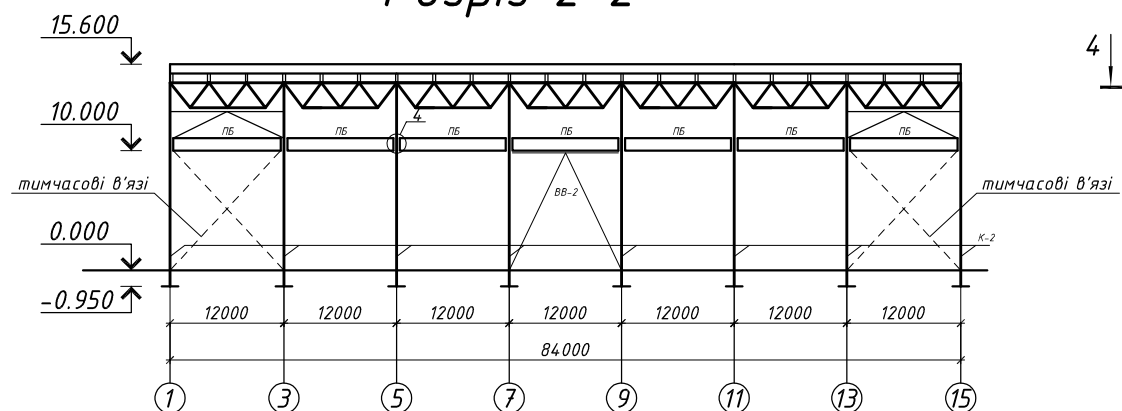
# Розріз 1-1



# Схема конструкції покриття



# Розріз 2-2



# Відомість елементів

Марка	Переріз		Зусилля			Сталь		
	Ескіз	Поз.	Склад	M, кНм	N, кН	Q, кН	Клас	Прим.
K-1	I		I70Ш1	736,4	964,3	687,1	C235	
K-2	I		I70Ш4	276,3	1928,7	836,1	C235	
KФ	I		I50Ш1	—	—	—	C235	
BB1	L		L 50x5	—	50	—	C235	
BB2	L		L 50x5	—	50	—	C235	
B1	L		L 50x5	—	50	—	C235	
B2	L		L 50x5	—	50	—	C235	
Ф1	▼▼▼		Переріз складний	—	—	—	C345	
Ф2	▼▼▼		Переріз складний	—	—	—	C235	
ПБ	I		I20Ш1	—	—	—	C235	
НК-1	I		I30K1	—	—	—	C235	
НК-2	I		I30K1	—	—	—	C235	

# Необхідно

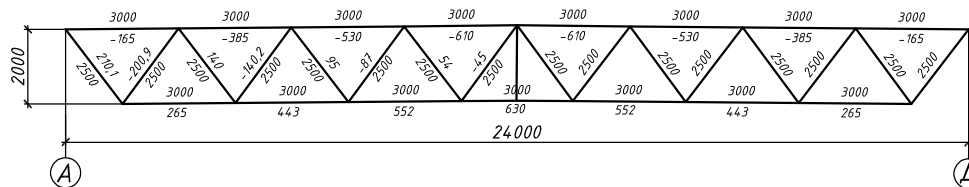
Марка	Кількість	Маса, кг	
		марки	всіх
K-1	30	3188	95640
K-2	8	3476	27808
KФ	12	1680	20160
BB1	44	3998	175912
BB2	21	3128	65688
B1	21	349	7333
B2	2	58	116
Ф1	1	58	58
Ф2	68	20	1360
ПБ	20	20	400
НК-1	30	51	1530
НК-2	8	51	408
	Всього		396413

1. Болти М20, крім обумовлених.
2. Всі шви  $k_f = 4$  мм, крім обумовлених.
3. Зварювання напівавтоматичне зварювальним дротом  $d=1.4-2$  мм марки Св-08ХН2ГМЮ.
4. Всі в'язи показані умовно.

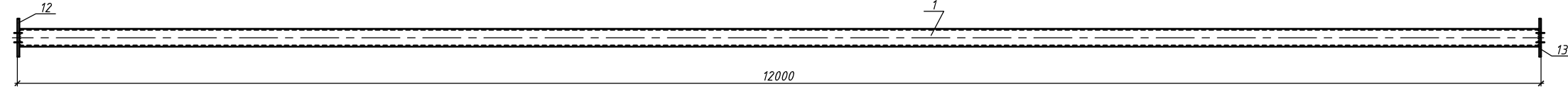
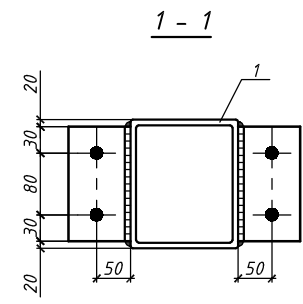
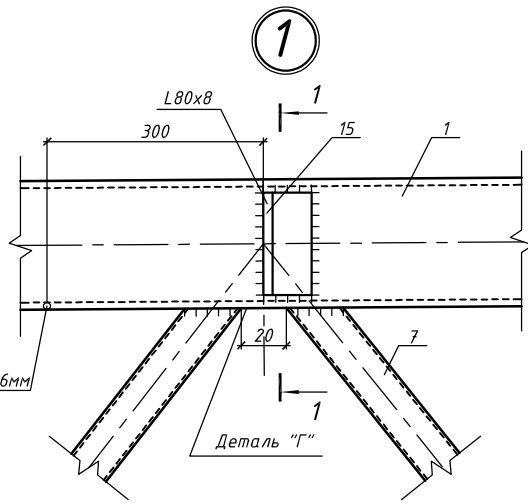
2МБП 9976665 МР		Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, м. Запоріжжя	
Виконав	Микитюк Д.І.	Сталі	Аркуші
Перевірив	Пеня В.Ф.	МР	6
Керівник	Філаненко О.І.	Аркуші	12
Н.контр.	Філаненко О.І.	Розрахунково-конструктивний розділ	
Затв.	Сенко О.В.	Розрізи 1-1, 2-2, вузли	
		Схема розміщення в'язей	
		Національний університет імені Юрія Кошарника Кафедра БтаЩ	

Геометрична схема ферми

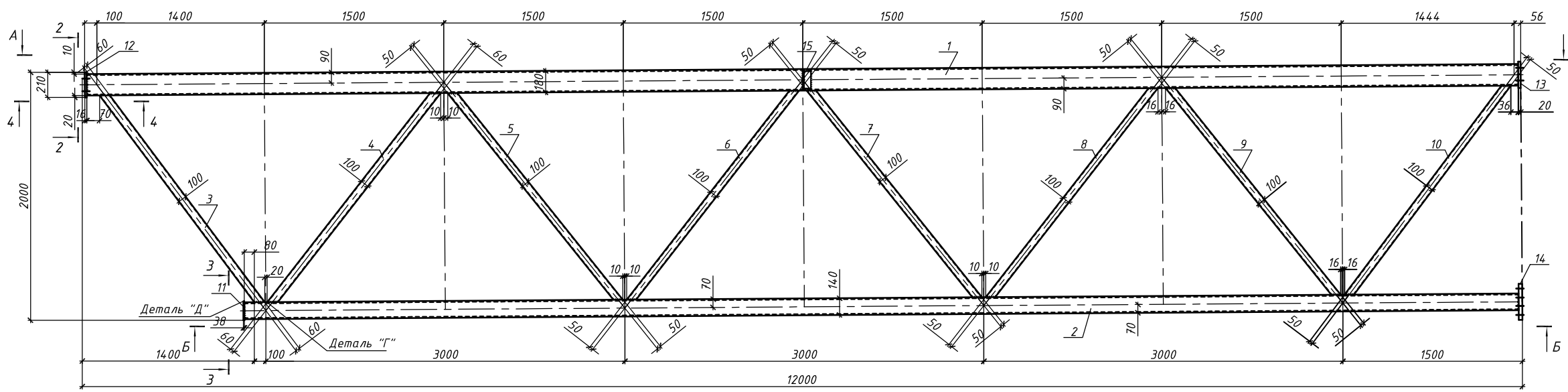
Розміри в мм  
Зусилля в кН



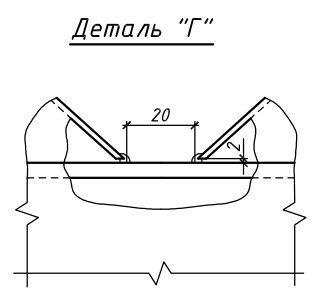
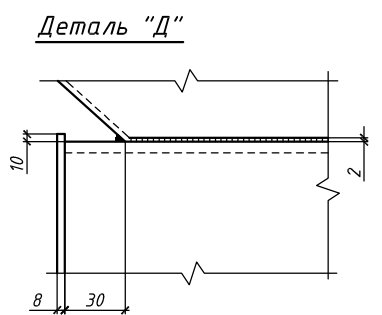
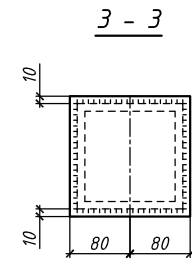
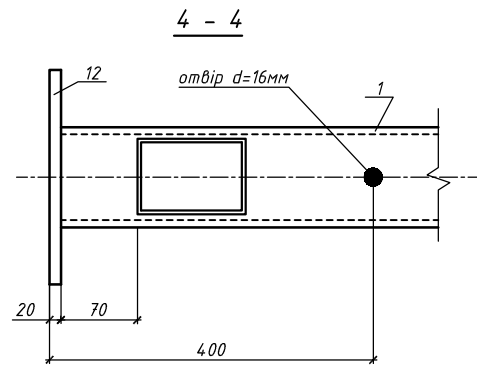
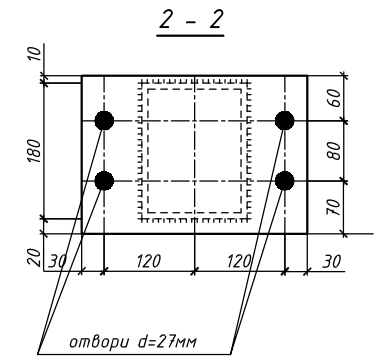
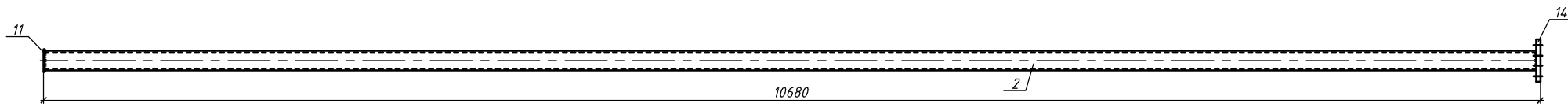
Вид А-А



Ф-1



Вид Б-Б



Специфікація сталі

Мар-ка	Поз	Переріз мм	Довжи-на мм	Кільк-ть	Маса, кг	Мар-ка	Сталь	Прим.	
	1	180x140x4	11960	1	230,4	231	C255		
	2	140x4	10500	1	176,0	176	C255		
	3	90x3	2150	1	17,2	17	C255		
	4	90x3	2100	1	16,8	17	C255		
	5	90x3	2145	1	17,1	17	C255		
	6	90x3	2200	1	17,6	18	C255		
	7	90x3	2155	1	17,3	17	C255		
	8	90x3	2110	1	16,9	17	C255		
	9	90x3	2090	1	16,7	17	C255		
	10	90x3	2165	1	17,3	17	C255		
Ф-1	11	-170x8	160	1	6,9	7	771	C255	
	12	-210x16	300	1	31,7	32	C255		
	13	-220x16	300	1	33,2	34	C255		
	14	-300x30	300	1	84,8	85	C255		
	15	L80x8	180	1	1,8	2	C255		
	16	-210x16	300	1	7,9	8	C255		
	17	-300x8	310	1	5,8	6	C255		
	18	90x3	2100	1	16,8	17	C255		
	19	-300x30	300	1	21,2	22	C255		
	20	-70x3	140	2	0,23	1	C255		
					Зварні шви 1,5%		13		

1. Матеріал ферми - сталь С345 по ГОСТ 27772-88 та ГОСТ 30245-2003.

2. Ферма виконується з гнутих замкнених зварних квадратних профілів по ТУЗБ-2287.

3. Всі фасонні деталі виконуються з універсальної широполосної сталі по ГОСТ 82-70.

4. Зварювання напівавтоматичне, зварний дріт d=2мм марки СВ-08А, покриття електродом З42.

5. Всі непозначені катети швів k =4мм.

6. Болти М16 зі сталі класу міцності 4.8, і нормальної точності болти d=30мм зі сталі класу міцності 8.8.

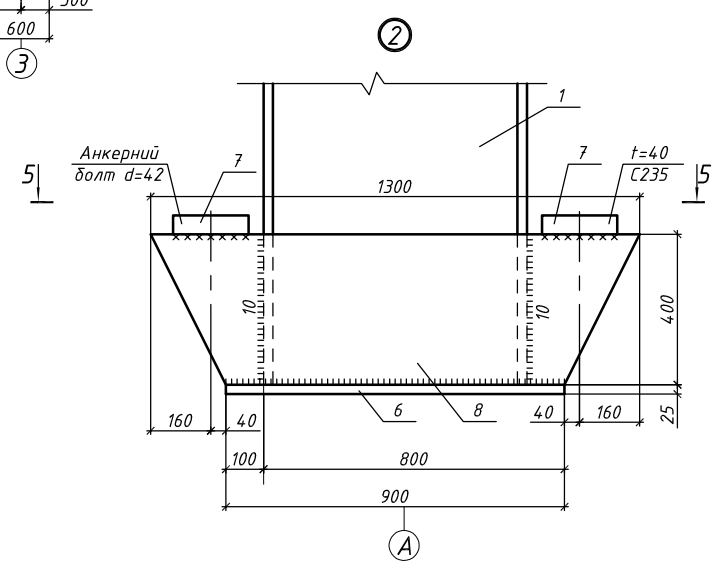
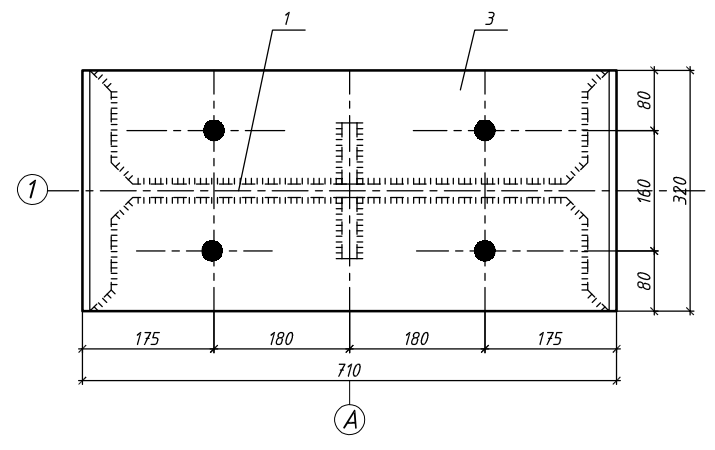
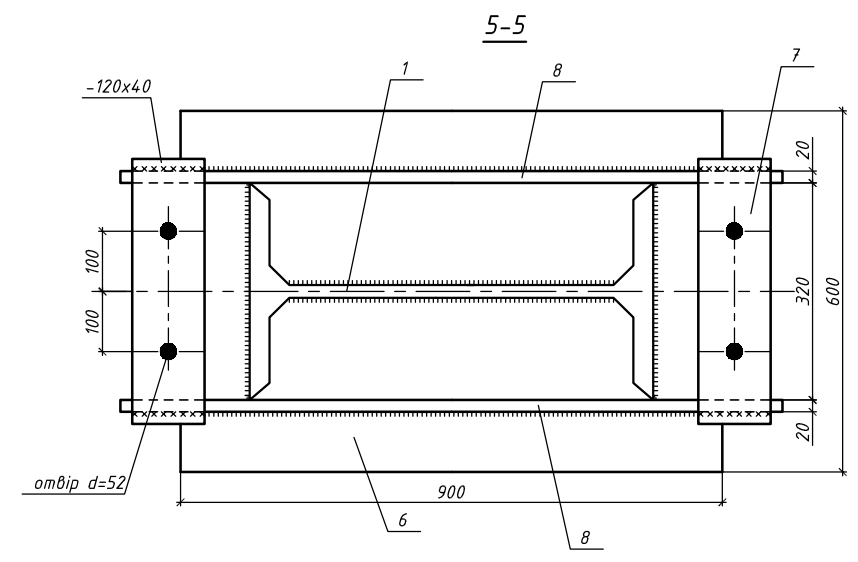
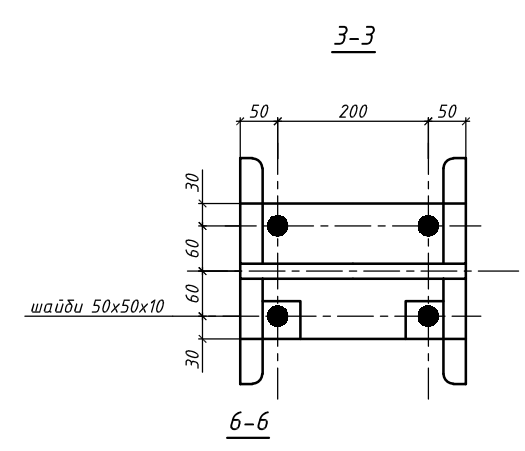
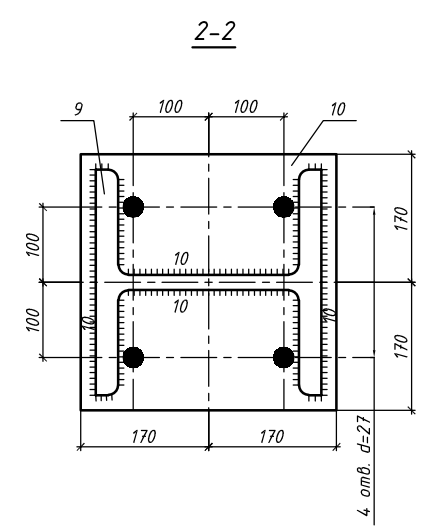
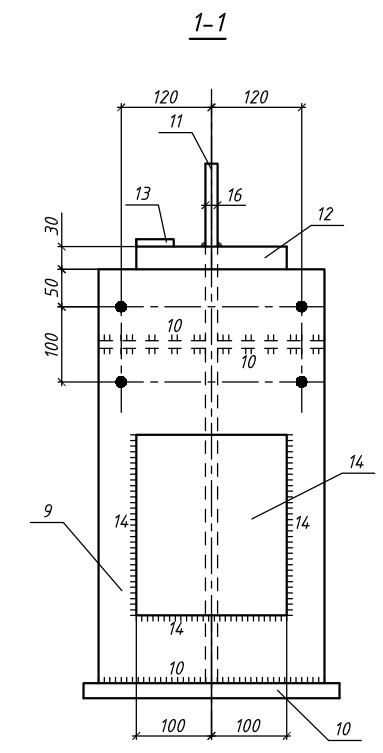
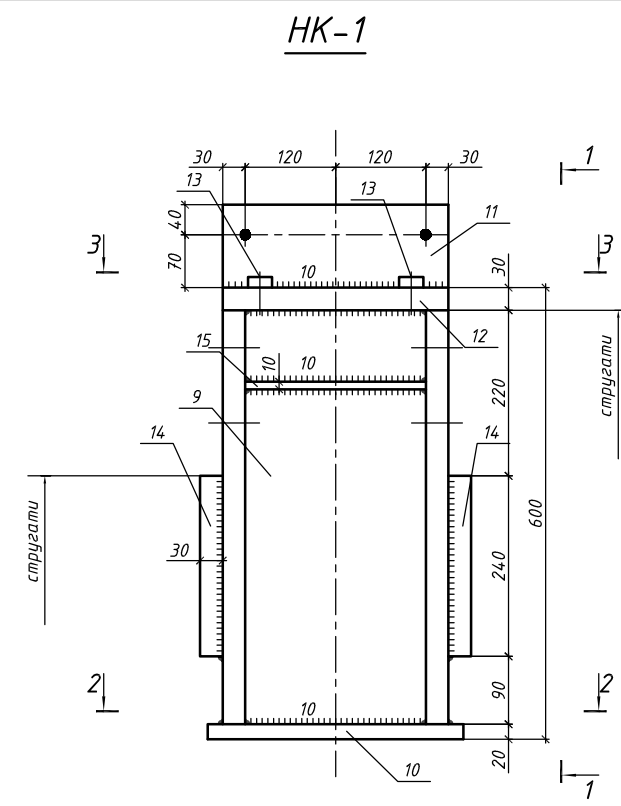
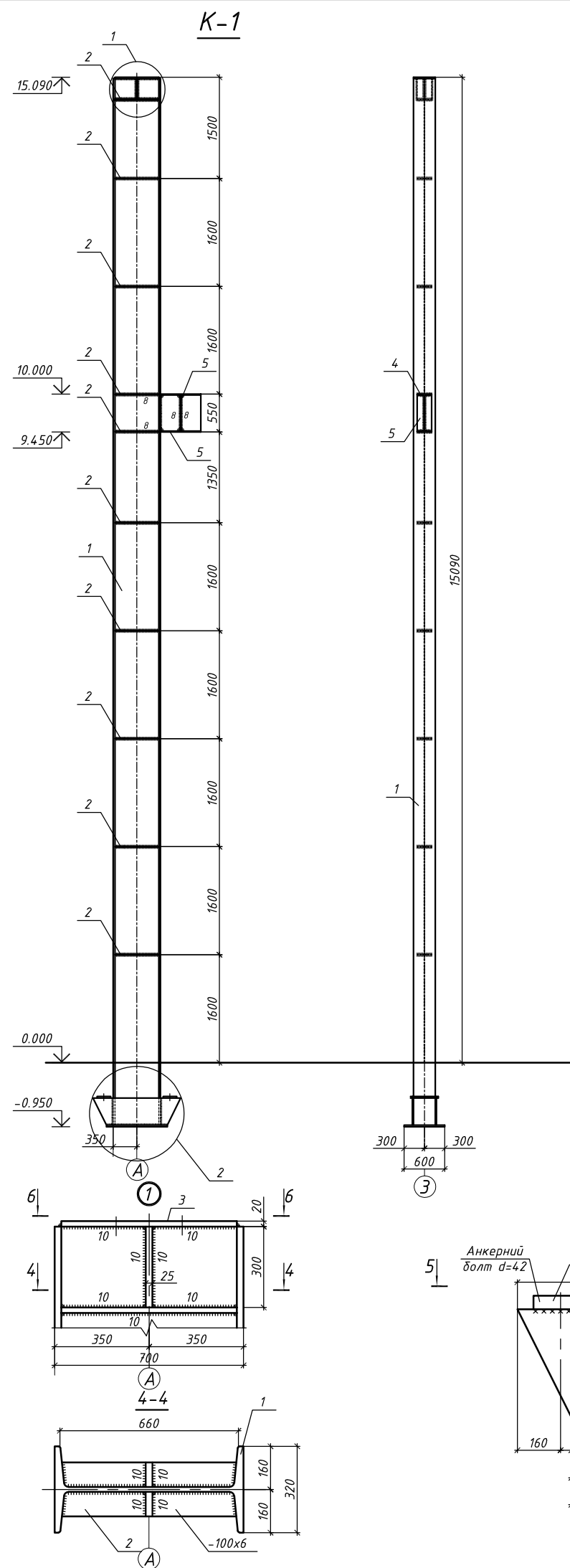
7. Всі отвори крім позначених d=19мм.

			2МБП 9976665 МР		
Виконав	Микитас Д.І.	Підпис	Дата	Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, м. Запоріжжя	
Перевірив	Пеня В.Ф.			Розрахунково-конструктивний розділ	Сталі
Керівник	Віланенко О.І.				Аркуші
Н.контр.	Віланенко О.І.				7
Затв.	Сенко О.В.			Геометрична схема ферми Ферма Ф-1	12

Національний університет імені Фріда Кавратока Кафедра БІАЦІ

# Специфікація метала

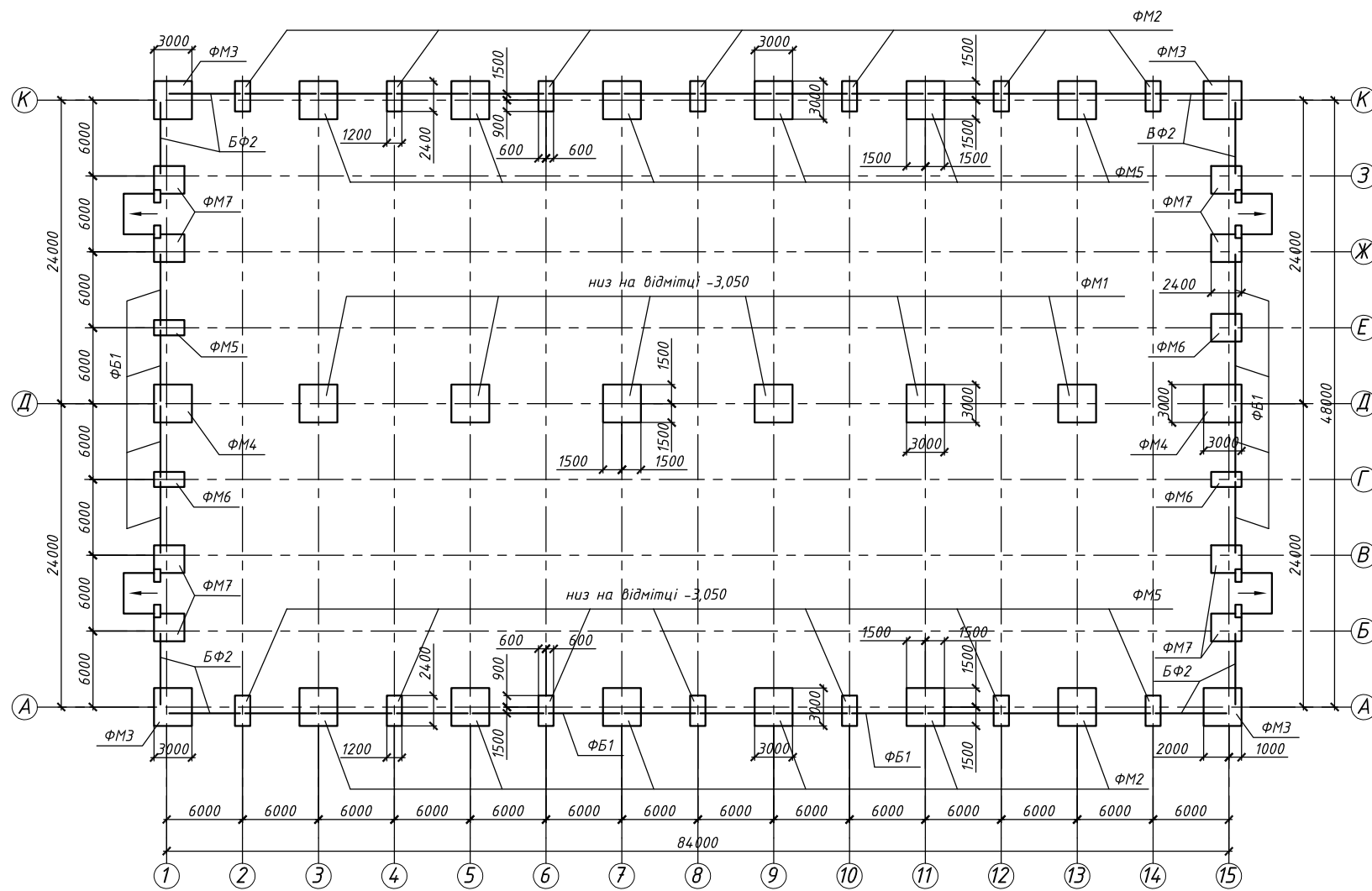
Мар-ка	Поз.	Переріз мм	Довж-на мм	Кільк-ть	Маса, кг	Мар-ка	Сталь	Прим.	
К-1	1	I 70Ш1	16000	1	26,75	26,75	С235		
	2	-100x6	660	20	3,11	62,2	С235		
	3	-320x30	700	1	52,75	52,75	С235		
	4	I 55Б1	500	1	43,15	43,15	С235		
	5	-105x6	550	2	2,72	5,44	С235	3188	
	6	-600x25	900	1	105,98	105,98	С235		
	7	-120x40	440	2	16,58	33,16	С235		
	8	-400x20	1300	2	81,64	163,28	С235		
Зварні шви 1,5%								С235	
НК-1	9	I 30К1	550	1	46,04	46,04	С235		
	10	-340x20	340	1	18,15	18,15	С235		
	11	-110x16	300	1	4,15	4,15	С235		
	12	-200x30	300	1	14,13	14,13	С235		
	13	-50x10	50	2	0,196	0,393	С235	118	
	14	-200x30	240	2	11,3	22,6	С235		
	15	-240x10	300	2	5,65	11,3	С235		
Зварні шви 1,5%								С235	



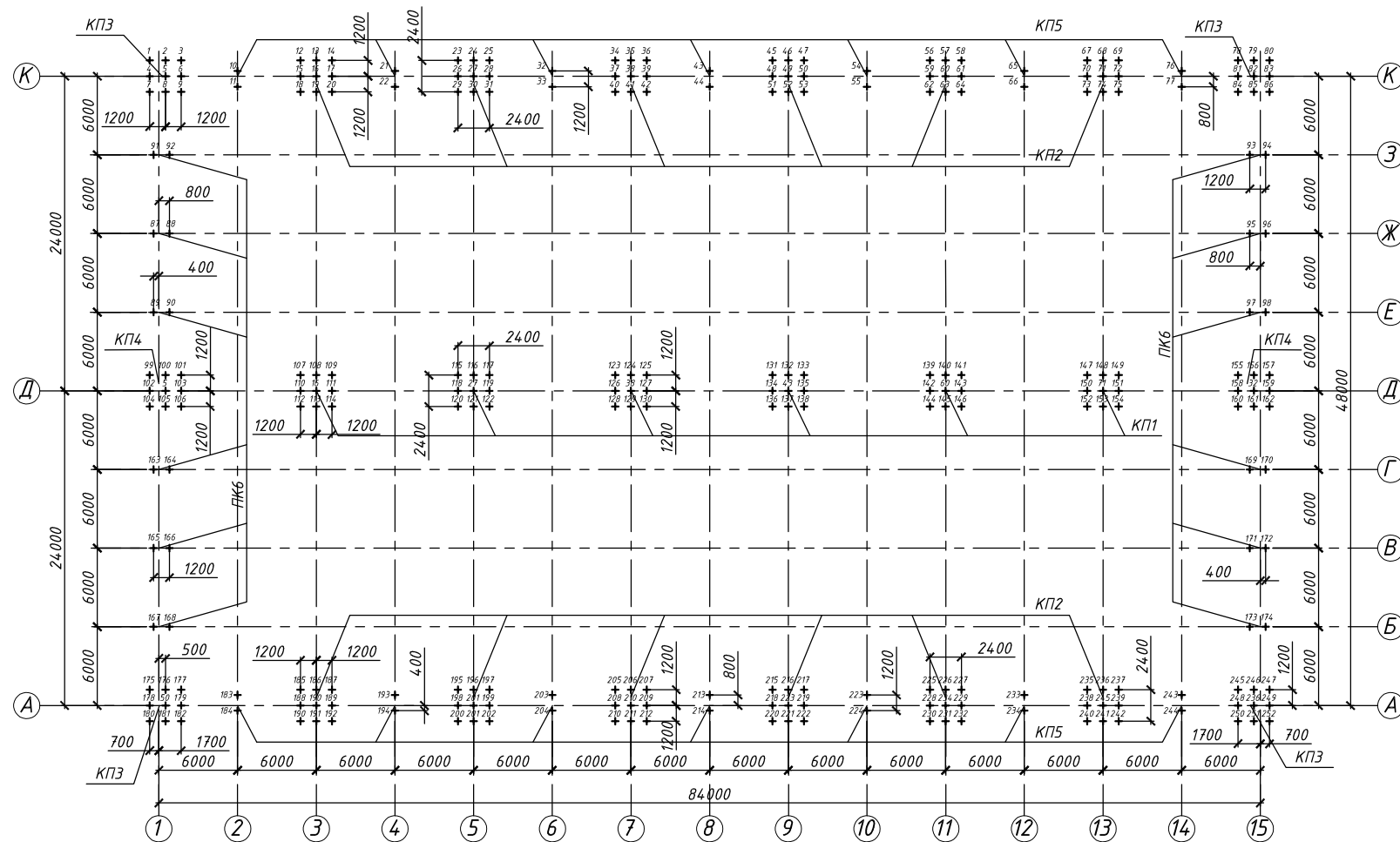
1. При ручному зварюванні застосовувати електроди З-42 ГОСТ 9467-75.
2. Матеріал колони - сталь класу С235 за ГОСТ 27772.
3. Всі отвори НК-1 виконувати  $d = 23\text{мм}$ .
4. Шайби НК-1 ставляться по 2 шт. на кожний надколонник і вставляються відповідно до розрахунку.
5. Всі зварні шви виконувати катетом 4мм, крім обумовлених.
6. Болтові з'єднання на болтах М16 класу 4,8, крім обумовлених.
7. Заводські з'єднання виконувати автоматичним або напівавтоматичним зварюванням: зварний дріт  $d = 2\text{мм}$  СВ-08ГА ГОСТ 2246-70\*; флюс марки АН-6 ГОСТ 9087-81.

2МБП 9976665 МР			
Виконав	М.І.Б.	Підпис	Дата
Перевірив	Пеня В.Ф.	Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, м. Запоріжжя	
Керівник	Філаненко О.І.	Розрахунково-конструктивний розділ	Сталі Аркуші Аркуші
Н.контр.	Філаненко О.І.	Колона К-1, надколонник НК-1	МР 8 12
Затв.	Сенко О.В.	вузли, специфікація	Національний університет імені Юрія Кошарника Кафедра ЕтаЦІ

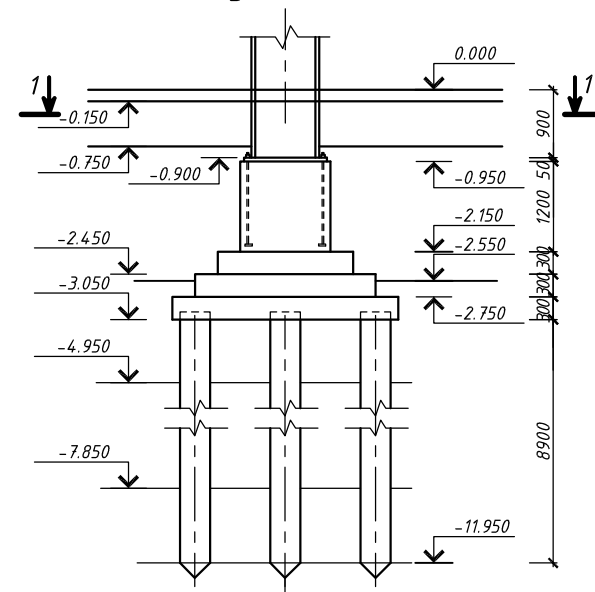
### Схема розташування ростверка



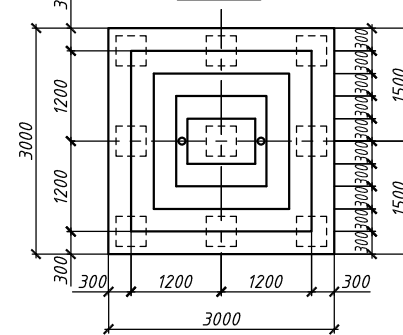
### Схема розміщення паль



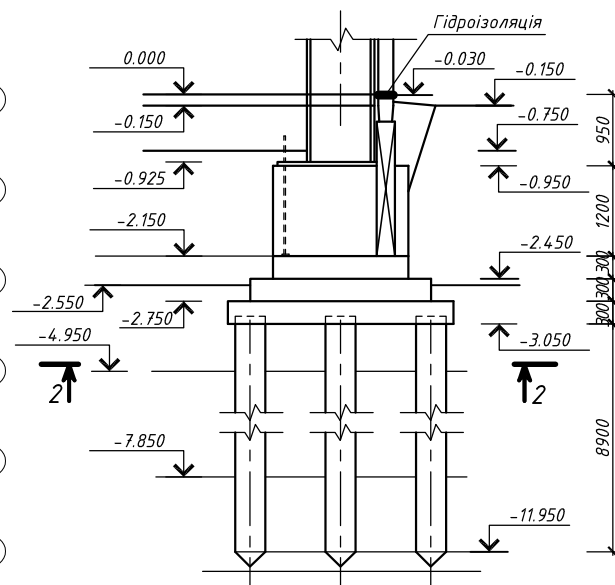
### Фундамент ФМ1



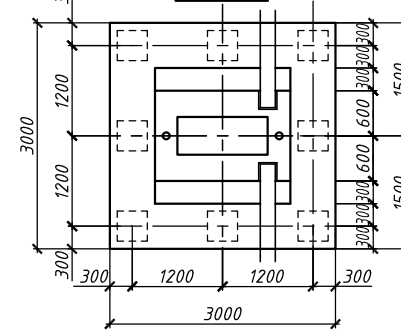
### 1 - 1



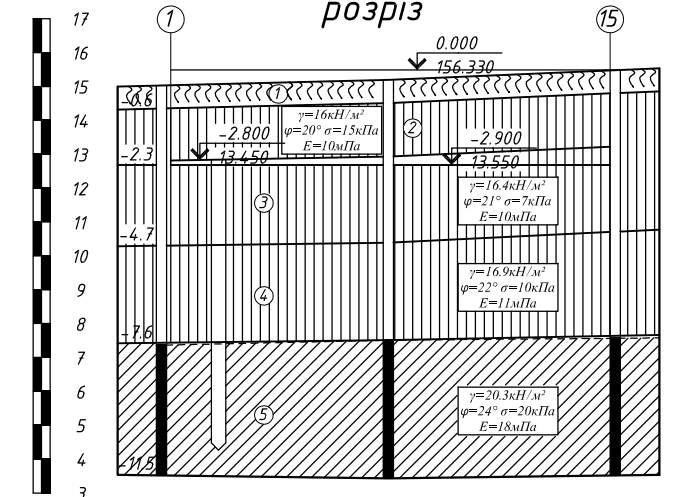
### Фундамент ФМ2



### 2 - 2

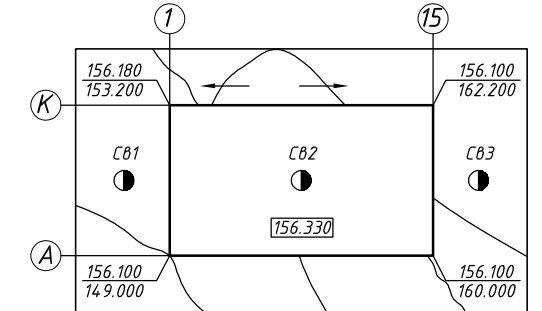


### Інженерно-геологічний розріз



Номер і глибина виробітки, м	1 16.45	2 16.50	3 16.50
Абсолютна відмітка устя вироб., м	16.15	16.30	16.50
Відстань між виробітками, м	4.9	4.9	
Ухил рель'єфу між виробітками	0.005	0.005	

- 1 Рослинно-грунтовий шар
- 2 Суглинок твердий, просадочний
- 3 Суглинок текучопластичний
- 4 Суглинок текучопластичний
- 5 Суглинок текучопластичний



### Специфікація

Марка	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, кг	Прим.
<b>Фундаменти монолітні</b>					
ФМ1	1.4.11.1-1/89	ФМ 30.30.21	6	4466	
ФМ2	1.4.11.1-1/89	ФМ 30.30.21	12	4972	
ФМ3	1.4.11.1-1/89	ФМ 30.30.21	4	4972	
ФМ4	1.4.11.1-1/89	ФМ 30.30.21	2	4972	
ФМ5	1.4.11.1-1/89	ФМ 24.12.21	14	3182	
ФМ6	1.4.11.1-1/89	ФМ 24.12.21	4	3182	
ФМ7	1.4.11.1-1/89	ФМ 24.12.21	8	4563	
<b>Палі забивні</b>					
1-252	ГОСТ 19804.1-79	С9-40	260	3698	
<b>Балки фундаментні</b>					
ФБ1	1.4.15-1 вик1	ФБ6-2	32	2025	
ФБ2	1.4.15-1 вик2	ФБ6-2	8	2164	

1. Фундаменти виконуються з бетону класу В15.

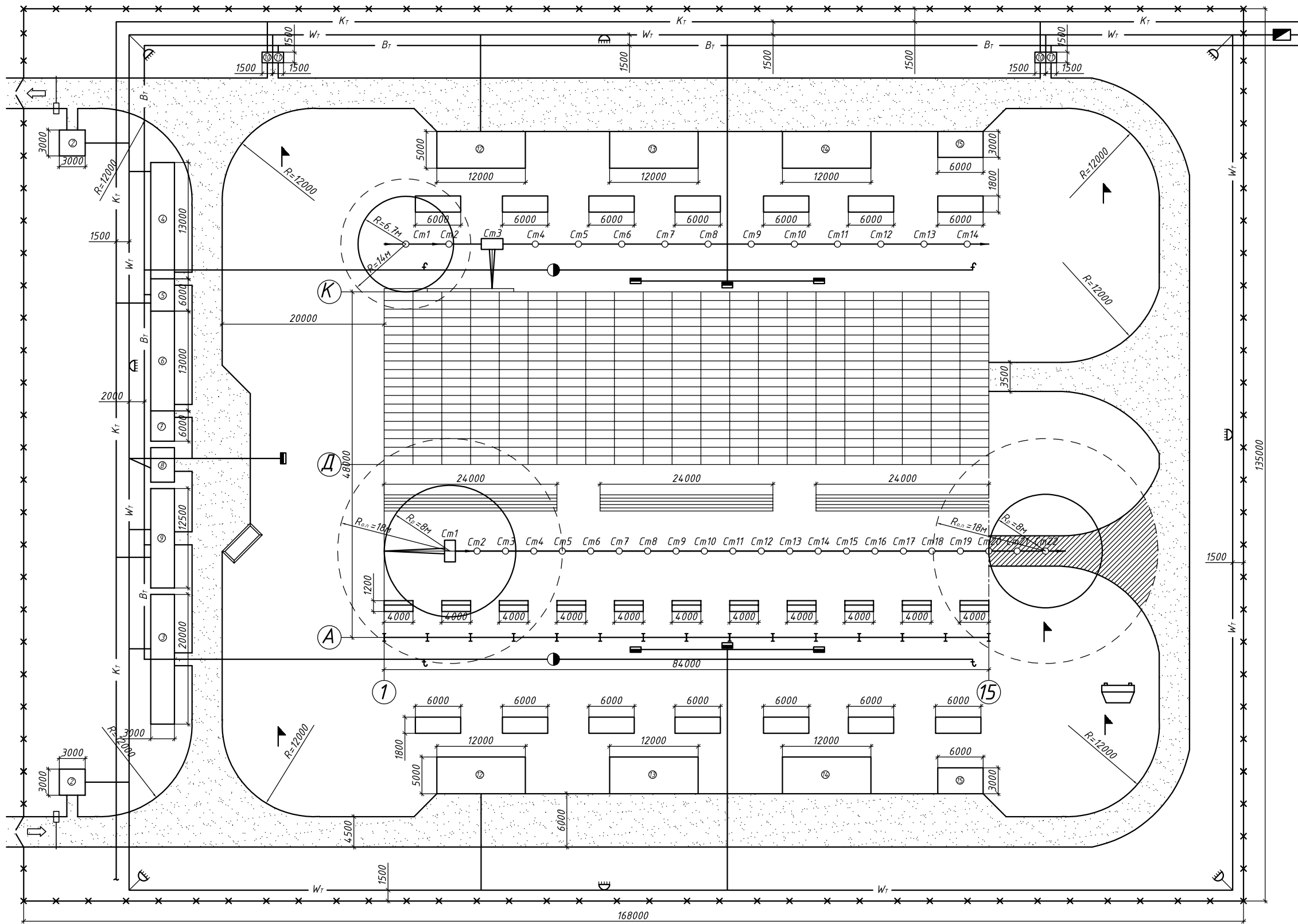
2. Місце будівництва - м. Суми.

3. Пацуку котлованів ущільнити до  $\delta_d = 1.65 \gamma / m^2$

2МБП 9976665 МР				Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, м. Запоріжжя		
Виконав	П.І.Б.	Підпис	Дата	Стаття	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Філаненко О.І.			Розрахунково-конструктивний розділ	МР	9 12
Керівник	Філаненко О.І.			Схема розташування ростверків, схема розміщення паль ФМ1, ФМ2		
Начальник	Філаненко О.І.			Національний університет імені Фріда Кондратюка Кафедра БТДЦ		
Затв.	Сенко О.В.					



Об'єктний будгенплан



№ п/п	Найменування	Кількість шт	Розмір м	Площ. м <sup>2</sup>
1	Об'єкт будівництва (складальний цех)	1	48x84	4032
2	Диспетчерська	2	3x3	9
3	Контора, охорона	1	3x20	60
4	Гардеробна для чоловіків	1	3x13	39
5	Душова для чоловіків	1	3x6	18
6	Гардеробна для жінок	1	3x13	39
7	Душова для жінок	1	3x6	18
8	Сушилка	1	3x6	18
9	Приміщення для прийому їжі	1	3x12,5	37,5
10	Туалет для чоловіків	2	1,5x1,5	2,25
11	Туалет для жінок	2	1,5x1,5	2,25
12	Закритий неопалювальний склад	2	5x12	60
13	Обгороджений навіс	2	5x12	60
14	Відкритий склад	2	5x12	60
15	Комора	2	3x6	18

Умовні позначення

- - місце складування панелей
  - - тимчасові дороги
  - - небезпечні зони
  - ▨ - місце складування металевих ферм
  - ▨ - місце складування профнастилу
  - ▨ - дункер для розчину
  - × × × - огороження
  - W<sub>r</sub>- - тимчасова електромережа
  - B<sub>r</sub>- - тимчасовий водопровід
  - K<sub>r</sub>- - тимчасова каналізація
  - Cm2 Cm3 - робочий хід і стоянки крану
  - — — - ворота
  - ☀ - прожектор
  - ф - фонтанчик для пиття
  - — — - щит для підключення
  - — — - розподільчий шкаф
  - — — - шлагбаум
  - - пожежний гідрант
  - ▲ - попереджувальний знак
  - ☪ - стенд зі схемами безпеки монтажу
  - - водовідвідний колодець
  - ▨ - місце розвантаження, розширення
  - ☛ - автомобільний кран
  - - робочий хід машини
  - — — - робоча зона крану (небезпечна зона)
  - - - - - монтажна зона (потенційно небезпечна зона)
- R<sub>p</sub>-радіус робочої зони крану  
R<sub>o.n.</sub>-радіус потенційно небезпечної зони

2МБП 9976665 МР		Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, м. Запоріжжя	
Виконав	П.І.Б.	Підпис	Дата
Перевірив	Філаненко О.І.	Організація та технологія будівництва	Старія
Керівник	Філаненко О.І.	Об'єктний будгенплан, експлікація, умовні позначення	Аркуші
Н.контр.	Філаненко О.І.	Национальний університет імені Юрія Кодратюка	Аркуші
Затв.	Сенко О.В.	Кафедра БтаЩ	Аркуші



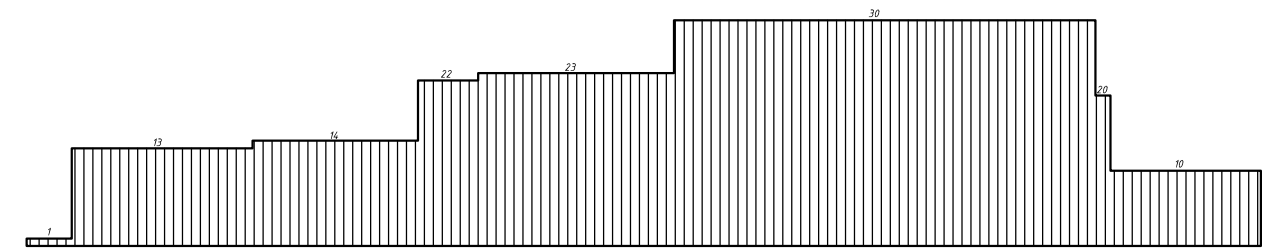
# Календарний графік виконання робіт

№ п/п	Найменування робіт	Обсяг робіт		Затрати праці люд.-дні	Тривалість робіт у днях	Кількість змін	Склад бригади (ланки)	Чисельність працюючих у зміні	2023 рік																											
		Одиниця виміру	Кількість						Червень							Липень							Серпень							Вересень						
									1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1	Планування будівельного майданчика	1000м <sup>2</sup>	30	0,64	1	1	Машиніст бр-1	1	10																											
2	Зріз рослинного шару ґрунту	1000м <sup>3</sup>	1,35	0,59	1	1	Машиніст бр-1	1																												
3	Розробка ґрунту екскаватором у відвал	1000м <sup>3</sup>	1,8	4,35	2	2	Машиніст бр-1	1																												
4	Влаштування дуронадивних паль	м <sup>3</sup>	793,5	289,6	13	8	Машиніст 5р-1 Бетонщик 4р-3	4																												
5	Розробка ґрунту вручну	100м <sup>3</sup>	0,7	13,48	3	1	Землекоп 3р-1; 2р-1	2																												
6	Влаштування монолітного з/б ростверку	м <sup>3</sup>	205,2	92,34	5	2	Бетонщик 4р-1; 3р-1; 2р-1; 1р-1	4																												
7	Зворотня засипка	1000м <sup>3</sup>	3,15	11,025	3	1	Машиніст бр-1	1																												
8	Монтаж металевих колон	т	67	83,44	7	2	Машиніст бр-1 Монтажник бр-15р-1	3																												
9	Влаштування фундаментних балок	шт	42	22,09	3	2	Машиніст бр-1 Монтажник бр-15р-1	3																												
10	Засипка під фундаментні балки	м <sup>3</sup>	16,3	3,6	4	1	Машиніст бр-1	1																												
11	Влаштування горизонтальної гідроізоляції	100м <sup>2</sup>	40,32	20,3	2	2	Ізолявальник 4р-1; 3р-1; 2р-1	3																												
12	Монтаж підкранових балок	т	19,6	43,63	7	1	Машиніст бр-1 Монтажник бр-15р-1	6																												
13	Монтаж ферм і проф настилу	т	316	760,83	20	2	Машиніст бр-1 Монтажник бр-15р-14р-1	5																												
14	Монтаж прогонів, віконних переплотів і панелей типу "сандвич"	100м <sup>2</sup>	51,57	86,04	16	2	Машиніст бр-1 Монтажник бр-15р-14р-1	5																												
15	Ущільнення ґрунту щеднем під підлогу	м <sup>3</sup>	79,2	4,32	1	1	Бетонщик 3р-1; 2р-1	2																												
16	Влаштування бетонної підготовки	100м <sup>2</sup>	5,28	3,38	2	1	Бетонщик 4р-1; 2р-1	3																												
17	Влаштування пароізоляції	100м <sup>2</sup>	40,32	6	2	1	Ізолявальник 4р-2; 2р-1	4																												
18	Влаштування утеплювача	100м <sup>2</sup>	40,32	66,29	5	1	Ізолявальник 4р-2; 3р-2; 2р-2	6																												
19	Влаштування цементної стяжки	100м <sup>2</sup>	40,32	19,56	3	1	Ізолявальник 4р-2; 3р-2; 2р-2	6																												
20	Влаштування рулонної покрівлі	100м <sup>2</sup>	40,32	181,32	5	2	Покрівельник 3р-1; 2р-1	3																												
21	Встановлення воріт	м <sup>2</sup>	36	5,89	2	1	Монтажник 3р-1; 2р-1; 1р-1	3																												
22	Скління вікон	100м <sup>2</sup>	80,64	103,75	10	1	Стекольщик 3р-10	10																												
23	Влаштування підкранових шляхів	т	8,9	164	7	2	Машиніст бр-1 Монтажник бр-14р-2; 3р-1	5																												
24	Санітарно-технічні роботи	%	—	235	9	2	Сантехнік 4р-2; 2р-3	5																												
25	Електромонтажні роботи	%	—	162	6	2	Електрик 4р-3; 2р-1	5																												
26	Монтаж мостових кранів і налагодження обладнання	%	—	359	11	2	Монтажники бр-1; 5р-1; 3р-2; 4р-1	5																												
27	Оздоблювальні роботи	100м <sup>2</sup>	83,82	198,33	8	2	Маляр 4р-1; 3р-1 Штукатур 4р-2; 3р-1	5																												
28	Влаштування вимощень і пандусів	100м <sup>2</sup>	4,06	8,57	3	2	Бетонщик 4р-1; 2р-1	2																												
29	Фарбування фасаду	100м <sup>2</sup>	83,82	95,2	5	2	Маляр 5р-1; 4р-1; 3р-2	4																												
30	Підготовка до здачі об'єкта комісії	%	—	9	3	2	Спеціалісти - 3 Різнорабочі - 2	5																												
31	Невраховані роботи	—	—	273				183																												

## Умовні позначення

- робота } Головний шлях
- резерв часу роботи } Не головний шлях
- резерв часу розриву } Не головний шлях
- 3-6-0-0 - кількість днів і робітників в I-II-III зміні
- $\alpha$  - коефіцієнт нерівномірності руху робітників
- $R_{max}$  - максимальна кількість робітників
- $R_{cp}$  - середня кількість робітників

Графік руху робітників



$$\alpha = R_{max} / R_{cp} = 30 / 20,25 = 1,48 < 1,5$$

## ТЕП

№	Найменування	Од.вим.	Кількість
1	Об'єм будівлі	м <sup>3</sup>	64512
2	Максимальна кількість робітників	чол.	30
3	Середня кількість робітників	чол.	21
4	Загальні витрати праці	люд.-дн.	3360,7
5	Затрати праці на одиницю об'єму будівлі	люд.-дн./м <sup>3</sup>	0,052
6	Тривалість будівництва	днів	82

Виконав		П.І.Б.	Підпис	Дата	2МБП 9976665 МР		
Перевірив	Філаненко О.І.				Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, м. Запоріжжя		
Керівник	Філаненко О.І.				Організація та технологія будівництва		
Н.контр.	Філаненко О.І.				МП	12	12
Затв.	Сенко О.В.				Календарний графік виконання робіт, графік руху робітників, ТЕП		
					Національний університет імені Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦ		



## Введення

Проектується цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, м. Запоріжжя. Він призначений для складання та ремонту дорожніх машин; входить до складу заводу з виробництва автомобільних комплектуючих, що приймає вузли шасі, двигуни, коробки зміни передач, колеса та інші агрегати, вузли та деталі від інших заводів, які безпосередньо займаються їх виготовленням. В склад заводу входить також кузовне виробництво (цехи холодної листової штамповки, зварювання-збирання кузовів, пофарбування, металопокриття, деревообробки та ін.).

Загалом сучасна автомобільна промисловість відноситься до машинобудівництва з великосерійним і масовим характером виробництва, будується на принципах спеціалізації і кооперації. На відміну речової спеціалізації, коли заводу належать випуск окремих видів виробів, впроваджується також технологічна спеціалізація, яка передбачає виділення в самостійні підприємства виробництв, які характеризуються визначеними технологічними процесами.

Актуальність будівництва даного цеху в даному районі у тому, що розвиток машинобудівної промисловості останнім часом потребує застосування нової, надійної, сучасної техніки, що відповідає потребам розвитку промисловості, випуску дорожніх машин, як цього регіону, так і усієї України в цілому.

# 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

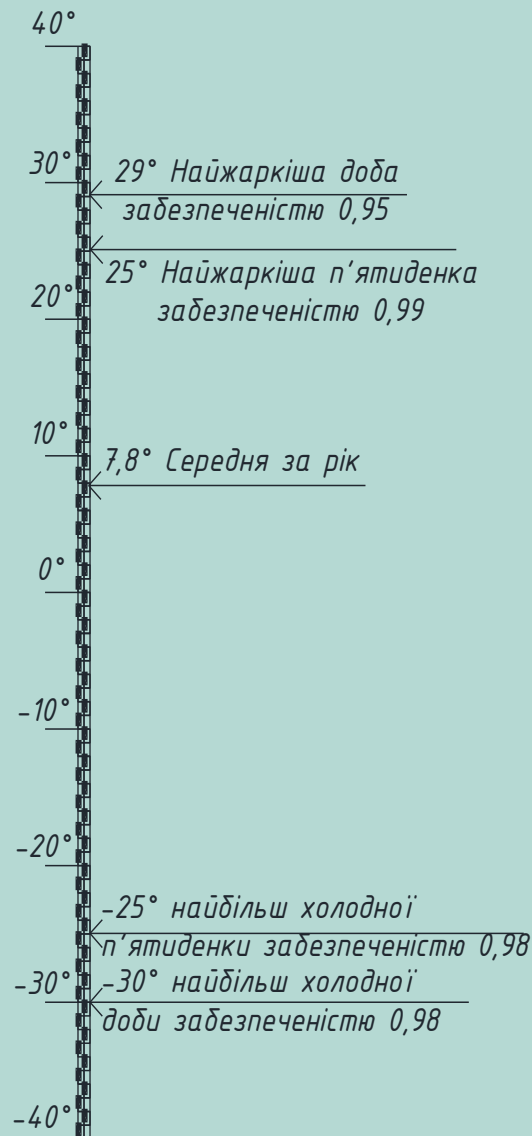
## 1.1. Загальні відомості про район будівництва

Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки проектується у м. Запоріжжя.

Головні кліматичні умови району будівництва такі:

Шкала температур м. Запоріжжя.

### Шкала температур



- Сніговий район будівництва – III;
- Нормативне значення ваги снігового покриву 1,109кПа;
- Вітровий район – III;
- Нормативне значення вітрового тиску 0,469кПа;
- температура повітря найбільш холодної п'ятиденки – -24°C забез. 0.98;
- найбільш холодних діб – -27°C;

- середньорічна температура +9,6 °С;
- кліматичний район будівництва – II;
- глибина промерзання – 100см;
- господарюючі вітри;
  - зимові – Західний (січень);
  - літні – Північно-західний (липень).

Клімат району – помірно-континентальний з не спекотним літом та помірно холодною зимою.

Повторюваність напрямків вітру наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Повторюваність напрямків вітру

Місяць	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
Січень	14,5	11,7	10,9	10,7	12,9	13,6	14,9	10,8	8,8
Липень	21,8	14,5	10,7	7,3	6,1	7,4	14,1	18,1	22,1

Тепло- і водопостачання централізоване. Постачання ведеться від зовнішніх сіток водопроводу промислового вузла.

Побудова каналізації для відводу побутових стоків від санітарних пристроїв з викидом в загальну каналізаційну сіть.

Примітка: У чисельнику напрям вітру (%), середня швидкість вітру по напрямках (м/с) і повторюваність штилів (%).

## 1.2. Короткий опис генерального плану

Генплан заводу з виробництва автомобільних комплектуючих розроблений з врахуванням санітарних, протипожежних і технологічних вимог. В основу розробки генплану закладені наступні концептуальні положення:

- 1) зонування території по функціональному призначенню;
- 2) блокування;
- 3) кооперування.

На перед заводській території розташовані:

- заводоуправління;
- медичний корпус;
- виставковий корпус;
- охорона заводу.

У виробничій зоні розташовані:

- цех металопокриття;
- цех ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки;
- цех фарбування;
- прохідна;
- цех зварювання-зборки кузовних деталей;
- склад готової продукції;
- цех переробки відходів;
- деревообробний корпус;
- цех точного лиття;

- склад формових матеріалів;
- цех приготування фарби;
- цех кольорового лиття;
- котельня;
- цех електроремонтний;
- склад хімікатів;
- блок складів;
- цех ремонтно-механічний;
- ковальсько-пресовий цех;
- цех інструментальний;
- очисні споруди;
- компресорна;
- електропідстанція;
- корпус зв'язку і сигналізації.

Загальна площа підприємства 36,9га. Відстань між будівлями приймається з урахуванням необхідності проводити прокладання різних комунікацій.

Вертикальне планування майданчика вирішене в ув'язці із сусідньою територією з урахуванням оптимальної висотної прив'язки будівлі і забезпеченням відводу атмосферних опадів.

### **1.3. Благоустрій території**

Для забезпечення приємного клімату та додержання санітарно-гігієнічних вимог проводиться ділення території. Головними елементами озеленення є газони, рядова посадка дерев по периметру майданчика, посадка чагарнику.

У перед заводській зоні передбачено озеленення у вигляді газонів, квітників, чагарників.

Внутрішнім транспортом є автотранспорт. Сітка доріг розроблена з урахуванням технологічних процесів і за вимог протипожежного обслуговування.

Адміністративний корпус, побутові, медичні центри є багатопверховими. В побутовому корпусі розміщені столова, душові, туалети, побутові приміщення, роздягальні.

### **1.4. Опис технологічного процесу**

В межах території цеху по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки розміщені такі ділянки:

- відділення слюсарної обробки деталей;
- відділення збирання агрегатів;
- відділення збирання вузлів і під вузлів;
- відділення загального збирання;
- відділення регулювання і обкатки;
- відділення випробування.

Цех повинен бути оснащений мостовими кранами (Q=5т), зварювальними апаратами, електрообладнанням, токарними, шліфувальними, фрезерувальними станками, приладами і інструментами для різних слюсарних і електромонтажних робіт, кисневими балонами, фарбопультами, приладами для випробування і пусконаладжувальних робіт.

Ділянка для фарбування повинна бути оснащена витяжною, що забезпечить необхідну вентиляцію приміщення.

### 1.5. Об'ємно-планувальне рішення

Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки являє собою в плані двопролітну будівлю з прольотами по 24м. довжина будівлі 84. Крок головних колон 12м, через 6м розміщені колони в крайніх ділянках і в торцях будівлі – фахверкові колони. В кожному прольоті діє електричний мостовий кран вантажопідйомністю 5т, висота будівлі дорівнює 16м, висота до низу конструкцій покрівлі – 13м.

Просторова жорсткість і стійкість каркасу забезпечується:

- жорстким з'єднанням колони з фундаментом (в поперечному напрямі);
- улаштування в'язів по колонах в поздовжньому напрямі;
- жорстким диском покриття.

Рама являє собою конструкцію з жорстким закріпленням стінок внизу (з фундаментами) і шарнірним закріпленням вверху (з покриттям).

### 1.6. Характеристика конструкцій

В даній роботі розроблений цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки з наступними конструктивними елементами:

1. Фундаменти під колони – пальові (монолітні ростверки):

- а) під крайні колони – 9 паль С9-40;
- б) під середні колони – 8 паль С9-40.

2. Фундаментні балки залізобетонні, збірні  $l=6м$ .

Гідроізоляція бітумна обмазочна за 2 рази.

3. Колони металеві з прокатного двотавра:

- крайні 70Ш1;
- середні 70Ш4.

4. Підкранові балки металеві, прольотом 12м, висотою 1,0м.

5. Покриття – металеві підкряквяні ферми  $l=12м$ , і металеві кряквяні ферми  $l=24м$ , виконанні ферми з гнутих прокатних труб, із серії типу «Молодечно».

6. Покрівля – оцинкований профільований настил, між цими листами утеплювач – мінераловатні мати (жорсткі) (ГОСТ 21880-76), марки  $\gamma_0=125кг/м^3$ , товщиною  $\delta=90мм$ , 2 шари євро руберойду.

- Внутрішній водопровід.

- Стінове огороження – сталеві трьохшарові панелі типу «сендвіч» з обшивкою із оцинкованих профільованих листів, шириною 1,00м. цокольна панель з легкого бетону, товщиною 220мм, висотою 1,2м.

- Скління використовуємо стрічкове зі сталевими перетинами, висота панелі 1,2м, довжина  $l=6м$ , скління – подвійне, панелі всі глухі, окрім 1-го ряду – відкриваються.

- Ворота металеві розміром 4,2х4,2м (4 шт).

- Вертикальні в'язі – металеві з прокатного кутика.

- Підлога – використовуємо бетонну підлогу, товщиною 20-30мм виконують з бетону марок 200-400 на гравійному та щебеневому заповнювачі, підстиляючий шар (підготовка), яка використовується для розподілу навантаження по основі,

робимо із щебеня товщиною 80мм. В якості прошарку використовуємо цементно-піщаний розчин (товщина шару 10-15мм).

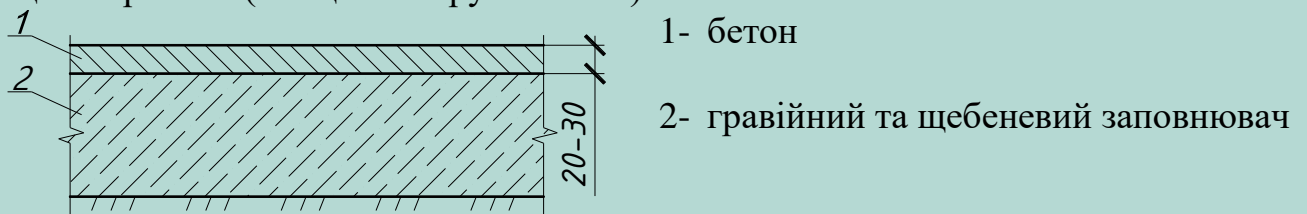


Рис.1.1. Підлога бетонна

Навколо будівлі виконується вимощення з асфальтобетону по щебеневій основі з ухилом від будівлі  $i=0,015$ .

### 1.7. Теплотехнічний розрахунок стінових панелей

а) Місце будівництва – м. Запоріжжя..

Назва підприємства – цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки.

б) Зона вологості території – суха [8], дод.1.

Вологісний режим нормальний.

За [8], дод. 2 умови експлуатації огорожувальних конструкцій – А.

в) Конструкція стін:

Стінові панелі типу «сандвіч».

До розрахунку приймаємо тільки товщину утеплювача.

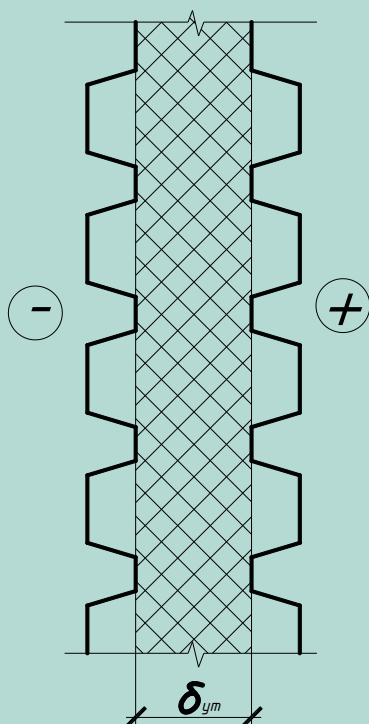
Утеплювач – мінераловатні плити:

$$\gamma_0 = 75 \text{ кг/м}^3, \quad \lambda = 0,06 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}, \quad S = 0,55 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}, \text{ де}$$

$\gamma_0$  - щільність матеріалу ( $\text{кг/м}^3$ );

$\lambda$  - теплопровідність матеріалу ( $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$ );

$S$  - теплосвоєння матеріалу ( $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$ ).



Згідно [8, дод. 3].

Необхідний опір теплопередачі за [8], формулою:

$$R_0^{TP} = \frac{n(t_e - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_B},$$

де  $n=1$  - коефіцієнт, що приймається в залежності від положення зовнішньої поверхні огорожуючи конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря, за табл. 3\*.

$t_e$  - розрахункова температура внутрішнього повітря,  $^\circ\text{C}$ . приймається відповідно до ГОСТ 12.1005-76,  $t_e = 16^\circ\text{C}$ .

$t_n$  - розрахункова зимова температура зовнішнього повітря,  $^\circ\text{C}$ , що приймається відповідно до п.2.3\*.

$\Delta t_n$  - нормативний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні конструкції, приймається по табл. 2\*  $\Delta t_n = 8^\circ\text{C}$ .

$\alpha_B$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції, приймається по табл. 4\* ( $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ).

$$R_0^{TP} = \frac{1(16+26)}{8 \cdot 8,7} = 0,618 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Розрахунковий опір теплопередачі:

$$R_0 = R_0^{TP} \cdot r_{\text{эф}}, \text{де}$$

$r_{\text{эф}}$  - коефіцієнт, що приймається за табл. [2]9\*а.

$$R_0 = 0,618 \cdot 2 = 1,236 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Опір теплопередачі  $R_0$ , огорожуючої конструкції [2], формула 4:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + R_\kappa + \frac{1}{\alpha_H}, \left( \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right), \text{де}$$

$R_\kappa = R_{ym}$  - термічний опір огорожуючої конструкції;

$\alpha_f$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції,  $\left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \right)$ , приймається по табл. 6\*.

$$R_\kappa = \frac{\delta}{\lambda}, \text{де}$$

$\delta$  - товщина шару, м.

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_H};$$

$$\delta_{ym} = \left( R_0 - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot \lambda_{ym};$$

$$\delta_{ym} = \left( 1,236 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,06 = 0,065 \text{ м.}$$

Приймаємо  $\delta_{ym} = 0,07 \text{ м}$ , тоді

$$R_\kappa = \frac{0,07}{0,06} = 1,17 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right)$$

Теплова інерція огорожуючої конструкції знаходиться за [8, формула 2].

$$D = R_\kappa \cdot S_\kappa = 1,17 \cdot 0,55 = 0,64 < 1,5$$

Висновок: отже прийнята товщина утеплювача  $\delta_{ym} = 0,07 \text{ м}$ , відповідає вимогам теплотехнічного розрахунку.

## 1.8. Розрахунок природного освітлення

При двохсторонньому боковому освітленні нормується мінімальне значення КЕО в точці посередині приміщення на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні (або підлоги).



Нормативне значення КПО  $e_n$  для будівель, які знаходяться в I, II, IV і V поясах світлового клімату, слід визначати за формулою:

$$e_n^{I,II,IV,V} = e_n^{III} \cdot mc, де$$

$e_n^{III}$  - значення КПО за табл. 1 і 2 [10];

$m$  – коефіцієнт світлового клімату за табл. 4 [7];

$c$  – коефіцієнт сонячності клімату за табл. 5 [7].

$$e_n^{IV} = 2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,8$$

Попередній розрахунок площі світлових прорізів проводиться:

При боковому освітленні приміщень за формулою:

$$100 \cdot \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_n \cdot K_3 \cdot \eta_0}{\tau_0 \cdot r_1} \cdot K_{зд} (*), де$$

$S_0$  - площа світлових прорізів при боковому освітленні;

$S_n$  - площа підлоги приміщення;

$K_3$  - коефіцієнт запасу, який приймається за табл. 3 [7];

$\eta_0$  - світлова характеристика вікон, за табл. 27 [7];

$K_{зд}$  - коефіцієнт, який враховує затемнення вікон навпроти стоячих будівель, за табл. 27 [7];

$\tau_0$  - загальний коефіцієнт світло пропуску, за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, де$$

$\tau_1$  - коефіцієнт світлопропуску матеріалу, за табл. 28 [7];

$\tau_2$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла в перетинах світлопрорізу, за табл. 28 [7];

$\tau_3$  - коефіцієнт, що враховує страти світла в сонцезахисних пристроях, за табл. 29 [7];

$\tau_4$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях, за табл. 28 [7] (при боковому освітленні  $\tau_3 = 1$ );

$\tau_5$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла в сонцезахисних сітках, встановлених під ліхтарями, рівний 0,9;

$r_1$  - коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхні приміщення і підстилаю чого шару, за табл. 30.

$$Отже: \tau_0 = 0,65 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,43875$$

Підставляємо числові значення у формулу (\*):

$$100 \cdot \frac{252}{4032} = \frac{0,0135 \cdot 1,3 \cdot 7}{0,43875 \cdot 1,5} \cdot 1,1;$$

$$6,25 = 2,05$$

Висновок: світлові прорізи прийняті вірно, навіть із запасом, що допускається нормами.

Розрахунок коефіцієнта природного освітлення КПО в розрахункових точках, при боковому освітленні, визначають за формулою:

$$e_p^{\delta} = (\varepsilon_{\delta} \cdot q + \varepsilon_{зд} \cdot R) \cdot r_1 \cdot \frac{\tau_0}{K_3}; де$$



$\varepsilon_{\delta}$  - геометричний КПО в розрахунковій точці при боковому освітленні, який враховує пряме світло неба, що визначається за графіками I і II (рис. 2 і 3) [7].

$q$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірну яркість хмарного неба МКО, який визначається за табл. 35 [7].

$\varepsilon_{30}$  - геометричний КПО в розрахунковій точці при боковому освітленні, що враховує світло, відбите від навпроти стоячих будівель, визначається по графікам I і II.

$R$  - коефіцієнт, який враховує відносну яркість навпроти стоячого будинку, за табл. 36 [7].

Розрахунок зводимо у таблицю 1.2.

№ точки	$\varepsilon_{\delta}$				$Q^0$	$q$	$r_1$	$\tau_0$	$1/K_3$	$e_p^{\delta}$
	$n_1$	$c_1$	$n_2$	$\varepsilon_{\delta}$						
1	28	10	68	19	20	0,72	19,69	0,62	0,2	19,9
2	16	34	58	9,28	43	1,01	9,37	0,62	0,2	9,57
3	9	43	52	4,68	47	1,05	4,9	0,62	0,2	5,1
4	5	46	48	2,4	48	1,06	2,54	0,62	0,2	2,74
5	3	48	46	1,38	49	1,07	1,48	0,62	0,2	1,9

Висновок: оскільки  $1,9 > 1,8$ , то умова виконується.

## 1.9. Охорона праці

### 1.9.1. Виробнича санітарія

Нормується виробнича санітарія СН245-71\*. Санітарні норми проектування промислових підприємств.

Згідно стандарту виробничі шкідливості поділяються на 3 групи:

- 1 група – фізичні;
- 2 група – хімічні;
- 3 група – психофізичні.

В даному випадку проектується цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки, в якому розглядається така група фізичних шкідливостей:

- а) несприятливі метеорологічні параметри;
- б) недостатнє або надмірне освітлення;
- в) виробничий шум;
- г) вібрація.

а) Метеорологічні умови виробничих приміщень

- Температура;
- Вологість;
- Рухомість повітря.

Температура вимірюється в °С.

В повітрі постійно знаходиться волога у вигляді водяної пари, яка дуже залежить від температури повітря, тобто кожній температурі відповідає своя максимально можлива вологість. Кількість водяної пари в гр, що знаходиться в  $1\text{ м}^3$  повітря при певній температурі називається абсолютною вологістю. Для визначення цієї вологості використовуємо психрометр.

$$F_{абс} = f_2 - \alpha \cdot (t_1 - t_2) \cdot P, \quad [г / м^3], де$$

$f_2$  - максимально можлива вологість при температурі вологого термометра;

$\alpha$  - психрометричний коефіцієнт;

$t_1; t_2$  - температура сухого і вологого термометра;

$P$  - фактичний атмосферний тиск.

В нормативних документах використовують не абсолютну, а відносну вологість:

$$F_{від} = \frac{F_{абс}}{f_1} \cdot 100, \quad [\%], де$$

$f_1$  - максимально можлива вологість при температурі сухого термометра;

Рухомість повітря – швидкість руху в повітрі:  $v$  (м/сек).

Вимірюється анемометром.

В ГОСТ Повітря робочої зони. Приведені гранично-допустимі та оптимальні величини температури, вологості і рухомості повітря в залежності від:

1) Категорії робіт за важкістю (всього 3 категорії).

В даному випадку цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки відноситься до II категорії – роботи середньої важкості.

$$H^{\circ} = 232 \div 293 \text{ Дж / сек.}$$

2) Надлишкової явної теплоти і виробничому приміщенні:

I – приміщення з незначною надлишковою явною теплотою до  $23 \text{ Дж/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ .

Для підтримання цих параметрів на нормативному рівні застосовують у виробничих приміщеннях:

1) системи штучного опалення;

2) теплові калорифери;

3) теплові завіси на технологічних прорізах;

4) системи природної та штучної вентиляції;

5) кондиціонери.

На будівельних майданчиках працівникам безкоштовно видають спецодяг в залежності від періоду року, в системі санітарно-побутового обслуговування передбачені приміщення для обігріву в холодний період.

*б) Природне та штучне освітлення*

Головний розвиток штучної світлотехніки полягає у максимальному наближенні штучних джерел світла до природного освітлення за інтенсивністю та спектральним складом.

Головні параметри:

$$E = \frac{\Phi}{S} [\text{лк}], де$$

$$\Phi = I \cdot \omega [\text{лк}], де$$

$$\text{Яркість: } B = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}, \text{ де}$$

$\Phi$  - світловий потік;

$S$  - площа поверхні;

$I$  - сила світла;

$\omega$  - тілесний кут.

Коефіцієнт природного освітлення:

$$e = \frac{E_e}{E_s} \cdot 100 [\%]$$

Мінімальна норма залежить:

- 1) Від характеру зорової роботи; в даному випадку промислове приміщення відноситься до I групи.
- 2) Від розмірів об'єктів розрізнення; в даному випадку характеристика зорової роботи високої, тому найменший розмір об'єкту розрізнення складає від 0,3 до 0,5.
- 3) Від розряду та підрозряду робіт; розряд III, підрозряд б.
- 4) Від контрасту між об'єктом розрізнення і фоном; в даному випадку контраст між об'єктом розрізнення і фоном – менший, середній.
- 5) Від характеристики фону; в даному випадку характеристика фону – світла, середня, темна.

Природне освітлення нормується в [7] коефіцієнтом природного освітлення:

$$e_n^{I,II,IV,V} = e_n^{III} \cdot m \cdot c, \text{ де}$$

I, II, III, IV – світлові пояси;

$m$  - коефіцієнт світлового клімату;

$c$  - коефіцієнт сонячного клімату.

Оптимізація освітлення на виробництві:

Природне освітлення використовується бокове двостороннє. Штучне освітлення використовується таке:

- робоче;
- аварійне;
- евакуаційне;
- охоронне.

Також штучне освітлення проектується двох систем:

- загальне (рівномірне);
- комбіноване (до загального освітлення додають місцеве).

Джерела штучного освітлення:

1) Для загального освітлення використовуються газорозрядні лампи високого та нульового тиску.

2) Для місцевого освітлення використовуються лампи розжарювання.

*в) Виробничий шум і вібрація*

Джерела виникнення – це всі види машин і механізмів, ручного, механізованого інструменту та технологічного обладнання підприємства будівельної індустрії.

Причини виникнення:

- 1) конструктивний недолік машин і механізмів, що застосовуються;

2) порушення або невиконання технологічних регламентів експлуатації машин та механізмів.

Фізичну суть параметрів шумів визначає теорія коливань і акустики.

Звукові коливання характеризуються такими параметрами:

- 1)  $f$ , [Гц] – лінійна частота;
- 2)  $P$ , [Па] – звуковий тиск;
- 3)  $I$ , [Вт/м<sup>2</sup>] – інтенсивність звуку.

Нормується ГОСТ 12.1.003-90. Виробничий шум.

Поріг звукового тиску:  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па

$L_p$  – санітарний параметр шумів.

$$L_p = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 20 \lg \frac{P}{P_0} \text{ (Дб)}, \text{ де}$$

$P$  – фактичний звуковий тиск.

Для вимірювання шумів застосовують 2 класи приладів:

- 1) шумоміри, які визначають загальний рівень звукового тиску;
- 2) аналізатори шумів, які визначають логарифмічний рівень тиску на окремих частотах.

Гранично-допустимі параметри  $L_p$  приведені в ГОСТ 12.1.003-90, в залежності від частоти коливань.

В будівельній галузі санітарна норма звукового тиску складає 85Дб.

Вібрація – це коливання матеріальних тіл.

За характером дії на людину вібрація буває:

- 1) загальна;
- 2) місцева або локальна;

Вібрація характеризується такими параметрами:

- 1)  $A$ , [м] – амплітуда коливань;
- 2)  $T$ , [сек] – період коливань;
- 3)  $f = \frac{1}{T}$ , [сек<sup>-1</sup>, Гц] – лінійна частота;
- 4)  $v = 2\pi fA$  [м/сек] – швидкість коливань;

- 5)  $L_v = 20 \lg \frac{\bar{v}}{v_0}$ ; [Дб] – логарифмічний рівень віброшвидкості, де

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2 \cdot dt}, \quad [\text{м/сек}] - \text{середньоквадратична віброшвидкість.}$$

$v_0$  – умовно прийнята стандартна віброшвидкість на порозі звукового тиску при частоті коливань 1000Гц.

$$v_0 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ м/сек}$$

Для вимірювання вібрації використовується:

- 1) ВР-1 (віброграф ручний);
- 2) ЭДИВ-72 (электродистанционный измеритель вибрации);
- 3) ИВА-1 (низкочастотная измерительная аппаратура).

Гранично допустимі параметри вібрації приведені в ГОСТ 12.1.012-88. Вібрація, в залежності від частоти коливань.

- 1) локальна вібрація;
- 2) загальна вібрація (1...62Гц);
- 3) місцева вібрація ( $8 \div 1000$ Гц);
- 4) вібрація ручних машин ( $8 \div 2000$ Гц).

Організаційні заходи та технічні засоби захисту від шумів і вібрації та засоби індивідуального захисту.

Організаційні заходи:

Перед допуском робітників до шумо- та вібронебезпечних процесів, вони повинні пройти спеціальну медичну комісію.

В процесі роботи:

- 1) спеціальні режими праці та відпочинку;
- 2) скорочений робочий день;
- 3) обов'язкові медичні профілактичні заходи після закінчення зміни;
- 4) додаткове безкоштовне харчування;
- 5) санітарно-курортне лікування.

Технічні засоби:

- 1) покращення віброакустичних характеристик машин і механізмів;
- 2) архітектурно-планувальне рішення при розміщенні обладнання;
- 3) віброізоляція;
- 4) вібропоглинання;
- 5) обов'язкове дотримання технічних регламентів експлуатації машин і механізмів;
- 6) розробка оптимальної схеми генплану підприємства з урахуванням шумових характеристик основних машин та технологічного обладнання;
- 7) раціональне розміщення машин і обладнання у виробничих приміщеннях з урахуванням їх шумових характеристик.

Віброізоляція застосовується 2-х видів:

- 1) активна вібрація;
- 2) пасивна вібрація.

Вібропоглинання – віброуючі частини машин в місцях максимальних амплітуд коливань покривають спеціальними пружно-в'язкими матеріалами (гума, пластика, мастика). Товщина покриття повинна перевищувати в 3 рази.

Засоби індивідуального захисту від шумів:

- 1) вкладиші (Беруші);
- 2) при перевищенні 15Дб до 40Дб застосовують антиброр-наушники.  
(Недолік – ізоляція від оточуючого середовища).

При вібрації, для захисту від локальної вібрації:

- 1) віброізоляційні рукавиці.

Для захисту від загальної вібрації:

- 1) спеціальне взуття на віброізолюючій підшві.

Для активної віброізоляції використовують:

- 1) спеціальні амортизатори між вібромашинами і фундаментом;
- 2) обов'язковий розрахунок фундаментів під віброобладнанням на ділянці навантаження або на віброізоляцію.

Для пасивної віброізоляції використовують спеціальні робочі площадки на амортизаторах.

Амортизатори бувають:

- пружні;
- гумові;
- комбіновані.

### **1.9.2. Пожежна безпека**

Пожежна безпека – це такий стан любого об'єкту при якому максимально виключається можливість виникнення пожежі, а якщо вона все ж виникає, то забезпечується захист людей від небезпечних факторів та максимально зберігаються матеріальні цінності.

Обґрунтування: в даному цеху знаходяться такі речовини і матеріали як:

- пластики;
- дерев'яні деталі;
- обшивки салонів дорожніх машин;
- розчинники;
- фарби;
- гумові деталі;
- та інше.

За ДБН В.1.1.7–2002. «Пожежна безпека об'єктів будівництва», визначаємо нормативний ступінь вогнестійкості, нормативні межі вогнестійкості основних несучих конструкцій.

Ступінь вогнестійкості визначається мінімальними межами вогнестійкості будівельних конструкцій і максимальним межим розповсюдження вогню по цим конструкціям.

Отже, ступінь вогнестійкості III-а – це будівлі з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу – із сталевих незахищених конструкцій. Огороджуючі конструкції – зі сталевих профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів з важкогорючим утеплювачем.

Нормативні межі вогнестійкості основних несучих конструкцій:

- 1) стіни зовнішні не несучі (в тому числі з навісних панелей) 0,25/40;
- 2) колони 0,25/0;
- 3) плити, настили (в тому числі з утеплювачем) та інші несучі конструкції перекриття 0,25/0;
- 4) плити, настили (в тому числі з утеплювачем) і прогони 0,25/25;
- 5) балки, ферми, рами 0,25/0.

Примітка: мінімальна маже вогнестійкості будівельних конструкцій, г (над рискою) і максимальна межа розповсюдження вогню по ним, см (під рискою).

Протипожежні заходи і засоби в промисловій будівлі:

Водоналивні конструкції – ферми коробчастого замкнутого профілю, автоматично включаються насоси і заповнюють водою ферми.

В даній промисловій будівлі передбачені пожежні сходи по периметру будівлі через кожні 200м.

Також передбачається пожежна сигналізація і зв'язок.

В генплані визначається протипожежна зона, це питання вирішується автоматично (санітарна зона). В залежності від площі підприємства визначається необхідна кількість в'їздів і виїздів з території.

Влаштовуються протипожежні перекопи 2-х видів:

- 1) загальні перекопи – влаштовуються для запобігання об'ємного розповсюдження вогню;
- 2) місцеві перекопи – для запобігання лінійного розповсюдження вогню.

Протидимовий захист передбачається у споруді – це системи вентиляції, віконні прорізи та інше.



## 2. ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПОКРИТТЯ

### 2.1. Вибір варіанту несучої конструкції покриття

Для порівняння беремо балку з гнучкою стінкою, балку з гофрованою стінкою і ферму з труб прямокутного перерізу типу «Молодечно» буде представлено у розрахунково-конструктивній частині.

### 2.2. Розрахунок балки з гнучкою стінкою

1) Збір навантажень на балку з гнучкою стінкою.

№ п/п	Навантаження	Характеристичне значення навантаження, кПа	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Граничне розрахункове значення навантаження, кПа
1	Гідроізоляція з 2-х шарів євроруберойду	0,08	1,2	0,096
2	Утеплювач	0,05	1,2	0,06
3	Пароізоляція (1 шар євроруберойду)	0,05	1,2	0,06
4	Профільований настил	0,15	1,1	0,165
5	Балка з гнучкою стінкою	0,8	1,05	0,915
	$\Sigma q_0$	2,6	-	3,9

При розрахунку рами навантаження від снігу приймається рівномірно розподіленим за довжиною ригеля. Розрахункове навантаження на 1м ригеля:

$$S = \gamma_{fn} \cdot S_0 \cdot \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} \cdot B = 1 \cdot 1,109 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 24 = 32,8 \text{ кН / м, де}$$

$S_0$  - вага снігового покриву на 1м<sup>2</sup> горизонтальної поверхні. Приймається згідно ([11], рис. 8.1). Приймаємо  $S_0 = 1,109 \text{ кПа}$ , район 3 – м. Запоріжжя.

$C_e = 1$  - коефіцієнт, що враховує особливості режиму п. 8.9 [11];

$C_{alt} = 1$  - коефіцієнт, що враховує висоту над рівнем моря при  $H < 0,5 \text{ км}$ . п. 8.10 [11];

$\mu = 1$  - коефіцієнт переходу від снігового навантаження на землі до навантаження на покриття, за п. 8.7 [11];

$\gamma_{fn} = 1$  - коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим сніговим навантаженням строк експлуатації 50 років, за п. 8.11 [11].

2) Приймаємо тип перерізу у вигляді зварного двотавра з поясами із листів. Балка з паралельними поясами, постійного перерізу з таким обрисом вона відповідає своєму призначенню.

3) Вибір марок сталей для стінок і поясів балок з гнучкою стінкою має свої особливості. У відсіках де переважає згин основну роль у прийнятті момента відіграють пояса, тому, як і в звичайних балках, раціонально для стінок і поясів



використовувати сталі однакових марок. Тому приймаємо для стінки і поясів марку сталі С345Т:  $R_{yw} = 335 \text{ МПа}$  для листів товщиною 4...11мм;

$$R_{yf} = 290 \text{ МПа при товщині поясу 20мм.}$$

$R_{yw}$  - розрахунковий опір стінки розтягу, стиску, згину по межі текучості.

$R_{yf}$  - розрахунковий опір пояса розтягу, стиску, згину по межі текучості.

Приймаємо для ребер жорсткості сталь С245 для товщини 4...10мм  $R_y = 230 \text{ МПа}$ .

4) Визначаємо висоту балки.

Висота балки з гнучкою стінкою вибирається по тим же міркуванням, що і для звичайних балок – не більше встановленої у відповідності з призначенням будівлі, не менше допустимої по вимогам жорсткості ( $h_r$ ) і переважно оптимальну по витраті металу чи вартості ( $h_{opt}$ ).

$$\text{Відносний прогин } \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{250},$$

Напруження від загального згину в поясі:

$$\sigma_{nf} = 290(39/53) = 214 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{nf} = R_{yf}(39/53), \text{ де}$$

$\sigma_{nf}$  - напруження від загального згину в поясі, яке виникає від дії даного нормативного навантаження;

$R_{yf}$  - розрахунковий опір поясу розтягу, стиску, згину по межі текучості;

39 – сумарне навантаження нормативне на балку, кН;

53 – сумарне навантаження від розрахункового і тимчасового навантаження.

Висота по жорсткості для однопролітних балок з рівномірно розподіленим навантаженням складає:

$$h_r = \frac{5\sigma_{nf}}{(24E)[l/f] \cdot l/\alpha}, \text{ де}$$

$E$  - модуль пружності;

$[f/l]$  - відносний прогин;

$\alpha$  - коефіцієнт, який враховує підвищення деформативності балок за рахунок критичної роботи стінок;  $\alpha = 1/\alpha_1$

$$\alpha = 1,2 - 0,33\bar{\lambda}\omega, \text{ де}$$

$\bar{\lambda}$  - умовна гнучкість стінки.

При  $\bar{\lambda} = 6...13$  прогин збільшується до 13%, в порівнянні із звичайними балками. Приймаємо попередньо  $\bar{\lambda} = 13$ , тоді:

$$\alpha = 1,2 - 0,33 \cdot 13 = 0,75;$$

$$h_r \geq \frac{5 \cdot 214 \cdot 250 \cdot 2400}{24 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 0,75} = 173 \text{ см.}$$

Оптимальна висота балки:

$$h_{opt} = (1/13...1/15)l/1,15 = l/(15...17) = 1,6...1,4 \text{ м.}$$

Оскільки визначальними є умови жорсткості, тоді остаточно приймаємо:

$$h_w = 1850 \text{ мм.}$$

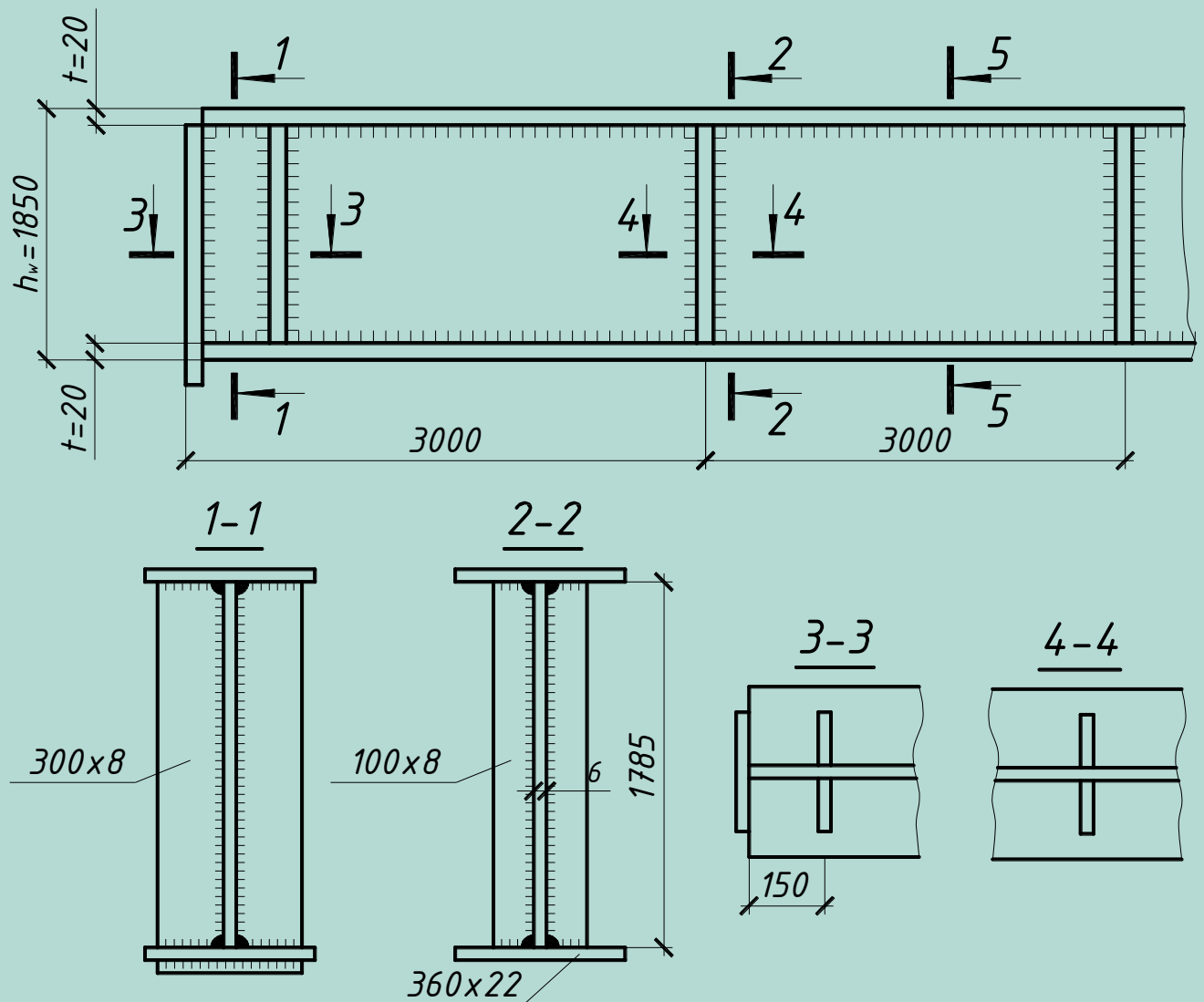


Рис. 2.1. Розміри балки з гнучкою стінкою

5) Вибір гнучкості і товщини стінки.

За табл. 2.3 [24] вибираємо гнучкість стінки  $\lambda_{o1} = 260$ . З врахуванням поправки на сталь  $R_{yw} = 335 \text{ МПа}$ , гнучкість

$$\lambda_o = 260 \sqrt{335 / 210} = 325.$$

Товщина стінки  $t_w = 1850 / 325 = 5,69 \text{ мм}$ ; найближча товщина по сортаменту 6 мм. Тоді:

$$\lambda_o = 1850 / 6 = 308$$

$$\bar{\lambda}_o = 308 \sqrt{325 \cdot (2,06 \cdot 10^5)} = 12,3$$

Таким чином,  $\bar{\lambda} < 13$ , що рекомендовано нормами.

6) Вибір ширини поясу.

У відповідності з нормами ширина поясу вибирається із умови забезпечення загальної стійкості балки:

$$b_f \geq 4,75 l_{ef,y} \cdot \sqrt{R_{yf} / E}, \quad \text{де}$$

$l_{ef,y}$  - відстань між точками закріплення із площини;

$R_{yf}$  - розрахунковий опір пояса розтягу;

$E$  - модуль пружності.

При  $l_{ef,y} = 3\text{ м}$ : ширина пояса  $b_f$  :

$$b_f \geq 4,75 \cdot 300 \cdot \sqrt{290 / (2,06 \cdot 10^5)} = 52,9 \text{ см.}$$

Така ширина складає 1/3 висоти балки, це дещо більше звичайної величини (1/4...1/5) $h$ . При більшій ширині поясу у нього буде менша товщина, і відповідно, недостатня жорсткість при роботі на згин в площині балки. В зв'язку з цим пояс необхідно додатково розкріпити в'язями так, щоб  $l_{ef,y} \leq 2\text{ м}$ , а ширину поясу прийняти  $b_f = 360\text{ мм}$ . Крок 6 в таких балках опускається.

7) Вибір товщини поясу.

Мінімальна товщина поясу визначається по формулі:

$$t_f \geq 1,31 \cdot b_f \cdot \sqrt{R_{yf} / E}, \quad \text{де}$$

$b_f$  - ширина поясу;

$R_{yf}$  - розрахунковий опір пояса розтягу;

$$t_f = 1,31 \cdot 360 \cdot \sqrt{290 / (2,06 \cdot 10^5)} = 17,6 \text{ мм,}$$

$$t_f = 3816 \cdot 10^5 / (185 \cdot 36 \cdot 290 \cdot 1 \cdot 10^2) = 19,8 \text{ мм} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_f = \frac{M_{\max}}{\nu \cdot b_f} \leq R_{yf} \cdot \gamma_c, \quad \text{де}$$

$M_{\max}$  - максимальний згинальний момент;

$\nu = (0,9 \dots 1)h_w$ ;

$b_f$  - ширина поясу;

$\gamma_c = 1$  - коефіцієнт умов роботи.

По сортаменту приймаємо  $t_f = 20\text{ мм}$ .

8) Розміщення ребер жорсткості і стиків.

Монтажний стик передбачається в середині прольоту, відправні марки по 12м. поперечні ребра установлюються на відстані 3м в місцях спірання плит покриття. Відношення

$$\mu = 300 / 185 = 1,62.$$

Розміри ребер по нормам:

$$b_r = h_w / 30 + 40 \text{ мм} = 1850 / 30 + 40 \approx 100 \text{ мм}$$

Приймаємо  $b_r = 100\text{ мм}$ , товщина ребра  $t_r \geq 2 \cdot 100 \cdot \sqrt{230 / (2,06 \cdot 10^5)} = 6,7\text{ мм}$  (приймаємо  $t_r = 8\text{ мм}$ ).

Додаткове ребро установлюється на відстані 150мм від опорного виходячи із умови:

$$b_r \leq b \leq 1,3 \cdot t_w \cdot \sqrt{E / R_y}, \quad \text{або}$$

$$100 \leq b \leq 195 \text{ мм}$$

Розмір опорного ребра приймають по нормам:

$$b_{r0} \leq b_f, \quad \text{або} \quad 300 \text{ мм}$$

Товщина ребер із умови міцності на зім'яття:

$$t_{r0} = \frac{V}{(b_{r0} \cdot R_p \cdot \gamma_c)} = \frac{636 \cdot 10^3}{(300 \cdot 323 \cdot 10^2)} = 6,6 \text{ мм}; \quad (\text{приймаємо } 8 \text{ мм})$$

Витрати сталі: на стінку – 2091кг;  
на пояса – 2713кг;  
на ребра – 297кг.

Всього: 5083кг.

### 2.3. Розрахунок балки з гофрованою стінкою

1) Збір навантажень на балку.

№ п/п	Навантаження	Характеристичне значення навантаження, кПа	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Граничне розрахункове значення навантаження, кПа
1	Гідроізоляція з 2-х шарів євроруберойду	0,08	1,2	0,096
2	Утеплювач	0,05	1,2	0,06
3	Пароізоляція (1 шар євроруберойду)	0,05	1,2	0,06
4	Профільований настил	0,8	1,05	0,915
	$\Sigma q_0$	2,6	-	3,9

При розрахунку рами навантаження від снігу приймається рівномірно розподіленим за довжиною ригеля. Розрахункове навантаження на 1м ригеля:

$$S = \gamma_{fn} \cdot S_0 \cdot \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} \cdot B = 1,1 \cdot 1,109 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 24 = 32,8 \text{ кН/м}, \quad \text{де}$$

$S_0$  - вага снігового покриву на  $1\text{м}^2$  горизонтальної поверхні. Приймається згідно ([11], рис. 8.1). Приймаємо  $S_0 = 1,109 \text{ кПа}$ , район 3 – м. Запоріжжя.

згідно ([11], рис. 8.1). Приймаємо  $S_0 = 1,6 \text{ кПа}$ , район 6 – м. Запоріжжя.

$C_e = 1$  - коефіцієнт, що враховує особливості режиму п. 8.9 [11];

$C_{alt} = 1$  - коефіцієнт, що враховує висоту над рівнем моря при  $H < 0,5 \text{ км}$ . п. 8.10 [11];

$\mu = 1$  - коефіцієнт переходу від снігового навантаження на землі до навантаження на покриття, за п. 8.7 [11];

$\gamma_{fn} = 1$  - коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим сніговим навантаженням строк експлуатації 50 років, за п. 8.11 [11].

2) Визначення розмірів перерізу балки.

Приймаємо переріз у вигляді зварного двотавра постійної висоти. Ширина поясу зменшується на ділянках  $l/6 = 4\text{м}$  на опорі.

Гофри стінки трикутні.

2) Для поясів вибираємо сталь марки 09Г2С-6 (ГОСТ 19282-73\*), для стінки – ВСтЗкп2 (ГОСТ 380-88):

$R_{yw} = 215 \text{ МПа}$  - для листів товщиною 20...32мм;

$R_{sw} = 124,7 \text{ МПа}$ ;  $R_{yf} = 290 \text{ МПа}$  - для листів товщиною 20...32мм.

3) Визначаємо висоту балки по жорсткості при  $[f/l] = 1/250$ :

$$\sigma_{yf} = 290(39/53) = 214 \text{ МПа.}$$

При  $\alpha = 1,12$ :  $h_r \geq 5 \cdot 214 \cdot 250 \cdot 2400 \cdot 1,12 / (24 \cdot 2,06 \cdot 10^5) = 143,7 \text{ см.}$

Оптимальна висота без врахування вартості стін і експлуатаційних витрат вираховують за формулою:

$$h_{opt} \geq 636 \cdot 10 / (124,7 \cdot 0,4) = 127,5 \text{ см.}$$

Приймаємо  $t_{wmin} = 4 \text{ мм.}$  Тоді  $h_w = 1400 \text{ мм,}$  висота балки – 1460мм.

4) При  $h_w = 1400 \text{ мм,}$  і  $t_{wmin} = 4 \text{ мм.}$  гнучкість стінки:

$$\lambda\omega = 1400 / 4 = 350,$$

$$\bar{\lambda}\omega = 350 \sqrt{215 \cdot (2,06 \cdot 10^5)} = 11,1$$

Така гнучкість нормальна.

5) Ширина поясу 380мм, або  $h_w / 3,7.$

6) Для встановлення параметрів гофрів проводиться попередній розрахунок їх місцевої стійкості по формулі:

Приймаємо  $h_w / a = 5;$

$$a = 1400 / 5 = 280 \text{ мм;}$$

$$f / t_w = 10;$$

$$f = 4 \cdot 10 = 40 \text{ мм;}$$

$$a_1 = \sqrt{280^2 + 80^2} = 291 \text{ мм.}$$

7) Товщина поясу визначається за формулою:

$$t_f = 3816 \cdot 10^5 / (1,03 \cdot 140 \cdot 38 \cdot 290 \cdot 1 \cdot 10^2) = 24 \text{ мм}$$

Приймаємо  $t_f = 25 \text{ мм}$  по сортаменту.

Величина  $t_{fmin}$  за умовами місцевої стійкості поясу визначається за формулою

$$K_n = [38 / (4 \cdot 28)]^2 + 0,456 = 0,571;$$

$$t_{fmin} = \frac{0,5 \cdot 38}{(0,82 \cdot \sqrt{0,571 \cdot 2,06 \cdot 10^5 / 290})} = 11,4 \text{ мм.}$$

Визначаємо ширину поясу на при опорній ділянці, де  $M = 2120 \text{ кНм} :$

$$b_{f1} = \frac{2120 \cdot 10^5}{(142,5 \cdot 2,5 \cdot 290 \cdot 1 \cdot 10^2)} = 20,5 \text{ см.}$$

Приймаємо 220мм, або  $h_w / 6,4.$

8) Ребра жорсткості встановлюємо тільки на опорах. Приймаємо розмір ребер 300x8мм. Фланцевий стик передбачений в середині балки.

10) Перевірка на міцність при згині в середині прольоту:

$$\sigma_{\delta} = \frac{3816 \cdot 10^5}{(142,5 \cdot 38 \cdot 2,5 \cdot 10^2)} = 282 < R_y \gamma_c;$$

Перевірка на міцність стінки на зріз на опорі:

$$\tau_{xy} = \frac{636 \cdot 10}{(140 \cdot 0,4)} = 113,5 < R_{sw} \gamma_c = 127,4 \text{ МПа}$$

Перевірка на загальну стійкість із площини (в запас міцності пояс перевіряється, як центрально-стиснутий) при  $l_{ef,y} = 3\text{м}$ :

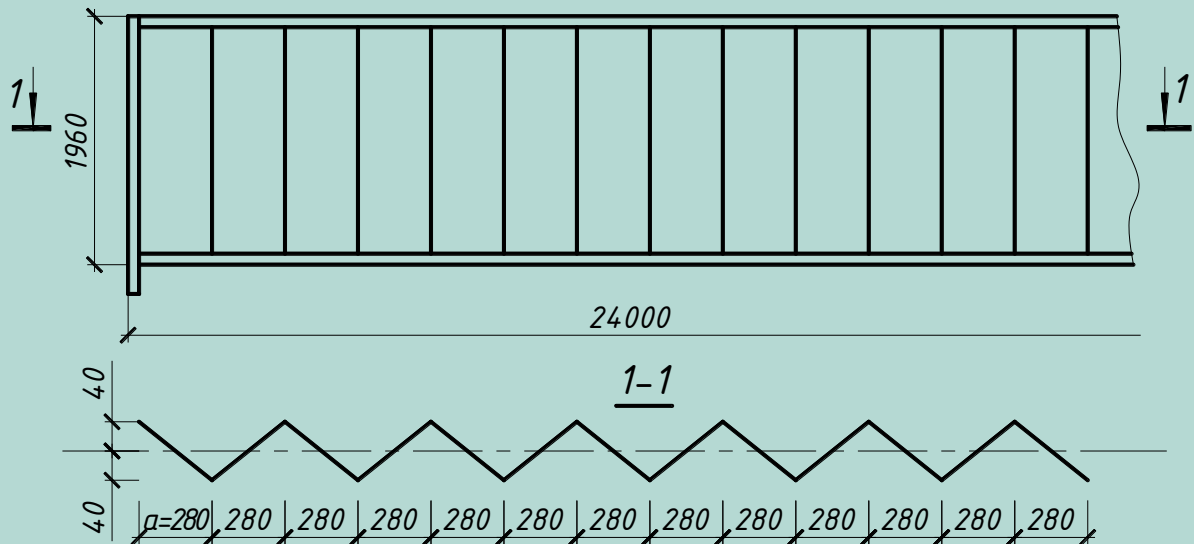


Рис. 2.2. Розміри балки з гофрованою стінкою

$$i_y = \sqrt{\frac{38^2}{12}} = 11\text{см}; \quad \lambda_y = \frac{300}{100} = 27; \quad \varphi_y = 0,934;$$

$$\sigma_x = 3756 \cdot 10^5 \cdot (0,934 \cdot 142,5 \cdot 38 \cdot 2,5) = 297\text{МПа} \approx R_y \gamma_c;$$

Перевірка на жорсткість:

$$I_x = 2 \cdot 38 \cdot 2,5 \cdot 71,25^2 = 96547\text{см}^4$$

Прогин балки:

$$f = \frac{5 \cdot 39 \cdot 2400^4}{384 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 96547 \cdot 10} + \frac{39 \cdot 2400^2}{8 \cdot 0,78 \cdot 10^5 \cdot 140 \cdot 0,4 \cdot 10} = 9,12\text{см}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{9,12}{2400} = \frac{1}{263} < \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{250}$$

Критичне напруження визначається за формулою, де

$K_\tau$  - за табл. 2.5 [23].

$$h_w / a = 5; \quad f / t_w = 4 / 0,4 = 10; \quad a_1 / a = 1,04; \quad K_\tau = 116,3;$$

$$\tau_{cr} = \frac{116,3 \cdot 127,3}{11,1^2} = 117,7\text{МПа};$$

$$\sqrt{\left(\frac{104,6}{485}\right)^2 + \left(\frac{113,7}{117,7}\right)^2} = 0,99 < \gamma_c = 1 - \text{стійкість забезпечена.}$$

Витрати сталі:

- на стінку – 1097кг;
- на пояса – 3077кг;
- на ребра – 117кг.

Всього: 4291кг.

Недоліком гофрованої балки є труднощі у виготовленні, що потребує дещо великих затрат праці, а також дещо погіршуються умови зварних поясних швів автоматичним способом.

## 2.4. Вартість монтажу

Вартість монтажу конструкцій визначимо за формулою (IV. 33) [44]

$$C_{м.с.} = \alpha_m T_{м.с.} (1 + K_{м.м.}) + C_{мех.с.},$$

де  $\alpha_m$  – середньогодинна заробітна плата монтажників,  $\alpha_m = 80$  грн/год;

$K_{м.м.}$  – коефіцієнт накладних витрат на заробітну плату,  $K_{м.м.} = 0,8$ ;

$C_{мех.с.} = 10000$  грн/т – вартість експлуатації монтажних механізмів на будівлі

$$C_{мех.с.} = 10000 \frac{\text{грн}}{\text{т}} \cdot G_{\text{констр.}}$$

$G$  – вага конструкції;

$T_{м.с.}$  – трудоємкість монтажу.

Для ферми

$$T_{м.с.} = \frac{5 \text{ люд-год}}{10} \cdot \ell_{швів}.$$

Для балок

$$T_{м.с.} = \frac{4 \text{ люд-год}}{10} \cdot \ell_{швів}$$

а) для ферми

$$C_{м.с.} = 80 \cdot \frac{5}{10} \cdot 20(1 + 0,8) + 10000 \cdot 1,542 = 16860 \text{ грн},$$

б) для балки тонкостінної

$$C_{м.с.} = 80 \cdot \frac{4}{10} \cdot 20(1 + 0,8) + 10000 \cdot 5,083 = 50888 \text{ грн}.$$

в) для перфорованої балки

$$C_{м.с.} = 80 \cdot \frac{4}{10} \cdot 20(1 + 0,8) + 10000 \cdot 4,291 = 42968 \text{ грн}.$$

## 2.5. Вартість конструкцій в "ділі"

Вирахуємо за формулою (IV. 35) [44]

$$C_{д.} = (C_{нк.} \cdot K_{смл} + C_{м.}) K_{н.} \cdot K_{п.} \cdot K_{з.с.}$$

де  $C_{нк.}$  – вартість виготовлених конструкцій, з врахуванням вартості транспорту;

$C_{м.}$  – вартість монтажу;

$K_{смл}, K_{н.}, K_{п.}$  – коефіцієнти, які враховують відповідно заготівельно-складські витрати заводу-виробника,  $K_{з.с.} = 1,0075$ , накладні витрати  $K_{н.} = 1,083$  і планові накопичення монтажної організації:  $K = 1,06$

$$C_{н.к.} = 1,15(GK + 3,6 \cdot T + 3,54G),$$

де  $T$  – трудомісткість виготовлення;

$K$  – вартість матеріалу;

3,6 – коефіцієнт, який враховує середньогодинну заробітну плату, грн.;

3,54 – розходи на вантажні операції, які не залежать від трудомісткості виготовлення, грн./т.

Трудомісткість виготовлення ферми знаходимо за формулою IV.27 [44]:

$$T = k_T \psi_T c \sqrt{G_0 n_0},$$

де  $\psi_T$  – будівельний коефіцієнт трудомісткості, який залежить від типу конструкції

$$\psi_T = 1 + \left( \frac{\beta}{k_T} \right) \cdot \sqrt{d \cdot (\psi - 1)},$$

$k_T$  – коефіцієнт, що враховує підвищення трудомісткості при застосуванні сталі підвищеної міцності;

$c$  – коефіцієнт, який залежить від типу конструкції;

$G_0$  і  $n_0$  – вага і число основних деталей, що визначаються за кресленням з урахуванням розташування заводських стиків;

Число основних деталей знаходимо за емпіричною формулою

$$n_0 = \kappa L = 1,5 \cdot 24 = 36,$$

$\psi = G/G_0$  – будівельний коефіцієнт маси.

Трудомісткість виготовлення кроквяної ферми із замкнутих квадратних та прямокутних профілів

$$G_0 = G/\psi = 1,542 / 1,1 = 1,4$$

$$\psi_T = 1 + \left( \frac{0,54}{1} \right) \cdot \sqrt{1 \cdot (1,1 - 1)} = 1,17$$

$$T_u = 4,1 \cdot 1,0 \sqrt{1,4 \cdot 36} = 34,1 \text{ люд.-год.}$$

Трудомісткість виготовлення тонкостінної балки знаходимо за формулою IV.26 [ ]:

$$T = k_{н.р.} \left( \psi_T^{об} T_o^{об} + \psi_T^{сб} T_o^{сб} + \psi_T^{св} T_o^{св} \right),$$

де  $k_{н.р.}$  – коефіцієнт, який враховує невраховані операції;

$\psi_T^{об}$ ,  $\psi_T^{сб}$ ,  $\psi_T^{св}$  – будівельні коефіцієнти трудомісткості обробки, збирання та зварювання;

$T_o^{об}$ ,  $T_o^{сб}$ ,  $T_o^{св}$  – трудомісткості обробки, збирання та зварювання.



Трудомісткість обробки основних деталей

$$T_o^{ob} = t_0^{ob} \cdot n_0 = 1,37 \cdot 6 = 8,2 \text{ люд.} - \text{год.}$$

де  $t_0^{ob}$  – трудомісткість обробки однієї деталі;

$n_0$  – число основних деталей.

Трудомісткість збирання

$$T_o^{cb} = t_0^{cb} \cdot n_0 = 0,41 \cdot 6 = 2,46 \text{ люд.} - \text{год.}$$

де  $t_0^{cb}$  – трудомісткість збирання однієї деталі;

Трудомісткість зварювання

$$T_o^{cs} = t_0^{cs} \cdot \sum l_{шв} = (24 \cdot 4 + 1,8 \cdot 4 + 1,8 \cdot 8 \cdot 4) \cdot 0,08 = 14,9 \text{ люд.} - \text{год.}$$

де  $t_0^{cs}$  – трудомісткість зварювання 1 м шва;

$\sum l_{шв}$  – довжина зварювальних швів катетом 8 мм.

При будівельному коефіцієнті маси  $\psi = 1,25$  знаходимо будівельні коефіцієнти операцій за табл. IV.3 і IV.4 [44]. При коефіцієнті детальності 4,5 число допоміжних деталей дорівнює  $6 \cdot 4,5 = 27$ ;  $\psi_T^{ob} = 2,6$ ;  $\psi_T^{cb} = 1,69$ ;  $\psi_T^{cs} = 1,7$ .

Трудомісткість виготовлення тонкостінної балки

$$T = 1,12(2,6 \cdot 8,2 + 1,69 \cdot 2,46 + 1,7 \cdot 14,9) = 55,0 \text{ люд.} - \text{год.}$$

Трудомісткість балки з гофрованою стінкою знаходимо за формулою IV.26 [44]:

$$T = k_{н.р.} (\psi_T^{ob} T_o^{ob} + \psi_T^{cb} T_o^{cb} + \psi_T^{cs} T_o^{cs}),$$

де  $k_{н.р.}$  – коефіцієнт, який враховує невраховані операції;

$\psi_T^{ob}$ ,  $\psi_T^{cb}$ ,  $\psi_T^{cs}$  – будівельні коефіцієнти трудомісткості обробки, збирання та зварювання;

$T_o^{ob}$ ,  $T_o^{cb}$ ,  $T_o^{cs}$  – трудомісткості обробки, збирання та зварювання.

Трудомісткість обробки основних деталей

$$T_o^{ob} = t_0^{ob} \cdot n_0 = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ люд.} - \text{год.}$$

де  $t_0^{ob}$  – трудомісткість обробки однієї деталі;

$n_0$  – число основних деталей.

Трудомісткість збирання

$$T_o^{cb} = t_0^{cb} \cdot n_0 = 0,44 \cdot 4 = 1,8 \text{ люд.} - \text{год.}$$

де  $t_0^{cb}$  – трудомісткість збирання однієї деталі;

Трудомісткість зварювання

$$T_o^{cs} = t_0^{cs} \cdot \sum l_{шв} = (24 \cdot 4 \cdot 1,1 + 1,8 \cdot 2 \cdot 4) \cdot 0,08 = 5,4 \text{ люд.} - \text{год.}$$

де  $t_0^{cs}$  – трудомісткість зварювання 1 м шва;

$\sum l_{шв}$  – довжина зварювальних швів катетом 8 мм.

При будівельному коефіцієнті маси  $\psi = 1,25$  знаходимо будівельні коефіцієнти операцій за табл. IV.3 і IV.4 [44]. При коефіцієнті детальності 4,5 число допоміжних деталей дорівнює  $4 \cdot 4,5 = 18$ ;  $\psi_T^{ob} = 2,6$ ;  $\psi_T^{cb} = 1,59$ ;  $\psi_T^{cs} = 1,7$ .

Трудомісткість виготовлення тонкостінної балки

$$T = 1,12(2,6 \cdot 6 + 1,59 \cdot 1,8 + 1,7 \cdot 5,4) = 31,0 \text{ люд.} - \text{год.}$$

*Вартість виготовлених конструкцій з врахуванням вартості транспорту становить для:*

а) кроквяної ферми із замкнених квадратних та прямокутних профілів

$$C_{н.к.} = 1,15(GK + 3,6 \cdot T + 3,54G)$$

$$C_{н.к.} = 1,15(1,542 \cdot 19880 + 3,6 \cdot 90 \cdot 34,1 + 3,54 \cdot 400 \cdot 1,542) = 50470 \text{ грн} ;$$

б) для тонкостінної балки

$$C_{н.к.} = 1,15(5,083 \cdot 18220 + 3,6 \cdot 90 \cdot 55,0 + 3,54 \cdot 400 \cdot 5,083) = 135274 \text{ грн} ;$$

в) для балки з гофрованою стінкою

$$C_{н.к.} = 1,15(4,291 \cdot 18220 + 3,6 \cdot 90 \cdot 31,0 + 3,54 \cdot 400 \cdot 4,291) = 108447 \text{ грн} ;$$

*Вартість конструкції в «ділі»*

$$C_D = (C_{н.к.} \cdot K_{смл} + C_M) K_n \cdot K_n \cdot K_{з.с.}$$

а) кроквяної ферми із замкнених квадратних та прямокутних профілів

$$C_D = (50470 \cdot 1,02 + 16860) \cdot 1,083 \cdot 1,06 \cdot 1,0075 = 79041 \text{ грн} ;$$

б) для тонкостінної балки

$$C_D = (135274 \cdot 1,02 + 50888) \cdot 1,083 \cdot 1,06 \cdot 1,0075 = 218442 \text{ грн} ;$$

в) для балки з гофрованою стінкою

$$C_D = (108447 \cdot 1,02 + 42968) \cdot 1,083 \cdot 1,06 \cdot 1,0075 = 177634 \text{ грн} ;$$

## 2.6. Експлуатаційні затрати

Виразуємо за формулою (IV. 37) [44]

$$П_3 = \frac{C_D}{T_{сл.к}} + C_{рем.} ;$$

де  $C_{рем.}$  – реноваційні відрахування (затрати на ремонт);

$$C_{рем.} = \frac{1,2}{100} \cdot (C_m + C_D);$$

$T_{сл.к.}$  – строк служби (періодичність капітальних ремонтів);

$C_{рем.}$  – затрати на поточні ремонти.

а) для ферми

$$П_3 = \frac{79041}{30} + \frac{1,2}{100} (16860 + 79041) = 3786 \text{ грн} ;$$

б) для балки тонкостінної

$$П_3 = \frac{218442}{60} + \frac{1,2}{100} (50888 + 218442) = 6873 \text{ грн} ;$$

в) для балки з гофрованою стінкою

$$П_3 = \frac{177634}{60} + \frac{1,2}{100} (42968 + 177634) = 5608 \text{ грн} .$$

## 2.7. Приведені затрати

Визначено за формулою (IV.38) [44]

$$П = C_D + E_n \cdot k + П_3 ;$$

де  $E_n = 0,12$  – нормативний коефіцієнт ефективності у будівництві;

$k$  – приведені капіталовкладення у виробництво конструкцій, визначається за таблицею IV.13 [44].

$$k = 247 \cdot 20 = 4940 \frac{\text{грн}}{\text{т}} ;$$

а) для ферми

$$П = 79041 + 0,12 \cdot 4940 \cdot 1,542 + 3786 = 83741 \text{ грн} ;$$

б) для балки тонкостінної

$$П = 218442 + 0,12 \cdot 4940 \cdot 5,083 + 6873 = 228328 \text{ грн} ;$$

в) для балки з гофрованою стінкою

$$П = 177634 + 0,12 \cdot 4940 \cdot 4,291 + 5608 = 183835 \text{ грн} .$$

### 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1. Компонування каркасу будівлі

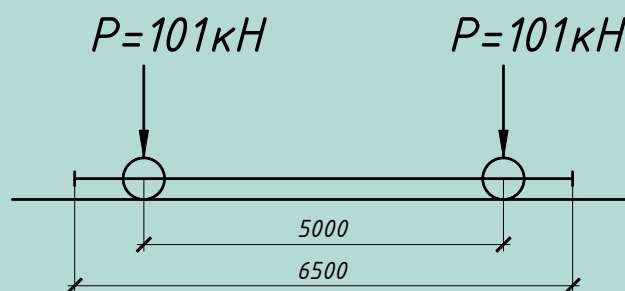
##### Вертикальні розміри поперечної рами

Для визначення геометричних розмірів поперечної рами треба знати характеристики крану, який застосовується в проектуемій будівлі.

Таблиця 3.1.

Характеристики крану 5

Вантажопід'ємність, $Q$ , кН	Проліт крану, $l_{cr,м}$	Розміри, мм				Тиск коліс крану, кН	Маса, кН		Тип підкранового рельсу
		В	К	Н	$B_1$		Візка	Крану з візком	
50	22,5	6500	5000	1650	230	101	22	250	КР-70



Розмір  $h_2$  диктується габаритними розмірами мостового крану і умовами нормальної експлуатації крану і несучих конструкцій виробничої будівлі:

$$h_2 = (h_k + 100) + a, \text{ де}$$

$(h_k + 100)$  - габаритний розмір, мм, від оголовка кранового рельсу до верхньої точки візка крану плюс встановлений за вимогами техніки безпеки зазор між цією точкою і кроквяними конструкціями, рівний  $100 \text{ мм}$ .

$a$  - розмір, який враховує прогин конструкції покриття, який приймається рівним  $200\text{-}400 \text{ мм}$ .

Тоді отримаємо:

$$h_2 = (1650 + 100) + 200 = 1950 \text{ мм}$$

Корисна висота будівлі складатиме:

$$H = h_1 + h_2 = 10000 + 1950 = 11950 \text{ мм}$$

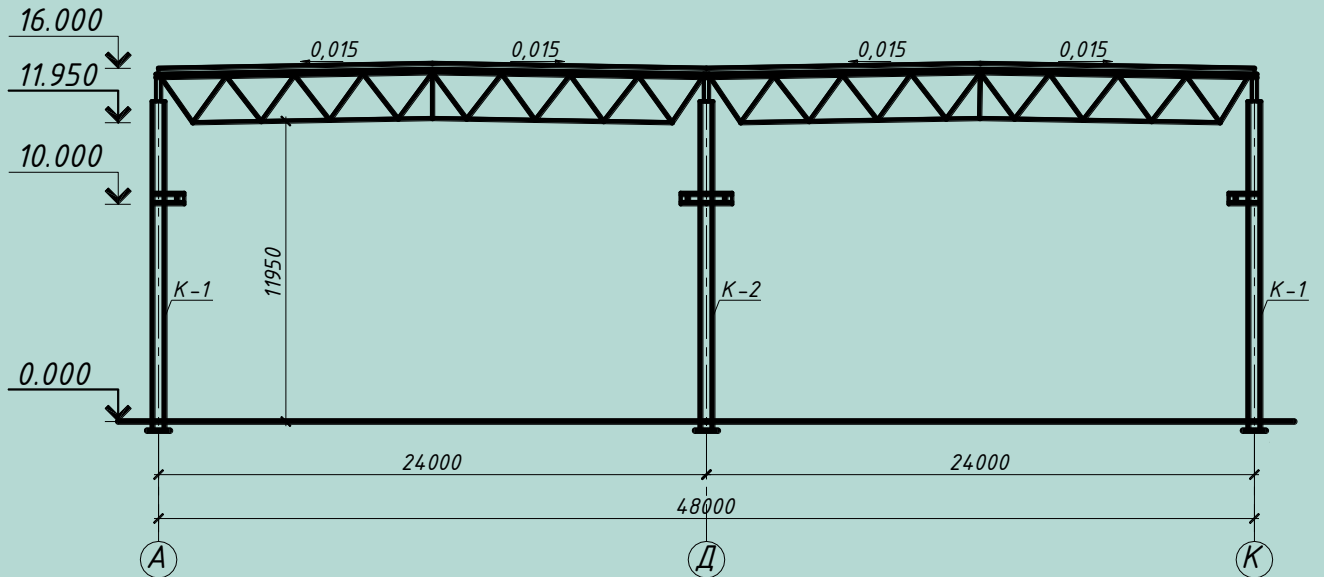


Рис. 3.1. Поперечна схема рами каркасу

За розмірами виробничої будівлі встановлюють розміри верхньої та нижньої частини колон:

$$h_g = h_2;$$

$$h_n = h_p + h_{zag}, \quad \text{де}$$

$h_g, h_n$  - розміри верхньої та нижньої частини колони;

$h_p$  - позначка кранового рельсу, яка  $h_p = 10i$ .

$h_{zag}$  - відстань від чистої підлоги до нижнього кінця колони  $h_{zag} = 500\text{мм}$ ;

$h_{н.б.}$  - висота підкранової балки, яка спочатку приймається рівною  $\left(\frac{1}{6} \dots \frac{1}{10}\right) \cdot B$ , тобто приймаємо  $h_{н.б.} = 1200\text{мм}$ .

Тоді отримаємо:

$$h_g = 1950\text{мм};$$

$$h_n = 11000 + 500 = 11500\text{мм}.$$

Конструктивна висота колони становить:

$$h = h_g + h_n = 1950 + 11500 = 13450\text{мм}.$$

#### Горизонтальні розміри поперечної рами

Прив'язка зовнішньої грані колони крайнього ряду до поздовжньої осі будівлі приймаємо  $b_0 = 250\text{мм}$ .

Ширина верхньої частини колони з умов необхідної жорсткості не повинна бути менше ніж  $b_g \geq \frac{1}{12} \cdot h_g$ . Приймаємо  $b_g = 500\text{мм}$  перевіряємо умову:

$$b_g = 500\text{мм} > \frac{1950}{12} = 162,5\text{мм}$$

Вісь підкранової гілки колони суміщають з віссю підкранової балки. При цьому ширина нижньої частини колони складає:

$$b_n = \lambda + b_0, \quad \text{де}$$

$\lambda$  - відстань від осі підкранової балки до осі колони. Приймаємо  $\lambda = 500\text{мм}$ .

Тоді отримаємо:  $b_n = 500 + 250 = 750_{мм}$  .

З умов забезпечення жорсткості цеху в поперечному напрямку ширину нижньої частини колони приймають так, щоб виконувалась умова:

$$b_i \geq \frac{1}{20} \cdot 13450$$

Перевіряємо:

$$b_n = 750_{мм} > \frac{13450}{20} = 672,5_{мм}$$

Проліт крана складає:

$$L_k = L - 2\lambda = 24000 - 2 \cdot 500 = 23000_{мм}.$$

### 3.2. Збір навантажень на поперечну раму

На основну несучу конструкцію виробничої будівлі – поперечну раму – діють різні навантаження: постійні від ваги огороджуючи і несучих конструкцій будівлі; тимчасові – технологічні і атмосферні, та інші.

#### Постійне навантаження

В залежності від конструктивної форми будівлі і прийнятого складу огороджуючи конструкцій, які наведені у таблиці 3.2. можна визначити розрахункове навантаження.

Таблиця 3.2.

Навантаження від ваги конструкцій покриття

№ п/п	Навантаження	Характеристичне значення навантаження, кПа	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Граничне розрахункове значення навантаження, кПа
1	Гідроізоляція з 2-х шарів євроруберойду	0,08	1,2	0,096
2	Утеплювач	0,05	1,2	0,06
3	Пароізоляція (1 шар євроруберойду)	0,05	1,2	0,06
4	Профільований настил	0,15	1,1	0,165
5	Кроквяна ферма	0,4	1,05	0,42
	$\Sigma q_0$			0,801

#### Тимчасове навантаження

Тимчасове навантаження буде складатися із трьох складових:

- навантаження від снігу;
- навантаження від вітру;
- навантаження від мостового крану.

### Навантаження від снігу

При розрахунку рами навантаження від снігу приймається рівномірно розподіленим за довжиною ригеля. Розрахункове навантаження на 1м ригеля:

$$S = \gamma_{fn} \cdot S_0 \cdot \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} \cdot B = 1 \cdot 1,109 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 24 = 32,8 \text{кН / м}, \text{ де}$$

$S_0$  - вага снігового покриву на  $1\text{м}^2$  горизонтальної поверхні. Приймається згідно ([11], рис. 8.1). Приймаємо  $S_0 = 1,109 \text{кПа}$ , район 3 – м. Запоріжжя.

$C_e = 1$  - коефіцієнт, що враховує особливості режиму п. 8.9 [11];

$C_{alt} = 1$  - коефіцієнт, що враховує висоту над рівнем моря при  $H < 0,5 \text{км}$ . п. 8.10 [11];

$\mu = 1$  - коефіцієнт переходу від снігового навантаження на землі до навантаження на покриття, за п. 8.7 [11];

$\gamma_{fn} = 1$  - коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим сніговим навантаженням строк експлуатації 50 років, за п. 8.11 [11].

### Навантаження від вітру

Навантаження від вітру визначаємо для навітряної та завітряної частини будівлі. Тобто визначаємо активне і пасивне навантаження:

$$q_a = \gamma_{fn} \cdot C_{aer} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{red} \cdot C_{dir} \cdot C_d \cdot w_0 \cdot B = 1,04 \cdot 0,469 \cdot 1,7 \cdot 0,8 \cdot 6 = 3,97 \text{кН / м}$$

$$q_n = \gamma_{fn} \cdot C_{aer} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{red} \cdot C_{dir} \cdot C_d \cdot w_0 \cdot B = 1,04 \cdot 0,469 \cdot 1,7 \cdot 0,6 \cdot 6 = 2,98 \text{кН / м}, \text{ де}$$

$\gamma_{fn} = 1,04$  коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим вітровим навантаженням строк експлуатації 60 років, за п. 9.14 [11];

$C_{aer}$  - аеродинамічний коефіцієнт, що визначається за 9.8  $C_a = 0,8$ ,  $C_n = 0,6$  ;

$C_h = 1,7$  - коефіцієнт висоти споруди, ( $h=16\text{м}$  тип місцевості III – вважаємо рівномірно розподіленим рис. 9.2) що визначається за 9.9;

$C_{alt} = 1$  при  $H < 0,5 \text{км}$ . - коефіцієнт географічної висоти, що визначається за 9.10;

$C_{red} = 1$  - (рівнинна місцевість) – коефіцієнт рельєфу, що визначається за 9.11;

$C_{dir} = 1$  - (загальний випадок) – коефіцієнт напрямку, що визначається за 9.12;

$C_d = 1$  - (при відсутності пульсацій) коефіцієнт динамічності, що визначається за 9.13;

$C_e$  - аеродинамічні коефіцієнти для активного і пасивного тисків відповідно;

$w_0 = 0,469 \text{кПа}$  - вітровий тиск, який приймаємо за ([11], рис. 9.1). приймаємо район II.

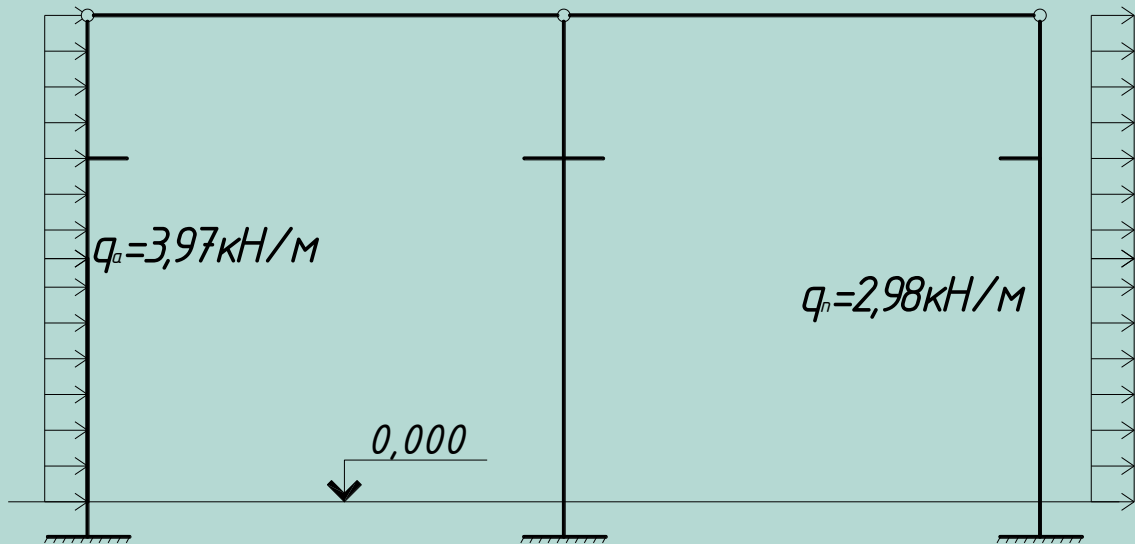


Рис. 3.2. Розрахункова схема поперечної рами

### Навантаження від мостових кранів

Вертикальний опорний тиск на раму від кранів обчислюється за лініями впливу при не вигідному для колон поздовжньому положенні коліс крана на підкранових балках. Розрахунковий тиск на колону, до якої наблизений візок крана становить:

$$D_{\max} = \gamma_f \cdot \psi \cdot P \sum y + G_{n.б.}, \text{де}$$

$\gamma_f$  - коефіцієнт надійності за навантаженням, приймається  $\gamma_f = 1,1$ ;

$\psi$  - коефіцієнт поєднання, приймається  $\psi = 0,85$ ;

$P$  - нормативний тиск колеса крана, приймається  $P = 101 \text{кН}$  ;

$\sum y$  - сума ординат ліній впливу для опорного тиску на колону.

Зі схеми навантажень (див. нижче)  $\sum y = 1,92$ .

$G_{i.д.}$  - маса підкранової балки, визначається за формулою:

$$G_{n.б.} = q \cdot B = 10 \cdot 6 = 60 \text{кН} / \text{м}$$

Отримаємо:  $D_{\max} = 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot 101 \cdot 1,92 + 60 = 259,45 \text{кН}$ .

Розрахунковий тиск на протилежну колону:

$$D_{\min} = \gamma_f \cdot \psi \cdot P_{\min} \cdot \sum y + G_{n.б.}, \text{де}$$

$P_{\min}$  - найменший тиск колеса крана, який визначається за формулою:

$$P_{\min} = \frac{Q + G_{кр}}{0,5n_0} - P, \text{де}$$

$Q$  - вантажопідйомність крана,  $Q = 50 \text{кН}$  ;

$G_{кр}$  - маса крана з візком,  $G_{кр} = 250 \text{кН}$  ;

$n_0$  - кількість усіх коліс крану  $n_0 = 4$ .

Тоді отримаємо:

$$P_{\min} = \frac{50 + 250}{0,5 \cdot 4} - 101 = 49 \text{кН};$$

$$D_{\min} = 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot 49 \cdot 1,92 + 60 = 156,77 \text{кН}.$$

Розрахунковий горизонтальний опорний тиск на колону рами:



$$T_k = \frac{Q + G_g}{20 \cdot n_0} \cdot \gamma_f \cdot \psi \cdot \sum y, \quad \text{де}$$

$G_g$  - маса візка крана,  $G_g = 22 \text{ кН}$  ;

$n_0$  - кількість коліс,  $n_0 = 2$ .

Отримаємо:

$$T_k = \frac{50 + 22}{20 \cdot 2} \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot 1,92 = 3,56 \text{ кН}.$$

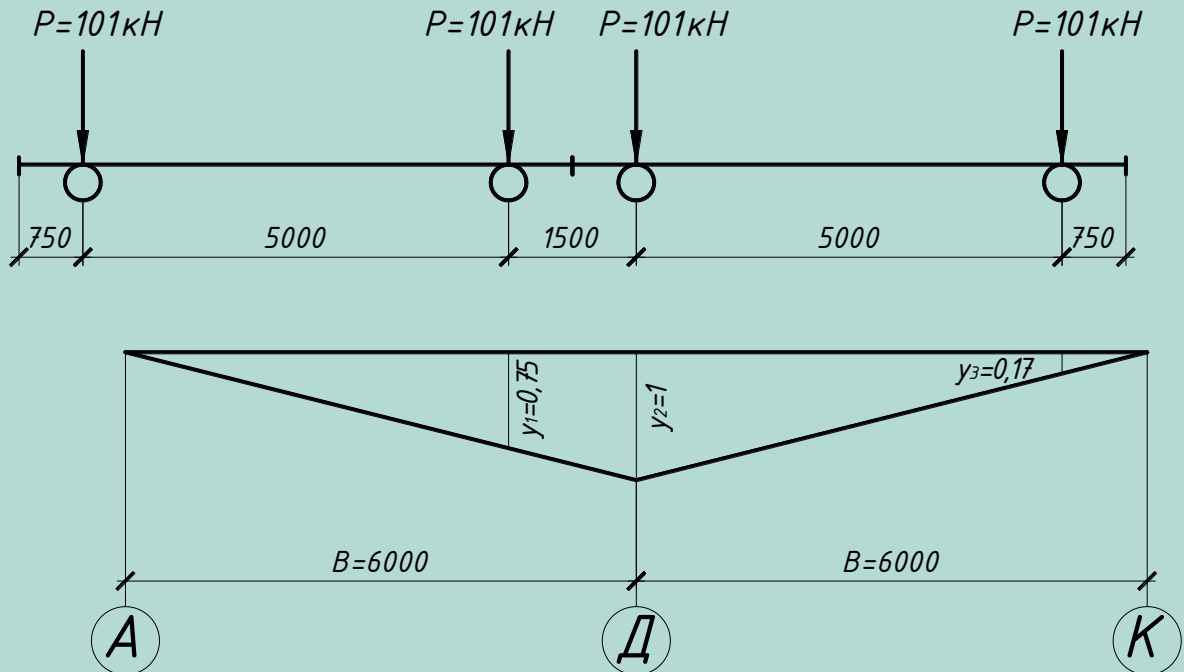


Рис. 3.3. Схема навантаження від мостових кранів

### 3.3. Розрахунок колон

#### 3.3.1. Розрахунок крайньої колони К1

Розрахункові довжини колони:

В площині рами:  $\ell_x = h \cdot \mu_x$ , де

$h$  - висота колони, м;

$\mu_x$  - коефіцієнт розрахункової довжини колони.

$$\ell_x = 15 \cdot 2 = 30 \text{ м}$$

Із площини рами:  $\ell_y = h \cdot \mu_y$ .

Висоту колони приймаємо  $h = 6 \text{ м}$ ;  $\mu_y = 1$  ;

$$\ell_y = 6 \cdot 1 = 6 \text{ м}.$$

Приймаємо для проектування колони сталь класу С235 із розрахунковим опором  $R_y = 230 \text{ МПа}$  .

Розрахунок ведемо із умов, що колона суцільного, незмінного по довжині перерізу.

Орієнтовна площа перерізу:

$$A_{\text{нотр}} = \left( 1,25 + 2,8 \frac{e}{b_e} \right) \cdot \frac{N}{R_y};$$

де  $e = \frac{M}{N}$  - ексцентриситет прикладання навантаження від крану ;

$b_a$  - висота перерізу двотавра.

Найнебезпечніша комбінація зусиль:  $M = 736,4 \text{ кНм}$ ;  $N = 964,3 \text{ кН}$  .

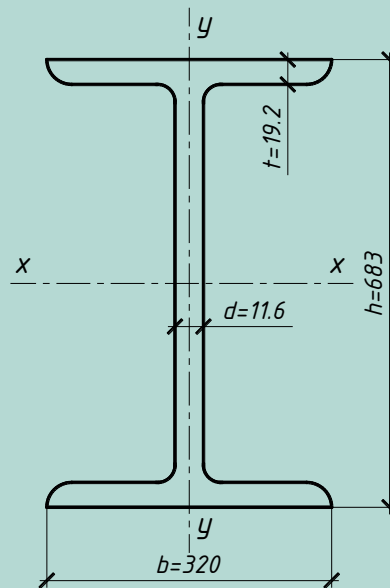
$$e = \frac{736,4}{964,3} = 0,76 \text{ м}$$

$$\text{Тоді: } A_{\text{норм}} = \left( 1,25 + 2,8 \cdot \frac{0,76}{0,588} \right) \cdot \frac{964,3}{23} = 195,6 \text{ см}^2$$

Приймаємо широко полицний двотавр 70Ш1.

Геометричні характеристики:  $h = 683 \text{ мм}$ ;  $b = 320 \text{ мм}$ ;  $d = 11,6 \text{ мм}$ ;  $t = 19,2 \text{ мм}$ ;

$A = 213 \text{ см}^2$ ;  $I_x = 171660 \text{ см}^4$ ;  $I_y = 10510 \text{ см}^4$ ;  $W_x = 5030 \text{ см}^3$ ;  $W_y = 657 \text{ см}^3$ ;  $i_x = 28,4 \text{ см}$ ;  $i_y = 7,02 \text{ см}$ .



Визначення гнучкості та умовної гнучкості:

$$\lambda_x = \frac{\ell_x}{i_x} \leq [\lambda_u] = 120,$$

$$\lambda_y = \frac{\ell_y}{i_y} \leq [\lambda_u] = 120, \quad \text{де}$$

$i_x, i_y$  - радіуси інерції перерізу;

$\lambda_u$  - гранична гнучкість.

$$\lambda_x = \frac{3200}{28,4} = 113 < 120 = [\lambda_u]$$

$$\lambda_y = \frac{600}{7,02} = 86 < 120 = [\lambda_u]$$

Умовні гнучкості:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}};$$

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}};$$

де  $E$  - модуль пружності,  $E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ;

$\lambda_x, \lambda_y$  - розрахункові гнучкості елементу в площинах, що перпендикулярні осям x-x, y-y;

$R_y$  - розрахунковий опір сталі розтягу, стиску, згину, по межі текучості.

$$\bar{\lambda}_x = 113 \cdot \sqrt{\frac{230}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,86;$$

$$\bar{\lambda}_y = 86 \cdot \sqrt{\frac{230}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,94.$$

Відносний ексцентриситет:

$$m = \frac{eA}{W_x}; \quad \text{де}$$

$W$  - момент опору перерізу;

$$m = 76 \cdot \frac{213}{5030} = 3,22.$$

Приведений відносний ексцентриситет:

$$m_{ef} = m \cdot \eta, \quad \text{де}$$

$\eta$  - коефіцієнт, що залежить від співвідношення  $\frac{A_f}{A_w}$ .

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{32 \cdot 1,92}{1,16 \cdot (68,3 - 2 \cdot 1,92)} = 0,82$$

$$\eta = (1,75 - 0,1m) - 0,02(5 - m)\bar{\lambda} = (1,75 - 0,1 \cdot 3,22) - 0,02(5 - 3,22) \cdot 3,86 = 1,22$$

$$m_{ef} = 3,22 \cdot 1,22 = 3,93 < 20.$$

Перевірка стійкості колони в площині рами:

$$\sigma_x = \frac{N}{A \cdot \varphi_e} \leq R_y \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_n}, \quad \text{де}$$

$\varphi_e$  - коефіцієнт, що враховує дію згину;

$\gamma_c$  - коефіцієнт надійності умов роботи;

$\gamma_n$  - коефіцієнт надійності за призначенням.

$$\sigma_x = \frac{964,3}{213 \cdot 0,19} = 23,8 \text{ кН / см}^2 > 23 \cdot \frac{1}{1}$$

Похибка становить:

$$\Delta = \frac{23,8 - 23}{23} = 3,4\% < 5, \quad \text{що допустимо.}$$

Перевіряємо стійкість стержня

$$\frac{N \gamma_n}{\varphi_b A \gamma_c R_y} = \frac{964,3 \cdot 0,95}{0,19 \cdot 213 \cdot 0,95 \cdot 23} = 1,01 \approx 1.$$

Перевірка стійкості колони з площини рами:

$$\sigma_y = \frac{N}{c \cdot A \cdot \varphi_y} \leq R_y \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_n}, \quad \text{де}$$

$c$  - коефіцієнт, прийнятий за табл. 5.31;

$\varphi_y$  - коефіцієнт, прийнятий за табл. 72;

$$c = \frac{\beta}{(1 + \alpha \cdot m_x)}, \text{ де}$$

$\alpha, \beta$  - коефіцієнти, що приймаються залежно від  $m_x$ .

Відносний ексцентриситет:

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N \cdot W_x}$$

$M_x = M / 2$  - розрахунковий момент.

$$M_x = 736,4 / 2 = 368,2 \text{ кНм}$$

$$m_x = \frac{368,2 \cdot 100 \cdot 213}{964,3 \cdot 5030} = 1,62$$

$$\alpha = 0,65 + 0,05m_x = 0,65 + 0,05 \cdot 1,62 = 0,731$$

$$\lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5}{23}} = 92$$

$$\lambda_y = 86 < \lambda_c = 92$$

$$\beta = 1, \text{ тоді } c = \frac{1}{1 + 0,731 \cdot 1,62} = 0,458.$$

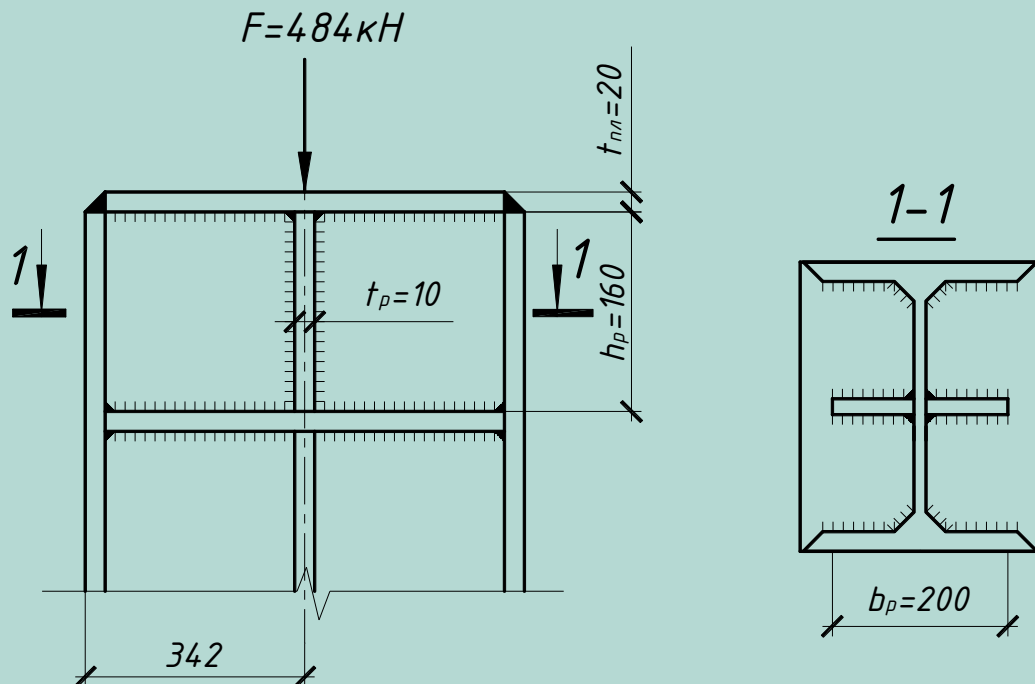
$$\varphi_y = 0,641, \text{ тоді } \sigma_y = \frac{964,3}{213 \cdot 0,641 \cdot 0,458} = 15,4 \text{ кН / см}^2 < 23 \text{ кН / см}^2 = R_y \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_n}.$$

Перевіряємо стійкість стержня

$$\frac{N \gamma_n}{\varphi_y c A \gamma_c R_y} = \frac{964,3 \cdot 0,95}{0,641 \cdot 0,458 \cdot 213 \cdot 0,95 \cdot 23} = 0,67 < 1.$$

Отже, робимо висновок, проте що, крайня колона К1 підібрана вірно і відповідає усім перевіркам місцевої стійкості.

### 3.3.2. Розрахунок оголовка колони К1



Приймаємо ширину ребра  $b_p = 200 \text{ мм}$ .

Із умов роботи на зминання товщина ребра:

$$t_p = \frac{1,2F}{b_p \cdot R_p}, \text{ де}$$

$F = 484 \text{ кН}$  - навантаження від покриття;

$R_p = R_u$  - розрахунковий опір зминанню.

$$t_p = \frac{1,2 \cdot 484}{20 \cdot 35} = 0,83 \text{ см.}$$

Приймаємо  $t_p = 10 \text{ мм} = 1 \text{ см.}$  .

Висота опорного ребра визначається із умов роботи на зріз зварного шва:

$$h_p = \ell_{wf} = \frac{1,2F}{4\beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf}}, \text{ де}$$

$\ell_{wf}$  - розрахункова довжина шва (по металу шва);

$\beta_f$  - коефіцієнт, за табл. 43\*;

$k_f$  - катет шва, мм;

$R_{wf}$  - розрахунковий опір кутових швів зрізу по металу шва;

$\gamma_{wf}$  - коефіцієнт умов роботи шва.

$$h_p = \frac{1,2 \cdot 484}{4 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 18 \cdot 1} = 14,9 \text{ см.}$$

Приймаємо  $h_p = 160 \text{ мм} = 16 \text{ см.}$  .

Зварення виконувати напівавтоматичне у нижньому положенні.

### 3.3.3. Розрахунок бази колони К1

Задаємо ширину плити:  $B = b + 2t_{TP} + 2c$ , де

$t_{TP} = 18 \text{ мм}$  - товщина траверси;

$b = 320 \text{ мм}$  - ширина перерізу колони, мм;

$c = 72 \text{ мм}$  - вільна консольна ділянка плити.

$$B = 320 + 2 \cdot 18 + 2 \cdot 72 = 500 \text{ мм}$$

Довжина плити визначається за формулою:

$$L = \frac{N}{R_{зм} \cdot 2B} + \sqrt{\left(\frac{N}{R_{зм} \cdot 2B}\right)^2 + \frac{6M}{R_{зм} \cdot B}}, \text{ де}$$

$R_{зм} = 1,2R_g$  - опір бетону фундаменту зминанню;

$R_g = 0,77 \text{ кН} / \text{см}^2$  - для бетону класу В15, при  $\gamma_{b2} = 0,9$ ;

$$N = 964,3 \text{ кН}, \quad M = 736,4 \text{ кНм.}$$

$$L = \frac{964,3}{0,924 \cdot 2 \cdot 50} + \sqrt{\left(\frac{964,3}{0,924 \cdot 2 \cdot 50}\right)^2 + \frac{6 \cdot 73640}{0,924 \cdot 50}} = 108,7 \text{ см.}$$

Приймаємо  $L = 1100 \text{ мм} = 110 \text{ см.}$  .

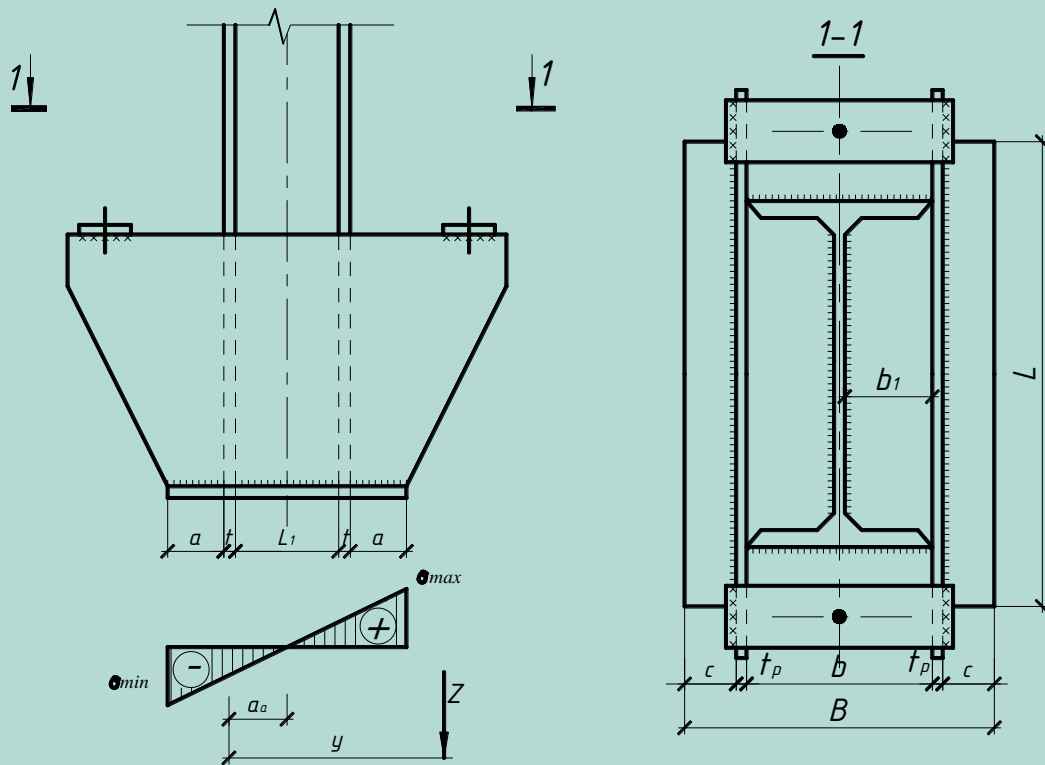
Напруження у фундаменті під плитою:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{L \cdot B} + \frac{6M}{B \cdot L^2} < R_{3M};$$

$$\sigma_{\max} = \frac{964,3}{110 \cdot 50} + \frac{6 \cdot 73700}{50 \cdot 110^2} = 0,906 < 0,924 = R_{3M};$$

$$\sigma_{\min} = \frac{N}{L \cdot B} - \frac{6M}{B \cdot L^2} < R_{3M};$$

$$\sigma_{\min} = \frac{964,3}{110 \cdot 50} - \frac{6 \cdot 73700}{50 \cdot 110^2} = -0,555 \text{кН} / \text{см}^2 < 0,924 \text{кН} / \text{см}^2 = R_{3M}.$$



Згинальний момент на консольній ділянці (1).

$$M_1 = \frac{\sigma \cdot \ell^2}{2} = \frac{0,906 \cdot 7,2^2}{2} = 24,5 \text{кНсм}$$

Згинальний момент на ділянці при опиранні на 3 боки:

При  $a/b = 208/320 = 0,65 > 0,5 \Rightarrow \alpha = 0,081$ , де

$a$  - довжина закріпленого боку ділянки;

$b$  - довжина вільного боку ділянки.

$$M_2 = \alpha \cdot \sigma \cdot b^2 = 0,081 \cdot 0,906 \cdot 32^2 = 75 \text{кНсм}.$$

Згинальний момент на ділянці при опиранні на 4 боки:

$$M_2 = \beta \cdot \sigma \cdot b_1^2 = 0,125 \cdot 0,906 \cdot 15,4^2 = 26,9 \text{кНсм}.$$

$$\frac{L_1}{b_1} = \frac{645}{154} = 4,2 \Rightarrow \beta = 0,125.$$

Товщина плити визначається за максимальним моментом на ділянках:

$$t_{nl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 75}{23 \cdot 0,95}} = 4,54 \text{см}.$$

Приймаємо  $t_{nl} = 5 \text{см} = 50 \text{мм}$ .

Висота траверси:

$$h_{TP} = \frac{N}{4 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf}} = \frac{965}{4 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 1} = 14,9 \text{ см};$$

Приймаємо  $h_{TP} = 16 \text{ см}$ .

Зусилля в анкерних болтах:

$$Z = \frac{(M - N \cdot a_a)}{y} = \frac{(73700 - 965 \cdot 34,2)}{91} = 447 \text{ кН}.$$

Площа анкерного болта:

$$A_b = \frac{Z}{n \cdot R_{ba}}; \text{ де}$$

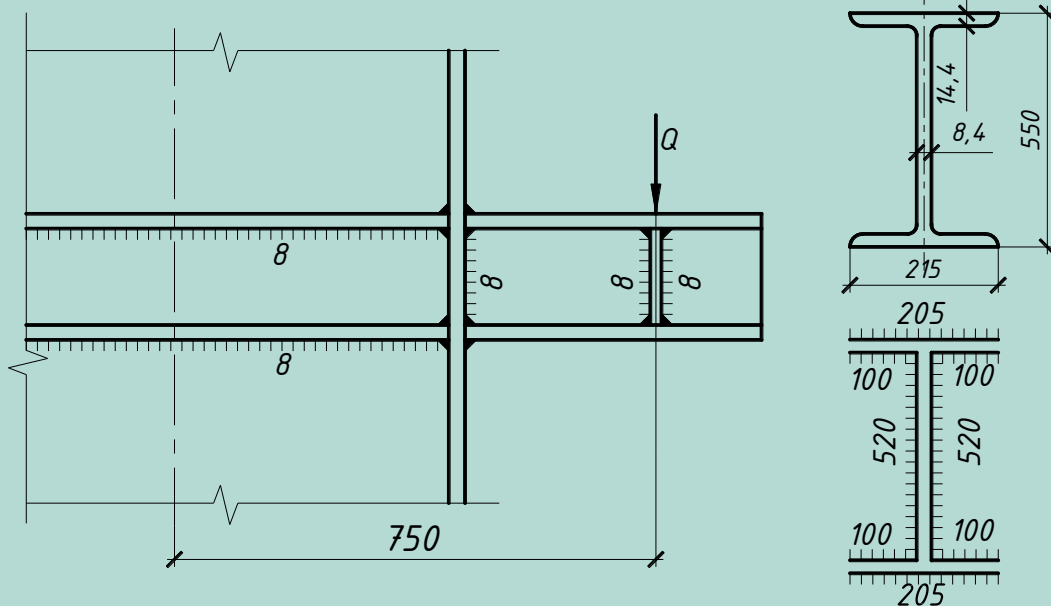
$n = 2$  - кількість анкерних болтів;

$R_{ba} = 18,5 \text{ кН/см}^2$  - розрахунковий опір анкерного болта розтягуючим зусиллям.

$$A_b = \frac{447}{2 \cdot 18,5} = 12,1 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 2 болта площею  $A = 13,75 \text{ см}^2$ , зовнішній діаметр  $d_3 = 48 \text{ мм}$ .

### 3.3.4. Розрахунок консолі



$$Q = D_{\max} \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 543,95 \cdot \frac{1,2}{0,95} = 687,1 \text{ кН}$$

Матеріал консолі сталь С235 ( $R_y = 230 \text{ МПа}$ ).

В місці кріплення консолі діє згинаючий момент  $M = 0,41 \cdot 687,1 = 281,7 \text{ кНм}$  і поперечна сила  $Q = 687,1 \text{ кН}$ . Приймаємо катети усіх швів  $k_f = 8 \text{ мм}$ . Зварювання проводиться вручну з візуальним контролем, електроди типу Э42 ( $R_{wf} = 180 \text{ МПа}$ ;  $R_{wz} = 0,45$ ;  $R_{un} = 0,45 \cdot 345 = 155 \text{ МПа}$ ;  $\beta_f = 0,7$ ;  $\beta_z = 1$ ).

Так як  $\beta_f \cdot R_{wf} = 0,7 \cdot 180 = 126 \text{ МПа} < \beta_z \cdot R_{wz} = 155 \text{ МПа}$ , то розрахунок ведемо по металу шва.

Розрахункова площа перерізу усіх швів:

$$A_w = \beta_f \cdot k_f \cdot \sum \ell_w = 0,7 \cdot 0,8 \cdot (2 \cdot 20 + 2 \cdot 52 + 4 \cdot 10) = 103 \text{ см}^2, \text{ де}$$

$$\sum \ell_w = 164 \text{ см};$$

$\beta_f, \beta_z$  - коефіцієнти, що приймаються за табл. 34\*;

$R_{wf}, R_{wz}$  - розрахунковий опір кутових швів зрізу по металу шва і по металу меді плавлення.

Розрахунок зварних з'єднань на дію моменту в площині, перпендикулярній площині розміщення швів:

$$\sigma_w = \frac{M}{W_x} = \frac{281,4 \cdot 100}{1720} = 16,4 \text{ кН / см}^2 < 18 \text{ кН / см}^2 = R_{wf}, \text{ де}$$

$W_x$  - момент опору перерізу консолі відносно осі x-x (для двотавра 55Б2).

Також зварні шви розраховуються на дію поперечної сили:

$$\tau_w = \frac{Q}{\beta_f \cdot k_f \cdot \ell_w} < R_{wf}, \text{ де}$$

$\tau_w$  - напруження в розрахунковому перерізі по металу шва.

$$\tau_w = \frac{687,1}{0,7 \cdot 0,8 \cdot 164} = 7,48 \text{ кН / см}^2 < 18 \text{ кН / см}^2 = R_{wf}.$$

### 3.3.5. Розрахунок середньої колони К2

Розрахункові довжини колони:

$$\ell_x = h \cdot \mu_x; \quad \ell_x = 16 \cdot 2 = 32 \text{ м};$$

$$\ell_y = h \cdot \mu_y; \quad \ell_y = 6 \cdot 1 = 6 \text{ м}.$$

Розрахункова сталь С235.

Орієнтовна площа перерізу:

$$A_{номп} = \left( 1,25 + 2,8 \frac{e}{b_g} \right) \cdot \frac{N}{R_y};$$

Найнебезпечніша комбінація зусиль:  $M = 276,3 \text{ кНм}; \quad N = 1928,7 \text{ кН}.$

$$e = \frac{276,3}{1928,7} = 0,15 \text{ м}$$

Тоді потрібна площа складатиме:

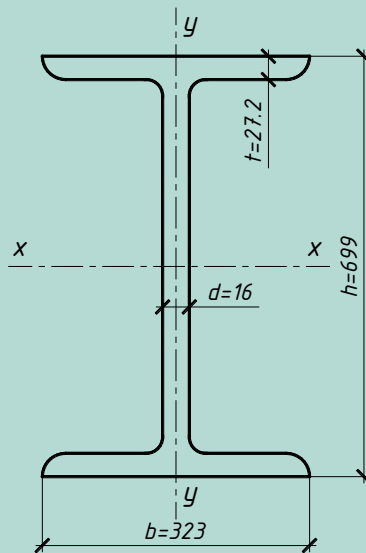
$$A_{номп} = \left( 1,25 + 2,8 \cdot \frac{15}{30} \right) \cdot \frac{1928,7}{23} = 206 \text{ см}^2$$

Приймаємо двотавр 70Ш4 з геометричними характеристиками:

$$h = 699 \text{ мм}; \quad b = 323 \text{ мм}; \quad d = 16 \text{ мм}; \quad t = 27,2 \text{ мм}; \quad A = 287 \text{ см}^2; \quad I_x = 241890 \text{ см}^4;$$

$$I_y = 15340 \text{ см}^4; \quad W_x = 6920 \text{ см}^3; \quad W_y = 949 \text{ см}^3; \quad i_x = 29 \text{ см}; \quad i_y = 7,32 \text{ см}.$$





Гнучкість:

$$\lambda_x = \frac{\ell_x}{i_x} = \frac{3200}{29} = 110 < [\lambda_u] = 120;$$

$$\lambda_y = \frac{\ell_y}{i_y} = \frac{600}{7,32} = 82 < [\lambda_u] = 120.$$

Умовна гнучкість:

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 110 \cdot \sqrt{\frac{230}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,75;$$

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 15 \cdot \sqrt{\frac{230}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,79.$$

Відносний ексцентриситет:

$$m = \frac{eA}{W_x} = 15 \cdot \frac{287}{6920} = 0,62;$$

Приведений відносний ексцентриситет:

$$m_{ef} = m \cdot \eta;$$

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{2,72 \cdot 32,3}{1,6 \cdot (69,9 - 2 \cdot 2,72)} = 0,86$$

$$\eta = (1,75 - 0,1m) - 0,02(5 - m)\bar{\lambda} = (1,75 - 0,1 \cdot 0,62) - 0,02(5 - 0,62) \cdot 3,73 = 1,36$$

$$m_{ef} = 0,62 \cdot 1,36 = 0,84.$$

Перевірка стійкості колони в площині рами:

$$\sigma_x = \frac{N}{A \cdot \varphi_e} \leq R_y \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_n},$$

$$\sigma_x = \frac{1928,7}{287 \cdot 0,368} = 18,3 \text{ кН / см}^2 < 23 \text{ кН / см}^2$$

$$\varphi_e = 0,368.$$

$$\frac{N \gamma_n}{\varphi_b A \gamma_c R_y} = \frac{1928,7 \cdot 0,95}{0,368 \cdot 287 \cdot 0,95 \cdot 23} = 0,80 < 1.$$

Перевірка стійкості колони із площини рами:

$$\sigma_y = \frac{N}{c \cdot A \cdot \varphi_y} \leq R_y \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_n};$$

$$\varphi_y = 0,67;$$

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot m_x}.$$

Відносний ексцентриситет:

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N \cdot W_x} = \frac{13820 \cdot 287}{1928,7 \cdot 6920} = 0,3;$$

$$M_x = M / 2 = 276,3 / 2 = 138,2 \text{ кНм} - \text{розрахунковий момент};$$

$$\lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5}{23}} = 92$$

$$\lambda_c = 92 > \lambda_c = 82; \quad \beta = 1;$$

При  $m_x = 0,3 < 1 \Rightarrow \alpha = 0,7$

$$c = \frac{1}{1 + 0,7 \cdot 0,3} = 0,83;$$

Тоді перевіряємо:

$$\sigma_y = \frac{1928,7}{287 \cdot 0,67 \cdot 0,83} = 12 \text{ кН / см}^2 < 23 \text{ кН / см}^2.$$

$$\frac{N \gamma_n}{\varphi_y c A \gamma_c R_y} = \frac{1928,7 \cdot 0,95}{0,67 \cdot 0,83 \cdot 287 \cdot 0,95 \cdot 23} = 0,52 < 1.$$

Висновок: середня колона К2 вибрана і розрахована вірно і відповідає всім перевіркам на місцеву стійкість.

### 3.3.6. Розрахунок оголовка колони К2

Приймаємо ширину ребра  $b_p = 200 \text{ мм}$ .

Із умов роботи на зминання товщина ребра:

$$t_p = \frac{1,2F}{b_p \cdot R_p} = \frac{1,2 \cdot 969,6}{20 \cdot 35} = 1,67 \text{ см}$$

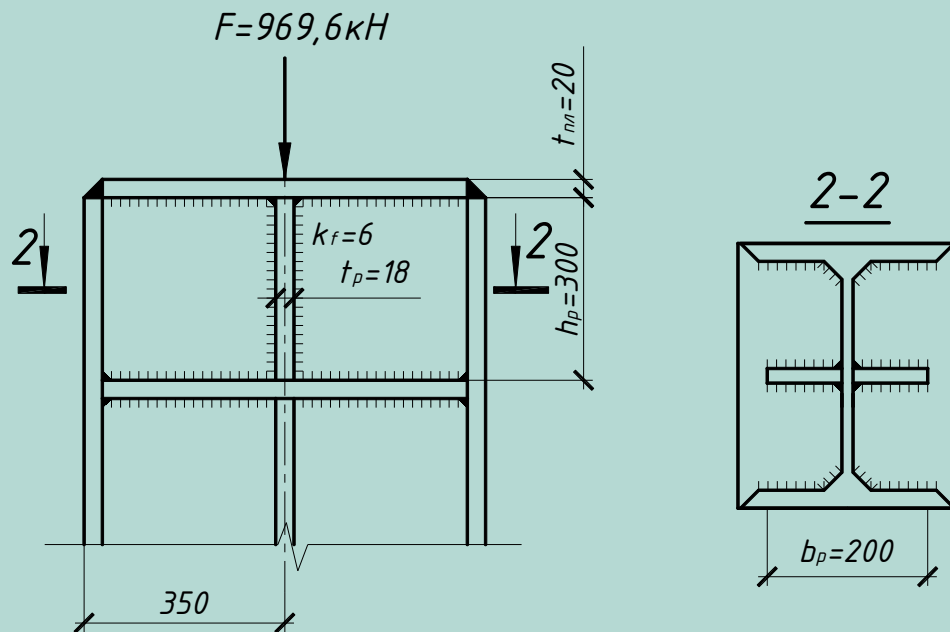
Приймаємо  $t_p = 18 \text{ мм} = 1,8 \text{ см}$ .

Висота опорного ребра визначається із умов роботи на зріз зварного шва:

$$h_p = \ell_{wf} = \frac{1,2F}{4\beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf}} = \frac{1,2 \cdot 969,6}{4 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 18 \cdot 1} = 29,9 \text{ см}$$

Приймаємо  $h_p = 30 \text{ см} = 300 \text{ мм}$ .

Зварення виконувати напівавтоматичне у нижньому положенні.



### 3.3.7. Розрахунок бази колони К2

Задаємо ширину плити:

$$B = b + 2t_{TP} + 2c = 323 + 2 \cdot 18 + 2 \cdot 70,5 = 500 \text{ см.}$$

Довжина плити:

$$L = \frac{N}{R_{зм} \cdot 2B} + \sqrt{\left(\frac{N}{R_{зм} \cdot 2B}\right)^2 + \frac{6M}{R_{зм} \cdot B}} = \frac{1929}{0,924 \cdot 2 \cdot 50} + \sqrt{\left(\frac{1929}{0,924 \cdot 2 \cdot 50}\right)^2 + \frac{6 \cdot 11380}{0,924 \cdot 50}} = 59,6 \text{ см}$$

Приймаємо  $L = 800 \text{ мм} = 80 \text{ см}$ .

Напруження у фундаменті під плитою:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{L \cdot B} + \frac{6M}{B \cdot L^2} < R_{зм};$$

$$\sigma_{\max} = \frac{1929}{80 \cdot 50} + \frac{6 \cdot 11380}{50 \cdot 800^2} = 0,695 < 0,924 = R_{зм};$$

$$\sigma_{\min} = \frac{N}{L \cdot B} - \frac{6M}{B \cdot L^2} < R_{зм};$$

$$\sigma_{\min} = \frac{1929}{80 \cdot 50} - \frac{6 \cdot 11380}{50 \cdot 800^2} = 0,270 \text{ кН / см}^2 < 0,924 \text{ кН / см}^2 = R_{зм}.$$

Згинальний момент на консольній ділянці (1).

$$M_1 = \frac{\sigma \cdot \ell^2}{2} = \frac{0,695 \cdot 7^2}{2} = 17 \text{ кНсм}$$

Згинальний момент на ділянці при опиранні на 3 боки:

При  $a/b = 80/323 = 0,15 > 0,5$ ,

$$M_2 = \sigma \cdot \frac{a^2}{2} = \frac{0,695 \cdot 5^2}{2} = 8,7 \text{ кНсм.}$$

Згинальний момент на ділянці при опиранні на 4 боки:

$$M_2 = \beta \cdot \sigma \cdot b_1^2 = 0,125 \cdot 0,695 \cdot 15,4^2 = 20,6 \text{ кНсм.}$$

$$\frac{L_1}{b_1} = \frac{645}{154} = 4,2 \Rightarrow \beta = 0,125.$$

Товщина плити визначається за максимальним моментом на ділянках:

$$t_{nl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 20,6}{23 \cdot 0,95}} = 2,4 \text{ см.}$$

Приймаємо  $t_{nl} = 25 \text{ мм} = 2,5 \text{ см}$ .

Висота траверси:

$$h_{TP} = \frac{N}{4 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf}} = \frac{1929}{4 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 1} = 29,8 \text{ см};$$

Приймаємо  $h_{TP} = 300 \text{ мм} = 30 \text{ см}$ .

Зусилля в анкерних болтах:

$$Z = \frac{(M - N \cdot a_a)}{y} = \frac{(11380 - 1929 \cdot 35)}{79} = 711 \text{ кН.}$$

Площа анкерного болта:

$$A_b = \frac{Z}{n \cdot R_{ba}} = \frac{711}{2 \cdot 18,5} = 19,2 \text{ см}^2$$

Приймаємо 2 болта площею  $A = 25,2 \text{ см}^2$ , зовнішній діаметр  $d_s = 64 \text{ мм}$ .

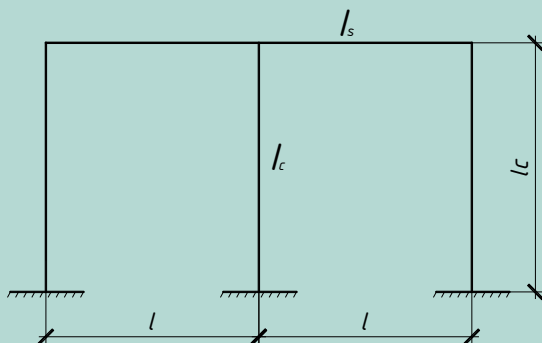
### 3.4. Розрахунок середньої сталезалізобетонної колони К2 (варіант 2)

#### 3.4.1. Підбір перерізу

Так як будівля двох пролітна, а на середню колону приходиться найбільше навантаження, приймаємо колону із шарнірно-стержневим верхнім кінцем.

По ДБН параметр

$$n = \frac{I_c \cdot e_c}{e_x \cdot I_c} = 0; \quad \mu = \sqrt{\frac{0 + 0,56}{0 + 0,14}} = 2$$



Таким чином розрахункова довжина в площині колони.

$$l_x = l_0 \mu = 16 \cdot 2 = 32 \text{ м} = 3200 \text{ см}$$

$$l_y = h_n = 6,0 \text{ м} = 600 \text{ см}$$

Враховуючи, що гнучкість головної колони  $[\lambda] = 120$ .

$$\lambda_x^{TP} = \frac{l_x}{[\lambda]} = \frac{3200}{120} = 18 \text{ см}$$

$$\lambda_y^{TP} = \frac{l_y}{[\lambda]} = \frac{600}{120} = 5,2 \text{ см}$$

Приймаємо залізобетонні колони із зовнішнім армуванням круглого перерізу  $\text{Ø}426$  ( $t=5 \text{ мм}$ ) – заповнена бетоном В20.

$$A_s = 66,1 \text{ см}^2; \quad i_{xy} = 14,9 \text{ см}; \quad A_g = \frac{\pi \cdot 41,6^2}{4} = 1359 \text{ см}^2.$$

Для перевірки приводимо залізобетон до одного матеріалу (металу), тоді

$$A_{номр} = A_{см} + A_о^{np}$$

$$A_о^{np} = \frac{A_г + E_г}{E_s}$$

$$E_s = 206000 \text{ МПа} \quad (C235)$$

$$E_г = 23000 \text{ МПа} \quad (\text{важкий бетон B20})$$

$$A_о^{np} = \frac{1359 + 23000}{206000} = 151,75 \text{ см}^2$$

$$A_{номр} = 66,1 + 151,75 = 217,85 \text{ см}^2$$

Перевіряємо прийнятий переріз на дію розрахункових сполучень зусиль.

$$m = \frac{M}{N} \cdot \frac{A}{W}$$

Знаходимо момент опору і момент інерції приведенного перерізу.

Провіряємо прийнятий переріз на дію розрахункових сполучень зусиль.

$$m = \frac{M}{N} \cdot \frac{A}{W} = \frac{276,3 \cdot 100}{1928,7} \cdot \frac{164}{4322,6} = 0,63$$

$\eta$  – коефіцієнт впливу форми перерізу

$$A_f = 1,53 \cdot 26 = 40$$

$$A_w = A_l - 2A_f = 217,85 - 80 = 137,85 \text{ см}^2$$

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{40}{137,85} = 0,29$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_x \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{2130}{14,9} \sqrt{\frac{235}{2,1 \cdot 10^5}} = 4,68 < 5$$

$$\eta = (1,75 - 0,1m) \cdot 0,02(5 - m) = (1,75 - 0,1 \cdot 0,63) \cdot 0,02(5 - 0,63) = 1,6$$

по формулі

$$m_{ef} = m_\eta = 0,63 \cdot 1,6 = 1,01$$

По таблиці 74 [9], в залежності від  $\lambda$  і  $\eta$

$\varphi_e = 0,264$  – коефіцієнт, що враховує дію згину.

$$\frac{N}{\varphi_e A R_y \gamma_c} < 1, \quad \text{де } \gamma_c = 1$$

$$\frac{1928,7 \cdot 10}{0,264 \cdot 217,85 \cdot 235 \cdot 1} = 0,55 < 1$$

Перевірка стійкості колони із площини

$$M_p = \frac{276,3}{10,65} \cdot 8,9 = 95 \text{ кНм}$$

$$\frac{N}{c \cdot \varphi_y \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} < 1; \quad c = \frac{\beta}{(1 + \alpha_{mx})}$$

$$m_f = \frac{M_p}{N} \cdot \frac{A}{W} = \frac{95 \cdot 100}{1928,7} \cdot \frac{217,85}{4322,6} = 0,58$$

по таблиці 10  $\alpha = 0,7$

$$\lambda_y = \frac{\ell_y}{i_y} = \frac{600}{14,9} = 42,48$$

$$\beta = 1$$

$$c = \frac{1}{1+0,7+0,58} = 0,711$$

$$\varphi_y = 0,419$$

$$\frac{1928,7 \cdot 10}{0,711 \cdot 0,419 \cdot 217,85 \cdot 235 \cdot 1} = 0,61 < 1$$

Таким чином вибраний переріз колони відповідає вимогам, отже вона має переріз  $\varnothing 426$  ( $t=5\text{мм}$ ) – заповнена бетоном класу В20.

### 3.4.2. Розрахунок вузлів колони

Вузол колони для мостового крану

$$M = D_{\max} \cdot e^b = 259,5 \cdot 0,405 = 134,21 \text{кНм}$$

$D_{\max}$  сприймається консоллю, визначаємо довжину шва (консоль двотавра 50Б2).

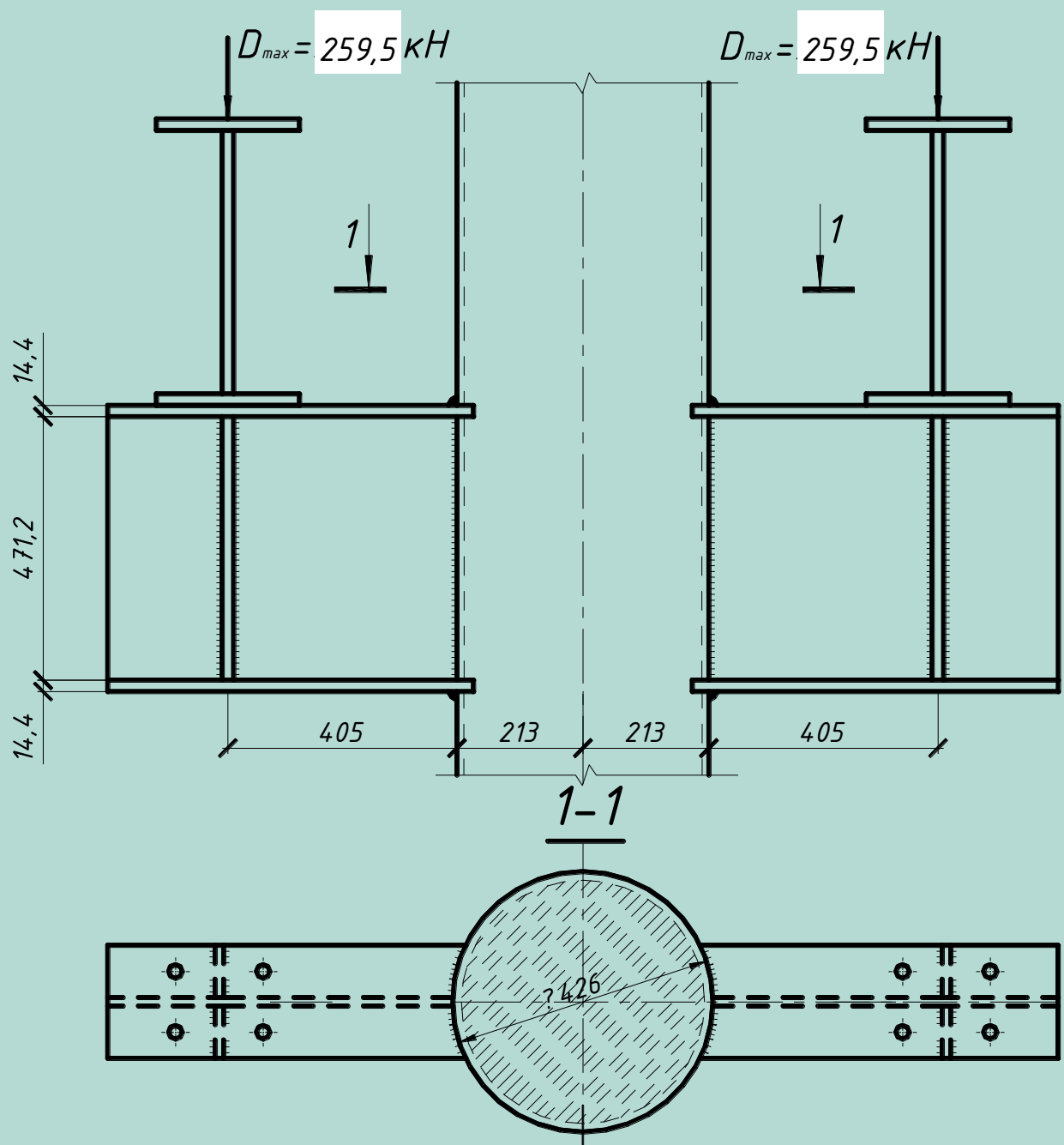
$$\ell_u = (h_k - 2t) \cdot 2 = (50 - 2 \cdot 14,4) \cdot 2 = 94,2 \text{см}$$

$$D_{\max} = \ell_u \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot k_f \cdot \beta_f$$

Визначаємо катет шва

$$k_f = \frac{D_{\max}}{\ell_u \cdot \beta_f \cdot R_{wf}} = \frac{259,5 \cdot 10}{94,2 \cdot 0,7 \cdot 185} = 0,272 \text{см}$$

Приймаємо шви  $k_f=4\text{мм}$ ,  $R_{wf}=135 \text{МПа}$  для електродів типу Э42 по ГОСТ 1467-75\*.



### Розрахунок бази колони

По конструктивним вирішенням назначаємо ширину і довжину плити.

$$L = B = D + 2a = 426 + 2 \cdot 200 = 826,6 \text{ см}$$

Визначаємо товщину плити

$$t_{nl} = \sqrt{6M_{\max} / (R_y f_c)}$$

Приймаємо С235 ( $R_y = 22 \text{ кН/см}^2$ )

$$\gamma_c = 1,2 ([6] m.6.n11)$$

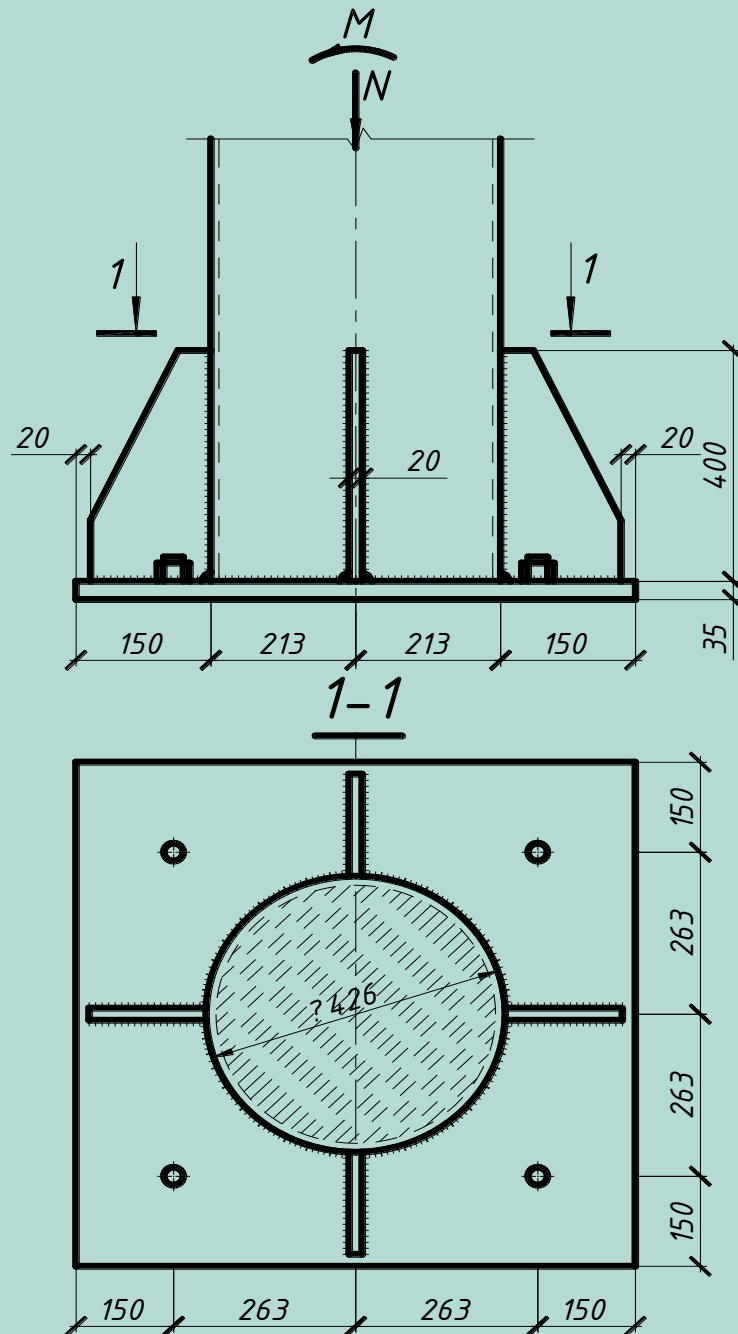
Напряга в фундаменті під плитою

$$G_{\max} = \frac{N}{LB} - \frac{6M}{L^2 B} = \frac{1436,9}{82,6^2} + \frac{6 \cdot 12330}{82,6^2} = 0,533 < R_y, M = 12R_b = 0,72 \text{ кН/см}^2$$

$$G_{\min} = \frac{N}{LB} - \frac{6}{L^2 B} = 0,093 < 0,72 \text{ кН/см}^2 = R_{3M}$$

Згинальний момент на консольній ділянці

$$M_1 = \sigma \cdot c^2 / 2 = \frac{0,533 \cdot 200}{2} = 53,3 \text{ кНм}$$



Згинальний момент на ділянці обертій на чотири боки

$$M_3 = \beta \cdot \sigma \cdot b_1^2 = 53,3 \text{ кНм}$$

$$M_{\max} = 53,3 \text{ кНм}$$

$$t_{\text{пл}} = \sqrt{\frac{6M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 53,3}{22 \cdot 1,2}} = 3,48$$

Приймаємо висоту плити  $t=36\text{мм}$ .

Анкерні болти приймаємо конструктивно  $4\text{Ø}20\text{мм}$ .



### 3.5. Розрахунок ферми

#### 3.5.1. Підбір перерізу елементів ферми

Підбір перерізу стрижня 4-5 (верхній пояс).

Визначаємо необхідну площу перерізу стрижня. Переріз конструюємо з гнутих замкнутих зварних профілів.

$$A = \frac{N}{\left( \varphi \cdot R_y \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \right)} = \frac{610}{\left( 0,7 \cdot 31,5 \cdot \frac{0,95}{0,95} \right)} = 27,6 \text{ см}^2, \quad \text{де}$$

$A$  - площа перерізу стрижня ферми,  $\text{см}^2$  ;

$N$  - поздовжнє зусилля, яке діє у стрижні ферми,  $\text{кН}$ ;

$R_y$  - розрахунковий опір матеріалу ферми;

$\gamma_c$  - коефіцієнт умов роботи;

$\gamma_n$  - коефіцієнт надійності за призначенням;

$\varphi$  - коефіцієнт поздовжнього згину.

Знаходимо гнучкість стрижня підбраного перерізу відносно обох осей (х-х, у-у):

$$\lambda_x = \frac{\ell_x}{i_x} = \frac{300}{6,91} = 43,4;$$

$$\lambda_y = \frac{\ell_y}{i_y} = \frac{300}{5,71} = 52,5, \quad \text{де}$$

$\lambda_x, \lambda_y$  - гнучкості стрижня відносно осей х-х, у-у відповідно;

$i_x, i_y$  - радіуси інерції перерізу відносно осей х-х, у-у відповідно;

$\ell_x, \ell_y$  - розрахункові довжини стрижня відносно осей х-х, у-у відповідно.

Вибираємо максимальну гнучкість. Це  $\lambda_{\max} = 52,5 = \lambda_y$ , і порівнюємо її з граничною гнучкістю, тобто перевіряємо виконання умови:

$$\lambda_{\max} \leq [\lambda] \rightarrow \lambda_{\max} = 52,5 < [\lambda] = 120,$$

Отже умова виконується. За гнучкістю  $\lambda_{\max} = 52,5$  вибираємо  $\varphi$ .

$$\lambda_{\max} = 52,5 \Rightarrow \varphi = 0,81.$$

Перевіряємо підібраний переріз:

$$\sigma = \frac{N}{\left( \varphi \cdot A \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \right)} = \frac{610}{\left( 0,81 \cdot 24,55 \cdot \frac{0,95}{0,95} \right)} = 30,7 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$\sigma = 30,7 \text{ кН} / \text{см}^2 < R_y = 31,5 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Визначаємо недонапруження:

$$\Delta = \frac{R_y - \sigma}{R_y} = \frac{31,5 - 30,7}{31,5} = 2,5\%$$

Перевіряємо

$$\frac{N\gamma_n}{\varphi_{\min}AR_y\gamma_c} < 1, \quad \text{де } \gamma_c = 1$$

$$\frac{610 \cdot 0,95}{0,81 \cdot 24,55 \cdot 31,5 \cdot 0,95} = 0,97 < 1$$

Хоча недонапруження перевищує 5%, сортамент надає можливість знизити недонапруження за відсутності необхідних для цього перерізів. Тому залишаємо підібраний переріз.

Підбір перерізу стрижня 13-18 (нижній пояс).

Визначаємо необхідну площу перерізу стрижня 13-18:

$$A = \frac{N}{\left( R_y \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \right)} = \frac{630}{\left( 31,5 \cdot \frac{0,95}{0,95} \right)} = 20 \text{ см}^2.$$

Вибираємо гнугий замкнутий профіль 140x140x4см з фактичною площею  $A_\phi = 21,35 \text{ см}^2$ .

Знаходимо гнучкість стрижня підбраного перерізу відносно обох осей (х-х, у-у):

$$\lambda_x = \frac{\ell_x}{i_x} = \frac{600}{5,52} = 109;$$

$$\lambda_y = \frac{\ell_y}{i_y} = \frac{600}{5,52} = 109.$$

Порівнюємо максимальну гнучкість з граничною  $[\lambda]$ , тобто перевіряємо виконання умови:

$$\lambda_{\max} \leq [\lambda] \rightarrow \lambda_{\max} = 109 < [\lambda] = 250,$$

отже умова виконується.

Перевіряємо підібраний переріз:

$$\sigma = \frac{N}{\left( A \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \right)} = \frac{630}{\left( 21,35 \cdot \frac{0,95}{0,95} \right)} = 29,5 \text{ кН / см}^2$$

$$\sigma = 29,5 \text{ кН / см}^2 < R_y = 31,5 \text{ кН / см}^2$$

Визначаємо недонапруженість:

$$\Delta = \frac{R_y - \sigma}{R_y} = \frac{31,5 - 29,5}{31,5} = 6,3\%$$

Перевіряємо

$$\frac{N\gamma_n}{AR_y\gamma_c} < 1, \quad \text{де } \gamma_c = 1$$

$$\frac{630 \cdot 0,95}{20,35 \cdot 31,5 \cdot 0,95} = 0,94 < 1$$

Підбір перерізу стрижня 2-10 (розкіс).

Визначаємо необхідну площу перерізу стрижня:

$$A = \frac{N}{\left( \varphi \cdot R_y \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \right)} = \frac{200,9}{\left( 0,7 \cdot 31,5 \cdot \frac{0,95}{0,95} \right)} = 9,1 \text{ см}^2, \quad \text{де}$$

$N$  - поздовжнє зусилля, яке діє у стрижні ферми, кН.

Вибираємо гнугий замкнутий квадратний зварний профіль 90х90х3мм з фактичною площею  $A_\phi = 10,21\text{см}^2$ .

Знаходимо гнучкості стрижня підбраного перерізу відносно обох осей (х-х, у-у):

$$\lambda_x = \frac{\ell_x}{i_x} = \frac{250}{3,53} = 70,8;$$

$$\lambda_y = \frac{\ell_y}{i_y} = \frac{250}{3,53} = 70,8.$$

Вибираємо максимальну гнучкість. Це  $\lambda_{\max} = 70,8$ . Порівнюємо її з граничною гнучкістю, тобто перевіряємо виконання умови:

$$\lambda_{\max} \leq [\lambda] \rightarrow \lambda_{\max} = 70,8 < [\lambda] = 120,$$

Отже умова виконується. За гнучкістю  $\lambda_{\max} = 70,8$  вибираємо  $\phi = 0,68$ .

Перевіряємо підбраний переріз:

$$\sigma = \frac{N}{\left( \phi \cdot A \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \right)} = \frac{200,9}{\left( 0,68 \cdot 10,21 \cdot \frac{0,95}{0,95} \right)} = 29,0 \text{кН} / \text{см}^2$$

$$\sigma = 29,0 \text{кН} / \text{см}^2 < R_y = 31,5 \text{кН} / \text{см}^2$$

Визначаємо недонапруження:

$$\Delta = \frac{R_y - \sigma}{R_y} = \frac{31,5 - 29,0}{31,5} = 7,9\%$$

Перевіряємо

$$\frac{N \gamma_n}{\phi_{\min} A R_y \gamma_c} < 1, \quad \text{де } \gamma_c = 1$$
$$\frac{200,9 \cdot 0,95}{0,68 \cdot 10,21 \cdot 31,5 \cdot 0,95} = 0,92 < 1$$

Отримані результати зводимо у таблицю:

Таблиця 3.3.

## Підбір перерізів стрижнів ферми

Елемент ферми	№ елемента	Зусилля, кН	Площа, см <sup>2</sup>	Розрахункова довжина, см		Радіус інерції		Гнучкість			$\varphi_{min}$	$\gamma_c/\gamma_n$	$\sigma$ , кН/см <sup>2</sup>	$N/\varphi AR$ , %	Переріз
				$l_y$	$l_x$	$i_x$	$i_y$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$[\lambda]$					
Верхній пояс	1-2	-165	24,55	300	300	6,47	5,71	43,4	52,5	120	0,81	1	30,7	0,97	180x140x4
	2-3	-385													
	3-4	-530													
	4-5	-610													
Нижній пояс	10-11	265	21,35	600	600	5,52	5,52	109	109	250	-	1	29,5	0,94	140x140x4
	11-12	443													
	12-13	552													
	13-18	630													
Решітка	1-10	210,1	10,21	250	250	3,53	3,53	70,8	70,8	250	-	1	20,6	0,65	□ 90x3
	2-10	-200,9	10,21	250	250	3,53	3,53	70,8	70,8	120	0,68	1	28,6	0,92	□ 90x3
	2-11	140	10,21	250	250	3,53	3,53	70,8	70,8	250	-	1	13,7	0,44	□ 90x3
	3-11	-140,2	10,21	250	250	3,53	3,53	70,8	70,8	120	0,68	1	20,2	0,64	□ 90x3
	3-12	95	10,21	250	250	3,53	3,53	70,8	70,8	250	-	1	9,3	0,3	□ 90x3
	4-12	-87	10,21	250	250	3,53	3,53	70,8	70,8	120	0,68	1	12,5	0,4	□ 90x3
	4-13	54	10,21	250	250	3,53	3,53	70,8	70,8	250	-	1	5,3	0,17	□ 90x3
	5-13	-45	10,21	250	250	3,53	3,53	70,8	70,8	120	0,49	1	6,5	0,21	□ 90x3
	5-18	-100	10,21	200	200	3,53	3,53	56,7	56,7	120	0,78	1	12,6	0,4	□ 90x3

### 3.5.2. Розрахунок з'єднань елементів ферми

Опорний вузол 1.

Прикріплення стержня 1-10,  $N_{1-10} = 210,1 \text{ кН}$  .

Довжина швів:

$$\ell_w = \frac{2b + 2h}{\cos \alpha} = \frac{2 \cdot 18 + 2 \cdot 18}{\cos 45^\circ} = 36 + 50,9 = 86,9 \text{ см.}$$

Катет шва дорівнює:

$$k_f = \frac{N}{\beta_f \cdot \ell_w \cdot R_{wf}}, \quad \text{де}$$

$\beta_f$  - коефіцієнт переходу від катета шва  $k_f$  до ширини відповідної площини руйнування за металом шва. Приймаємо  $\beta_f = 0,9$ , так як найбільше значення шва за наплавленим металом, з усіх з'єднувальних елементів становить бмм.

$R_{wf}$  - розрахунковий опір металу шва за наплавленим металом, який приймаємо за табл.

$$k_f = \frac{210,1}{0,9 \cdot 86,9 \cdot 0,85 \cdot 31,5} = 0,77 \text{ см} = 8 \text{ мм.}$$

Несуча здатність кутових швів ( $k_f = 8 \text{ мм}$ ):

$$N = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 86,9 \cdot 31,5 = 1657,25 \text{ кН} > 210,1 \text{ кН.}$$

$R_{wum}$  - нормативний опір металу шва. Для дроту марки СВ-08  $R_{wum} = 41 \text{ кН} / \text{см}^2$  .

$\gamma_{wm}$  - коефіцієнт надійності за металом шва,  $\gamma_{wm} = 1,25$  .

Тоді отримаємо:

$$R_{wf} = 0,55 \cdot \frac{41}{1,25} = 18,04 \text{ кН} / \text{см}^2 \approx 18 \text{ кН}$$

$\beta_z$  - коефіцієнт переходу від катета шва  $k_f$  до ширини відповідної площини руйнування за металом сплавлення. Приймаємо  $\beta_z = 1,05$ , так як найбільше значення катета шва з усіх з'єднувальних елементів становить бмм.

$R_{wz}$  - розрахунковий опір шва за межею сплавлення.

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{um} = 0,45 \cdot 37 = 16,65 \text{ кН} / \text{см}^2, \quad \text{де}$$

$R_{um}$  - нормативний опір металу конструкції. Приймаємо  $R_{um} = 37 \text{ кН} / \text{см}^2$  .

- на обушку:

$$\ell^{об} = \frac{\alpha \cdot N_i}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c}, \quad \text{де}$$

$\alpha$  - коефіцієнт перерозподілу напружень по швах. Для нашого випадку  $\alpha = 0,7$  .

$N_i$  - поздовжнє зусилля у відповідному стрижні ферми;

$k_f$  - катет шва, який визначається виходячи з умови:

$$k_f \leq 1,2 \cdot t_{\min}$$

$$k_f \geq 4 \text{ мм}, \quad \text{де}$$

$t_{\min}$  - мінімальна товщина з'єднувальних елементів;

$\gamma_{wf}$  - коефіцієнт надійності за матеріалом шва. Приймаємо  $\gamma_{wf} = 1$ ;

$\gamma_c$  - коефіцієнт умов роботи. Приймаємо  $\gamma_c = 1$  .

- на пері:

$$\ell^{перо} = \frac{\alpha \cdot N_i}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c}, \text{ де}$$

$\alpha$  - коефіцієнт перерозподілу напружень по швах. Приймаємо  $\alpha = 0,3$ .

Всі інші величини приймаємо такі ж самі як наведено вище. Розрахунок виконуємо у табличній формі. Результати зводимо у таблицю 2.4.

Таблиця 3.4

З'єднання решітки з поясами

№ елемента	Зусилля, кН	Обушок, см (см <sup>2</sup> )			Перо, см (см <sup>2</sup> )			t, см	ℓ <sub>0</sub> , см	i <sub>min</sub> , см	i <sub>min</sub>		n
		k <sub>f</sub>	ℓ <sub>wf</sub>	A <sub>wf</sub>	k <sub>f</sub>	ℓ <sub>wf</sub>	A <sub>wf</sub>				40	80	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-10	+210,1	0,6	19	11,4	0,4	13	5,2	9	431	3,86	-	184,8	-
2-10	-200,9	0,6	12	7,2	0,4	8	3,2	9	424	2,31	154,4	-	-
3-11	-140	0,6	11	4,4	0,4	5	2,0	5	305	1,94	77,6	-	-
3-12	-95	0,4	6	2,4	0,4	5	2,0	5	431	3,07	-	122,4	-
4-12	-87	0,4	6	2,0	0,4	5	2,0	5	424	1,53	83,5	-	-
4-13	+54	0,4	5	2,0	0,4	5	2,0	5	305	2,44	-	100	-
5-13	-45	0,4	5	2,0	0,4	5	2,0	5	304	2,34	42,3	-	-
2-11	-200,9	0,6	12	7,2	0,4	12	4,8	8	424	2,31	89,8	-	-

3.6. Розрахунок балки з гнучкою стінкою

1) Збір навантажень на балку з гнучкою стінкою.

№ п/п	Навантаження	Характеристичне значення навантаження, кПа	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Граничне розрахункове значення навантаження, кПа
1	Гідроізоляція з 2-х шарів євроруберойду	0,08	1,2	0,096
2	Утеплювач	0,05	1,2	0,06
3	Пароізоляція (1 шар євроруберойду)	0,05	1,2	0,06
4	Профільований настил	0,15	1,1	0,165
5	Балка з гнучкою стінкою	0,8	1,05	0,915
	Σq <sub>0</sub>	2,6	-	3,9

2) Приймаємо тип перерізу у вигляді зварного двотавра з поясами із листів. Балка з паралельними поясами, постійного перерізу з таким обрисом вона відповідає своєму призначенню.

9) Тому приймаємо для стінки і поясів марку сталі С345Т:  $R_{yw} = 335 \text{ МПа}$  для листів товщиною 4...11мм;

$R_{yf} = 290 \text{ МПа}$  при товщині поясу 20мм.

$R_{yw}$  - розрахунковий опір стінки розтягу, стиску, згину по межі текучості.

$R_{yf}$  - розрахунковий опір пояса розтягу, стиску, згину по межі текучості.

У відсіках стінка є досить навантаженою, крім того, стінка згинаючи пояс після втрати місцевої стійкості в той же час підтримує його до тих пір, доки в ній не розвинуться пластичні деформації. Тому раціонально в стінці і поясах використовувати метал однакової міцності або в стінках використовувати більш міцний метал.

Приймаємо для ребер жорсткості сталь С245 для товщини 4...10мм  $R_y = 230 \text{ МПа}$ .

10) Визначаємо висоту балки.

Висота балки з гнучкою стінкою вибирається по тим же міркуванням, що і для звичайних балок – не більше встановленої у відповідності з призначенням будівлі, не менше допустимої по вимогам жорсткості ( $h_r$ ) і переважно оптимальну по витраті металу чи вартості ( $h_{opt}$ ).

$$\text{Відносний прогин } \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{250},$$

Напруження від загального згину в поясі:

$$\sigma_{yf} = 290(39/53) = 214 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{yf} = R_{yf}(39/53), \text{ де}$$

$\sigma_{yf}$  - напруження від загального згину в поясі, яке виникає від дії даного нормативного навантаження;

$R_{yf}$  - розрахунковий опір поясу розтягу, стиску, згину по межі текучості;

39 – сумарне навантаження нормативне на балку, кН;

53 – сумарне навантаження від розрахункового і тимчасового навантаження.

Висота по жорсткості для однопролітних балок з рівномірно розподіленим навантаженням складає:

$$h_r = \frac{5\sigma_{yf}}{(24E)[l/f] \cdot l/\alpha}, \text{ де}$$

$E$  - модуль пружності;

$[f/l]$  - відносний прогин;

$\alpha$  - коефіцієнт, який враховує підвищення деформативності балок за рахунок критичної роботи стінок;  $\alpha = 1/\alpha_1$

$$\alpha = 1,2 - 0,33\bar{\lambda}\omega, \text{ де}$$

$\bar{\lambda}$  - умовна гнучкість стінки.

При  $\bar{\lambda} = 6...13$  прогин збільшується до 13%, в порівнянні із звичайними балками. Приймаємо попередньо  $\bar{\lambda} = 13$ , тоді:

$$\alpha = 1,2 - 0,33 \cdot 13 = 0,75;$$

$$h_r \geq \frac{5 \cdot 214 \cdot 250 \cdot 2400}{24 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 0,75} = 173 \text{ см.}$$

Оптимальна висота балки:

$$h_{opt} = (1/13 \dots 1/15)l / 1,15 = l / (15 \dots 17) = 1,6 \dots 1,4 \text{ м.}$$

Оскільки визначальними є умови жорсткості, тоді остаточно приймаємо:

$$h_w = 1850 \text{ мм.}$$

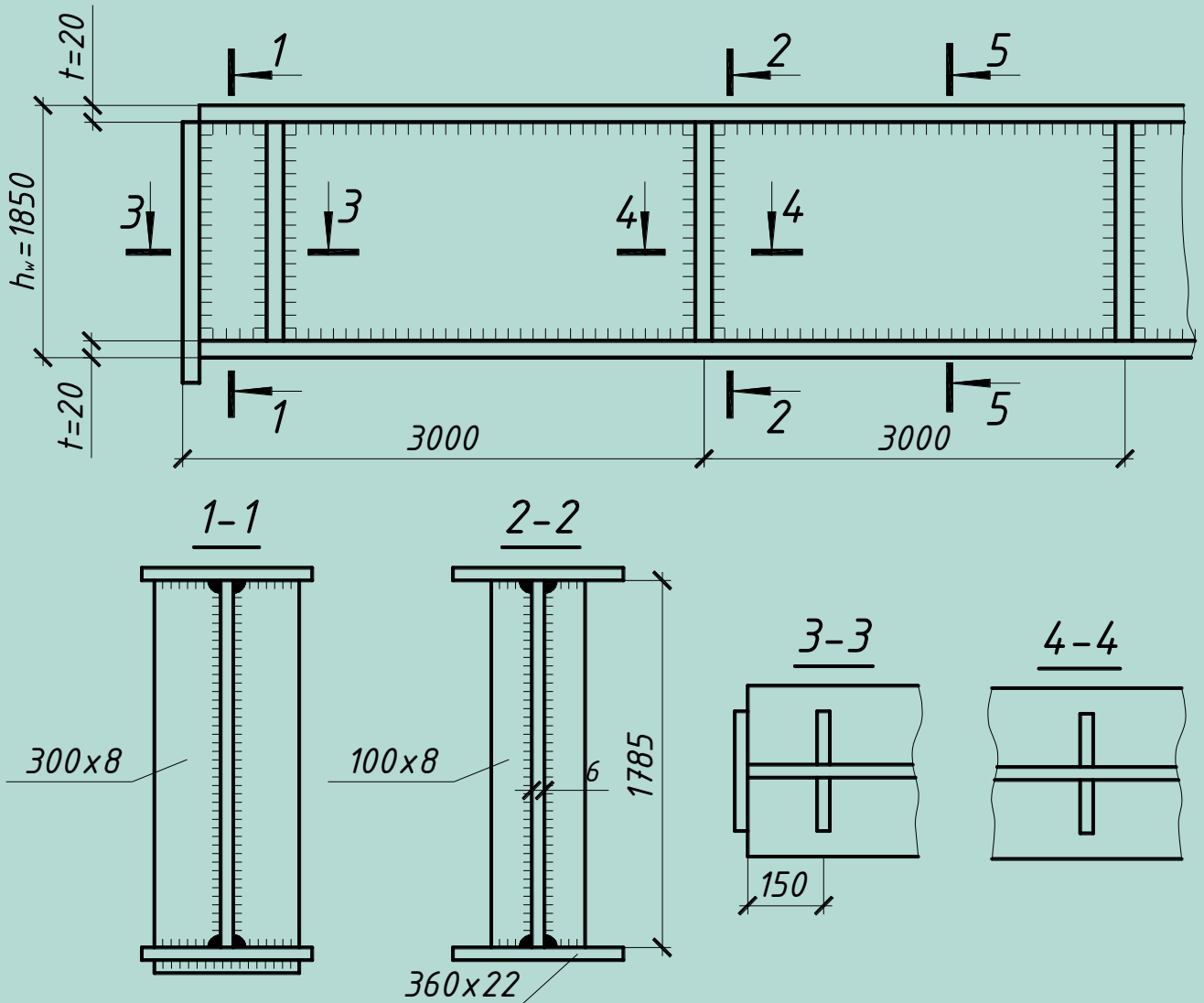


Рис. 3.4. Розміри балки з гнучкою стінкою

11) Вибір гнучкості і товщини стінки.

За табл. 2.3 [9] вибираємо гнучкість стінки  $\lambda_{\omega 1} = 260$ . З врахуванням поправки на сталь  $R_{yw} = 335 \text{ МПа}$ , гнучкість

$$\lambda_{\omega} = 260 \sqrt{335 / 210} = 325.$$

Товщина стінки  $t_w = 1850 / 325 = 5,69 \text{ мм}$ ; найближча товщина по сортаменту 6 мм. Тоді:

$$\lambda_{\omega} = 1850 / 6 = 308$$

$$\bar{\lambda}_{\omega} = 308 \sqrt{325 \cdot (2,06 \cdot 10^5)} = 12,3$$

Таким чином,  $\bar{\lambda} < 13$ , що рекомендовано нормами.



## 12) Вибір ширини поясу.

У відповідності з нормами ширина поясу вибирається із умови забезпечення загальної стійкості балки:

$$b_f \geq 4,75 l_{ef,y} \cdot \sqrt{R_{yf} / E}, \quad \text{де}$$

$l_{ef,y}$  - відстань між точками закріплення із площини;

$R_{yf}$  - розрахунковий опір пояса розтягу;

$E$  - модуль пружності.

При  $l_{ef,y} = 3\text{ м}$ : ширина пояса  $b_f$ :

$$b_f \geq 4,75 \cdot 300 \cdot \sqrt{290 / (2,06 \cdot 10^5)} = 52,9 \text{ см.}$$

Така ширина складає 1/3 висоти балки, це дещо більше звичайної величини (1/4...1/5) $h$ . При більшій ширині поясу у нього буде менша товщина, і відповідно, недостатня жорсткість при роботі на згин в площині балки. В зв'язку з цим пояс необхідно додатково розкріпити в'язями так, щоб  $l_{ef,y} \leq 2\text{ м}$ , а ширину поясу прийняти  $b_f = 360\text{ мм}$ . Крок 6 в таких балках опускається.

## 13) Вибір товщини поясу.

Мінімальна товщина поясу визначається по формулі:

$$t_f \geq 1,31 \cdot b_f \cdot \sqrt{R_{yf} / E}, \quad \text{де}$$

$b_f$  - ширина поясу;

$R_{yf}$  - розрахунковий опір пояса розтягу;

$$t_f = 1,31 \cdot 360 \cdot \sqrt{290 / (2,06 \cdot 10^5)} = 17,6 \text{ мм,}$$

$$t_f = 3816 \cdot 10^5 / (185 \cdot 36 \cdot 290 \cdot 1 \cdot 10^2) = 19,8 \text{ мм} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_f = \frac{M_{\max}}{\nu \cdot b_f} \leq R_{yf} \cdot \gamma_c, \quad \text{де}$$

$M_{\max}$  - максимальний згинальний момент;

$\nu = (0,9 \dots 1) h_w$ ;

$b_f$  - ширина поясу;

$\gamma_c = 1$  - коефіцієнт умов роботи.

По сортаменту приймаємо  $t_f = 20\text{ мм}$ .

## 14) Розміщення ребер жорсткості і стиків.

Монтажний стик передбачається в середині прольоту, відправні марки по 12м. поперечні ребра устанавлюються на відстані 3м в місцях спирання плит покриття. Відношення

$$\mu = 300 / 185 = 1,62.$$

Розміри ребер по нормам:

$$b_r = h_w / 30 + 40 \text{ мм} = 1850 / 30 + 40 \approx 100 \text{ мм}$$

Приймаємо  $b_r = 100\text{ мм}$ , товщина ребра  $t_r \geq 2 \cdot 100 \cdot \sqrt{230 / (2,06 \cdot 10^5)} = 6,7\text{ мм}$  (приймаємо  $t_r = 8\text{ мм}$ ).

Додаткове ребро устанавлюється на відстані 150мм від опорного виходячи із умови:

$$b_r \leq b \leq 1,3 \cdot t_w \cdot \sqrt{E/R_y}, \quad \text{або}$$

$$100 \leq b \leq 195 \text{ мм}$$

Розмір опорного ребра приймають по нормам:

$$b_{r0} \leq b_f, \quad \text{або} \quad 300 \text{ мм}$$

Товщина ребер із умови міцності на зім'яття:

$$t_{r0} = \frac{V}{(b_{r0} \cdot R_p \cdot \gamma_c)} = \frac{636 \cdot 10^3}{(300 \cdot 323 \cdot 10^2)} = 6,6 \text{ мм}; \quad (\text{приймаємо } 8 \text{ мм})$$

Витрати сталі: на стінку – 2091 кг;

на пояса – 2713 кг;

на ребра – 297 кг.

Всього: 5083 кг.

### 3.7. Розрахунок балки з гофрованою стінкою

1) Збір навантажень на балку.

№ п/п	Навантаження	Характеристичне значення навантаження, кПа	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Граничне розрахункове значення навантаження, кПа
1	Гідроізоляція з 2-х шарів євроруберойду	0,08	1,2	0,096
2	Утеплювач	0,05	1,2	0,06
3	Пароізоляція (1 шар євроруберойду)	0,05	1,2	0,06
4	Профільований настил	0,8	1,05	0,915
	$\Sigma q_0$	2,6	-	3,9

2) Визначення розмірів перерізу балки.

Приймаємо переріз у вигляді зварного двотавра постійної висоти. Ширина поясу зменшується на ділянках  $l/6 = 4 \text{ м}$  на опорі.

Гофри стінки трикутні.

9) Для поясів вибираємо сталь марки 09Г2С-6 (ГОСТ 19282-73\*), для стінки – сталь класу С245 (ГОСТ 380-88):

$R_{yw} = 215 \text{ МПа}$  - для листів товщиною 20...32 мм;

$R_{sw} = 124,7 \text{ МПа}$ ;  $R_{yf} = 290 \text{ МПа}$  - для листів товщиною 20...32 мм.

10) Визначаємо висоту балки по жорсткості при  $[f/l] = 1/250$ :

$$\sigma_{yf} = 290(39/53) = 214 \text{ МПа.}$$

При  $\alpha = 1,12$ :  $h_r \geq 5 \cdot 214 \cdot 250 \cdot 2400 \cdot 1,12 / (24 \cdot 2,06 \cdot 10^5) = 143,7 \text{ см.}$

Оптимальна висота без врахування вартості стін і експлуатаційних витрат вираховують за формулою:

$$h_{opt} \geq 636 \cdot 10 / (124,7 \cdot 0,4) = 127,5 \text{ см.}$$

Приймаємо  $t_{wmin} = 4 \text{ мм}$ . Тоді  $h_w = 1400 \text{ мм}$ , висота балки – 1460 мм.

11) При  $h_w = 1400\text{мм}$ , і  $t_{w\min} = 4\text{мм}$ . гнучкість стінки:

$$\lambda\omega = 1400/4 = 350,$$

$$\bar{\lambda}\omega = 350\sqrt{215 \cdot (2,06 \cdot 10^5)} = 11,1$$

Така гнучкість нормальна.

12) Ширина поясу 380мм, або  $h_w/3,7$ .

13) Для встановлення параметрів гофрів проводиться попередній розрахунок їх місцевої стійкості по формулі:

Приймаємо  $h_w/a = 5$ ;

$$a = 1400/5 = 280\text{мм};$$

$$f/t_w = 10;$$

$$f = 4 \cdot 10 = 40\text{мм};$$

$$a_1 = \sqrt{280^2 + 80^2} = 291\text{мм}.$$

14) Товщина поясу визначається за формулою:

$$t_f = 3816 \cdot 10^5 / (1,03 \cdot 140 \cdot 38 \cdot 290 \cdot 1 \cdot 10^2) = 24\text{мм}$$

Приймаємо  $t_f = 25\text{мм}$  по сортаменту.

Величина  $t_{f\min}$  за умовами місцевої стійкості поясу визначається по формулі:

$$K_n = [38 / (4 \cdot 28)]^2 + 0,456 = 0,571;$$

$$t_{f\min} = \frac{0,5 \cdot 38}{\left(0,82 \cdot \sqrt{0,571 \cdot 2,06 \cdot 10^5 / 290}\right)} = 11,4\text{мм}.$$

Визначаємо ширину поясу на при опорній ділянці, де  $M = 2120\text{кНм}$  :

$$b_{f1} = \frac{2120 \cdot 10^5}{(142,5 \cdot 2,5 \cdot 290 \cdot 1 \cdot 10^2)} = 20,5\text{см}.$$

Приймаємо 220мм, або  $h_w/6,4$ .

15) Ребра жорсткості встановлюємо тільки на опорах. Приймаємо розмір ребер 300x8мм. Фланцевий стик передбачений в середині балки.

10) Перевірка на міцність при згині в середині прольоту:

$$\sigma_{\bar{o}} = \frac{3816 \cdot 10^5}{(142,5 \cdot 38 \cdot 2,5 \cdot 10^2)} = 282 < R_y \gamma_c;$$

Перевірка на міцність стінки на зріз на опори:

$$\tau_{xy} = \frac{636 \cdot 10}{(140 \cdot 0,4)} = 113,5 < R_{sw} \gamma_c = 127,4\text{МПа}$$

Перевірка на загальну стійкість із площини (в запас міцності пояс перевіряється, як центрально-стиснутий) при  $l_{ef,y} = 3\text{м}$  :

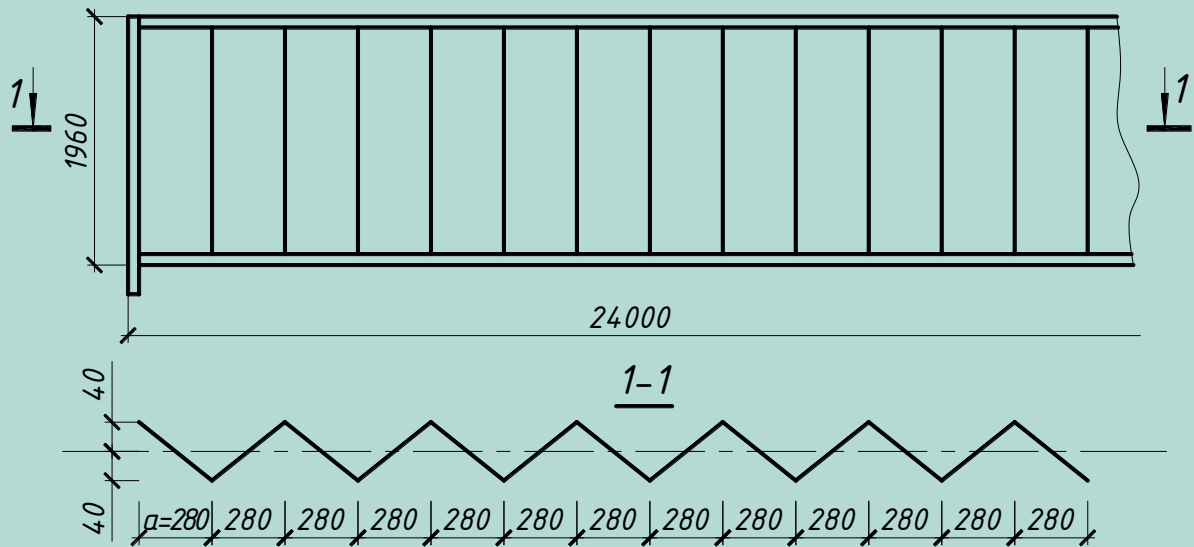


Рис. 3.5. Розміри балки з гофрованою стінкою

$$i_y = \sqrt{\frac{38^2}{12}} = 11 \text{ см}; \quad \lambda_y = \frac{300}{100} = 27; \quad \varphi_y = 0,934;$$

$$\sigma_x = 3756 \cdot 10^5 \cdot (0,934 \cdot 142,5 \cdot 38 \cdot 2,5) = 297 \text{ мПа} \approx R_y \gamma_c;$$

Перевірка на жорсткість:

$$I_x = 2 \cdot 38 \cdot 2,5 \cdot 71,25^2 = 96547 \text{ см}^4$$

Прогин балки:

$$f = \frac{5 \cdot 39 \cdot 2400^4}{384 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 96547 \cdot 10} + \frac{39 \cdot 2400^2}{8 \cdot 0,78 \cdot 10^5 \cdot 140 \cdot 0,4 \cdot 10} = 9,12 \text{ см}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{9,12}{2400} = \frac{1}{263} < \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{250}$$

Критичне напруження визначається за формулою, де  $K_\tau$  - за табл. 2.5 [42].

$$h_w / a = 5; \quad f / t_w = 4 / 0,4 = 10; \quad a_1 / a = 1,04; \quad K_\tau = 116,3;$$

$$\tau_{cr} = \frac{116,3 \cdot 127,3}{11,1^2} = 117,7 \text{ мПа};$$

$$\sqrt{\left(\frac{104,6}{485}\right)^2 + \left(\frac{113,7}{117,7}\right)^2} = 0,99 < \gamma_c = 1 - \text{стійкість забезпечена.}$$

Витрати сталі:

- на стінку – 1097кг;
- на пояса – 3077кг;
- на ребра – 117кг.

Всього: 4291кг.

Недоліком гофрованої балки є труднощі у виготовленні, що потребує дещо великих затрат праці, а також дещо погіршуються умови зварних поясних швів автоматичним способом.

### 3.8. Розрахунок фундаментів

### 3.8.1. Розрахунок показників для ґрунтів

#### Другий шар – суглинок.

1) Число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P = 0,34 - 0,22 = 0,12, \quad \text{де}$$

$W_L$  - вологість на межі текучості;

$W_P$  - вологість на межі пластичності.

2) Коефіцієнт пористості ґрунту:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} \cdot (1 + W) - 1 = \frac{2,68}{1,61} \cdot (1 + 0,14) - 1 = 0,898, \quad \text{де}$$

$\rho_s$  - щільність частинок ґрунту;

$\rho$  - щільність ґрунту, т/м<sup>3</sup>;

$W$  - вологість ґрунту в нормальному стані.

3) Визначення щільності ґрунту в сухому стані:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W} = \frac{1,61}{1 + 0,14} = 1,412 \text{ т} / \text{м}^3.$$

4) Ступінь вологості ґрунту:

$$S_r = \frac{\rho_s \cdot W}{\rho_w \cdot e} = \frac{2,68 \cdot 0,14}{1,0 \cdot 0,898} = 0,418, \quad \text{де}$$

$\rho_w$  - щільність води.

5) Вологість замоченого ґрунту до постійного ступеню вологості (для посадочних ґрунтів)  $S_r = \text{const}$ .

$$W_k = \frac{S_r \cdot \rho_w \cdot e}{\rho_s} = \frac{0,418 \cdot 1 \cdot 0,898}{2,68} = 0,14.$$

6) Показник текучості ґрунту:

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{0,14 - 0,22}{0,34 - 0,22} = -0,667 (\text{твердий суглинок}).$$

7) Коефіцієнт пористості ґрунту при його вологості на межі текучості:

$$e_L = \frac{\rho_s}{\rho_w} \cdot W_L = \frac{2,68}{1} \cdot 0,34 = 0,911.$$

8) Показник  $\Pi$  для попереднього висновку про просадочності та набухання ґрунту:

$$\Pi = \frac{e_L - e}{1 + e} = \frac{0,911 - 0,898}{1 + 0,898} = 0,01.$$

Висновок: другий шар не посадочний і не набухає.

9) Оцінка мулу для ґрунту:

$$W = 0,14 < W_L = 0,34$$

$$e = 0,898 < 1$$

Висновок: другий шар до мулів не відноситься.

#### Третій шар – суглинок.

1)  $I_p = W_L - W_P = 0,26 - 0,18 = 0,08$

$$2) e = \frac{\rho_s}{\rho} \cdot (1+W) - 1 = \frac{2,66}{1,64} \cdot (1+0,12) - 1 = 0,817$$

$$3) \rho_d = \frac{\rho}{1+W} = \frac{1,64}{1+0,12} = 1,464 \text{ м} / \text{м}^3.$$

$$4) S_r = \frac{\rho_s \cdot W}{\rho_w \cdot e} = \frac{2,66 \cdot 0,12}{1,0 \cdot 0,817} = 0,391$$

$$5) W_k = \frac{S_r \cdot \rho_w \cdot e}{\rho_s} = \frac{0,391 \cdot 1 \cdot 0,817}{2,6} = 0,12$$

$$6) I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,12 - 0,18}{0,26 - 0,18} < 0$$

Висновок: третій шар – твердий суглинок.

$$7) e_L = \frac{\rho_s}{\rho_w} \cdot W_L = \frac{2,66}{1} \cdot 0,26 = 0,692$$

$$8) \Pi = \frac{e_L - e}{1 + e} = \frac{0,692 - 0,817}{1 + 0,817} = -0,07 < 0$$

Висновок: третій шар не посадочний і не набухає.

$$9) W = 0,12 < W_L = 0,26$$

$$e = 0,817 < 1$$

Висновок: третій шар до мулів не відноситься.

Четвертий шар – суглинок.

$$1) I_p = W_L - W_p = 0,28 - 0,18 = 0,1$$

$$2) e = \frac{\rho_s}{\rho} \cdot (1+W) - 1 = \frac{2,69}{1,69} \cdot (1+0,13) - 1 = 0,799$$

$$3) \rho_d = \frac{\rho}{1+W} = \frac{1,69}{1+0,13} = 1,496 \text{ м} / \text{м}^3.$$

$$4) S_r = \frac{\rho_s \cdot W}{\rho_w \cdot e} = \frac{2,69 \cdot 0,13}{1,0 \cdot 0,799} = 0,438$$

$$5) W_k = \frac{S_r \cdot \rho_w \cdot e}{\rho_s} = \frac{0,438 \cdot 1 \cdot 0,799}{2,69} = 0,13$$

$$6) I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,13 - 0,18}{0,28 - 0,18} < 0$$

Висновок: четвертий шар – твердий суглинок.

$$7) e_L = \frac{\rho_s}{\rho_w} \cdot W_L = \frac{2,66}{1} \cdot 0,28 = 0,753$$

$$8) \Pi = \frac{e_L - e}{1 + e} = \frac{0,753 - 0,799}{1 + 0,799} = < 0$$

Висновок: четвертий шар не посадочний і не набухає.

$$9) W = 0,13 < W_L = 0,28$$

$$e = 0,799 < 1$$

Висновок: четвертий шар до мулів не відноситься.

П'ятий шар – суглинок.

$$1) I_p = W_L - W_p = 0,29 - 0,18 = 0,11$$

$$2) e = \frac{\rho_s}{\rho} \cdot (1 + W) - 1 = \frac{2,69}{2,03} \cdot (1 + 0,26) - 1 = 0,670$$

$$3) \rho_d = \frac{\rho}{1 + W} = \frac{2,03}{1 + 0,26} = 1,61 \text{ т / м}^3.$$

$$4) S_r = \frac{\rho_s \cdot W}{\rho_w \cdot e} = \frac{2,69 \cdot 0,26}{1,0 \cdot 0,67} = 1,044$$

5)  $W_e$  - не визначається (грунт знаходиться нижче РГВ)

$$6) I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,26 - 0,18}{0,28 - 0,18} = 0,8$$

Висновок: п'ятий шар – текучопластичний.

$$7) e_L = \frac{\rho_s}{\rho_w} \cdot W_L = \frac{2,69}{1} \cdot 0,29 = 0,78$$

$$8) \Pi = \frac{e_L - e}{1 + e} = \frac{0,78 - 0,67}{1 + 0,67} = 0,066$$

Висновок: п'ятий шар не посадочний і не набухає.

$$9) \begin{aligned} W &= 0,26 < W_L = 0,29 \\ e &= 0,67 < 1 \end{aligned}$$

Висновок: п'ятий шар до мулів не відноситься.

### 3.8.2. Визначення типу просадочності

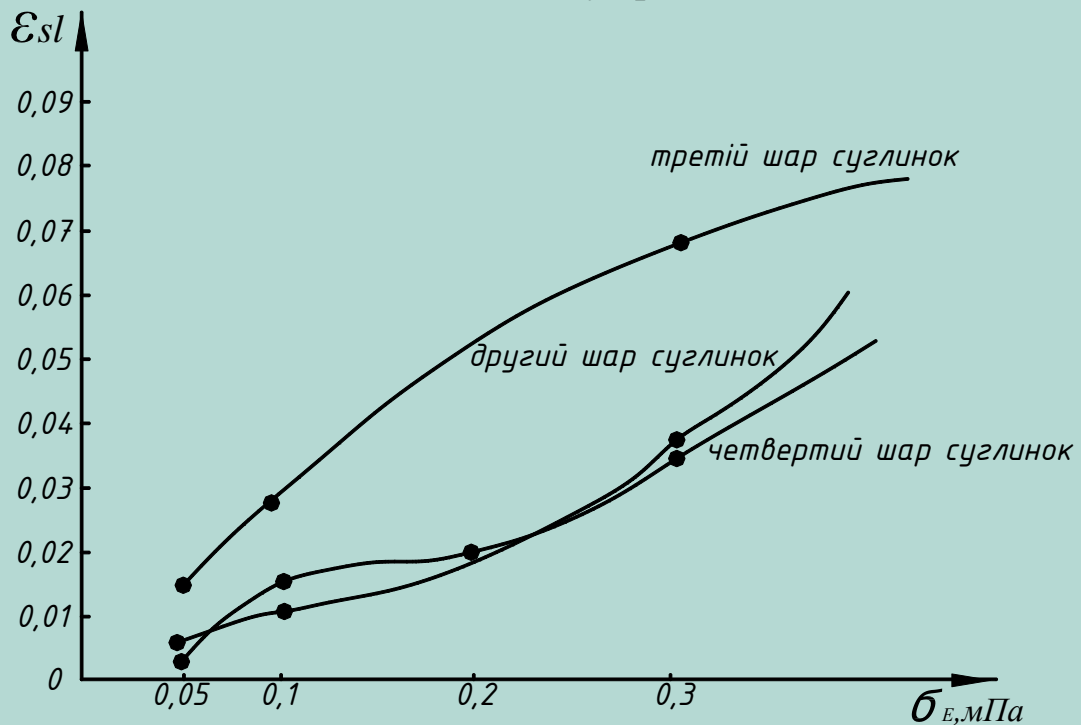


Рис. 3.6. Графік залежності відносної просадочності від вертикального тиску

Початковий посадочний тиск за графіком  $\epsilon_{sl} = f(\sigma_z)$  для шару 2 складає:

$$p_{sl} = 0,08 \text{ мПа};$$

- для шару 3:

$$p_{sl} = 0,05 \text{ мПа};$$

- для шару 4:

$$p_{sl} = 0,07 \text{ мПа};$$

Вага ґрунту замоченого до ступеню вологості  $S_r = 1,0$ .

$$\gamma_{pm} = \frac{15,5}{1+0} = 15,5 \text{ кН} / \text{м}^3;$$

$$\gamma_{суг.1} = \left( \frac{16,1}{1+0,14} \right) \cdot \left( 1 + \frac{0,898 \cdot 10}{26,8} \right) = 18,86 \text{ кН} / \text{м}^3;$$

$$\gamma_{суг.2} = \frac{\gamma}{1+W} \cdot \left( 1 + \frac{e \cdot \gamma_w}{\gamma_s} \right) = \left( \frac{16,4}{1+0,12} \right) \cdot \left( 1 + \frac{0,817 \cdot 10}{26,6} \right) = 19,14 \text{ кН} / \text{м}^3;$$

$$\gamma_{суг.3} = \left( \frac{16,9}{1+0,13} \right) \cdot \left( 1 + \frac{0,799 \cdot 10}{26,9} \right) = 19,40 \text{ кН} / \text{м}^3;$$

Тиск від ваги замоченого ґрунту на рівні рослинного шару:

$$\sigma_{zg} \cdot pm = 0,6 \cdot 15,5 = 9,3 \text{ кПа}$$

низу першого шару суглинка:

$$\sigma_{zg.суг.1} = \gamma_{sb} \cdot H_{sb} + \sigma_{zg} \cdot pm = 1,8 \cdot 18,86 + 9,3 = 43,25 \text{ кПа}, \text{ де}$$

$H_{sb}$  - товщина шару, м;

низу другого шару суглинка:

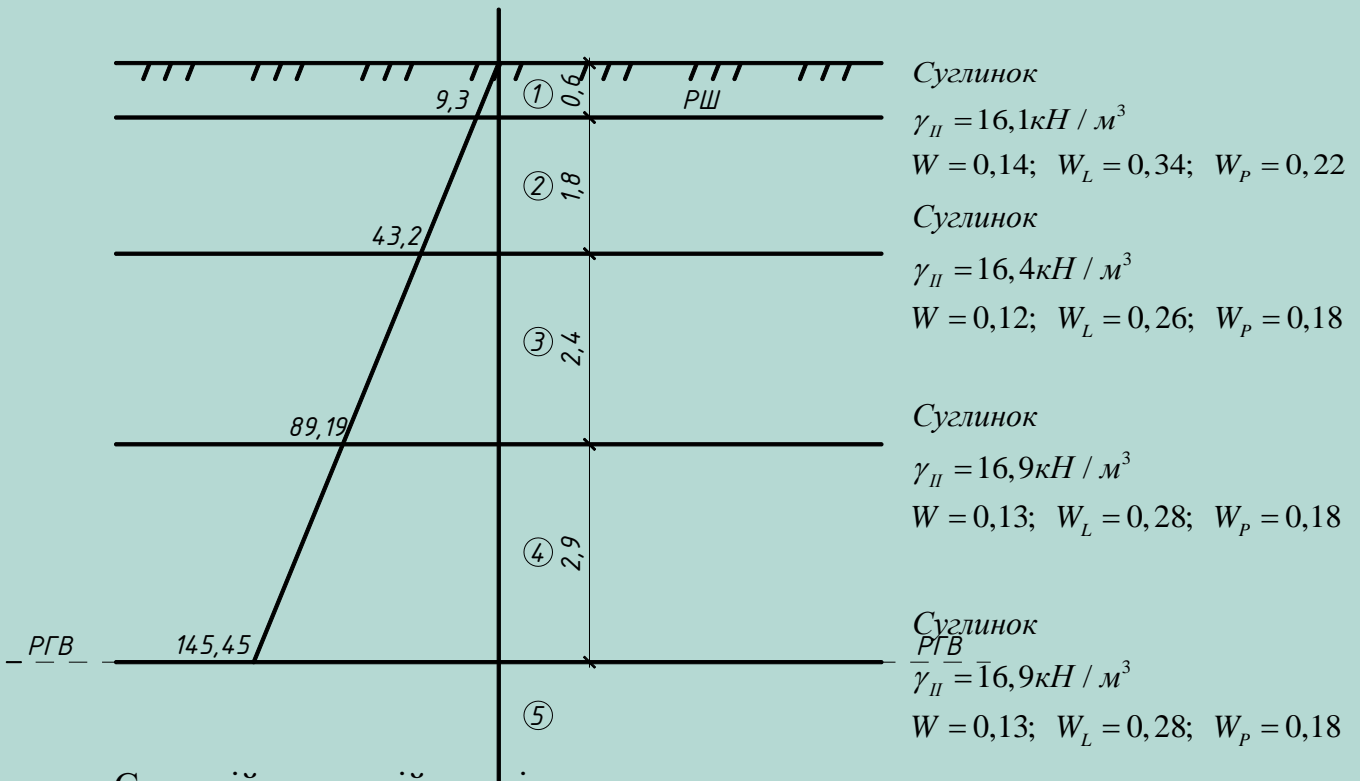
$$\sigma_{zg.суг.2} = \gamma_{sb} \cdot H_{sb} + \sigma_{zg} \cdot pm = 2,4 \cdot 19,14 + 43,25 = 89,19 \text{ кПа};$$

низу третього шару суглинка і РГВ:



$$\sigma_{zg.cyz.3} = \gamma_{sb} \cdot H_{sb} + \sigma_{zg} \cdot p_{ш} = 2,9 \cdot 19,4 + 89,19 = 145,45 \text{ кПа.}$$

просадки від власної ваги, співпадає з рівнем низу другого шару ґрунту (другий суглинок), а нижня межа – з рівнем ґрунтових вод.



Середній тиск в цій товщі складає:

$$\sigma_{zg.cp} = \frac{(0,0892 + 0,145)}{2} = 0,117 \text{ мПа}$$

За графіком визначаємо відносну просадочність  $\varepsilon_{sl} = 0,017 \text{ м}$ .

Просадка від власної ваги замоченого ґрунту:

$$S_{sl.cb} = \sum_{i=1}^n S_{sl,i} \cdot h_i \cdot K_{sl,i} = 0,017 \cdot 5,3 \cdot 1 = 0,09 \text{ м} = 9 \text{ см}$$

Висновок: ґрунтові умови відносяться до II типу  $S_{sl.cb} = 9 \text{ см} > 5 \text{ см}$ .

### 3.8.3. Проектування фундаментів

Розрахунок пальових фундаментів в умовах просадочності ведемо з врахуванням розділу 8 [13].

Показник текучості знаходимо за формулою 31 [13]:

$$I_L = \left(0,9 \cdot e \cdot \frac{\gamma_w}{\gamma_s}\right) - \frac{W_p}{(W_L - W_p)} = \left(\frac{0,9 \cdot 0,67 \cdot 10}{26,9}\right) - \frac{0,18}{(0,29 - 0,18)} = 0,40.$$

Враховуємо новий показник текучості при розрахунках.

За [13, П. 8.10] палі за несучою можливістю (здатністю) у ґрунтових умовах II типу слід вираховувати виходячи з умови:

$$N = \frac{F_d}{\gamma_e} - \gamma_c \cdot P_n, \quad \text{як}$$

$N$  - розрахункове навантаження на одну палю, кН;

$F_d$  - несуча здатність, кН, що визначається за п.8.12 [13];

$\gamma_{\hat{\epsilon}}$  - коефіцієнт надійності (за п.3.10 [13]),  $\gamma_{\hat{\epsilon}} = 1,65$ ;

$\gamma_c$  - коефіцієнт умов роботи, приймається  $\gamma_c = 1$ ;

$P_n$  - від'ємна сила тертя, визначається за п.8.11 [13].

Несуча здатність  $F_d$  визначається за [13, формула 7] і [13, формула 8]:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_c \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i), \text{ де}$$

$R$  - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі за табл.1.

$A$  - площа опирання на ґрунт палі,  $m^2$ ;

$u$  - зовнішній периметр перерізу палі, м;

$f$  - розрахунковий опір  $i$ -го шару ґрунту основи на бокову поверхню палі,

кПа (по табл.2);

$h_i$  - товщина  $i$ -го шару ґрунту, що третється по бічній поверхні палі, м;

$\gamma_{cR}, \gamma_{cf}$  - коефіцієнти умов роботи ґрунту, відповідно під нижнім кінцем і на бічній поверхні палі, по табл.3.

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 2975 \cdot 0,16 + 0,16(1 \cdot 1,9 \cdot 60,1 + 1 \cdot 65,5 \cdot 2 + 1 \cdot 0,9 \cdot 69,6 + 1 \cdot 36,8 \cdot 2 + 1 \cdot 2 \cdot 40,1)) = 549,2 \text{ кН.}$$

За [13, п.8.11].

$$P_n = u \cdot \sum_0^{h_{sl}} \tau_i \cdot h_i, \text{ де}$$

$u$  - периметр палі, м;

$h_{sl}$  - розрахункова глибина, м, до якої виконуються складання сил бічного

тертя просідаючих шарів ґрунту;

$\tau_i$  - розрахунковий опір, кПа;

$$\tau_i = \varphi \cdot \sigma_{zg} \cdot \text{tg} \varphi_1 + c_1, \text{ де}$$

$\varphi$  - коефіцієнт бічного тертя тиску, приймається рівним  $\varphi = 0,7$ ;

$\varphi_1, c_1$  - розрахункові значення кута внутрішнього тертя та зчеплення;

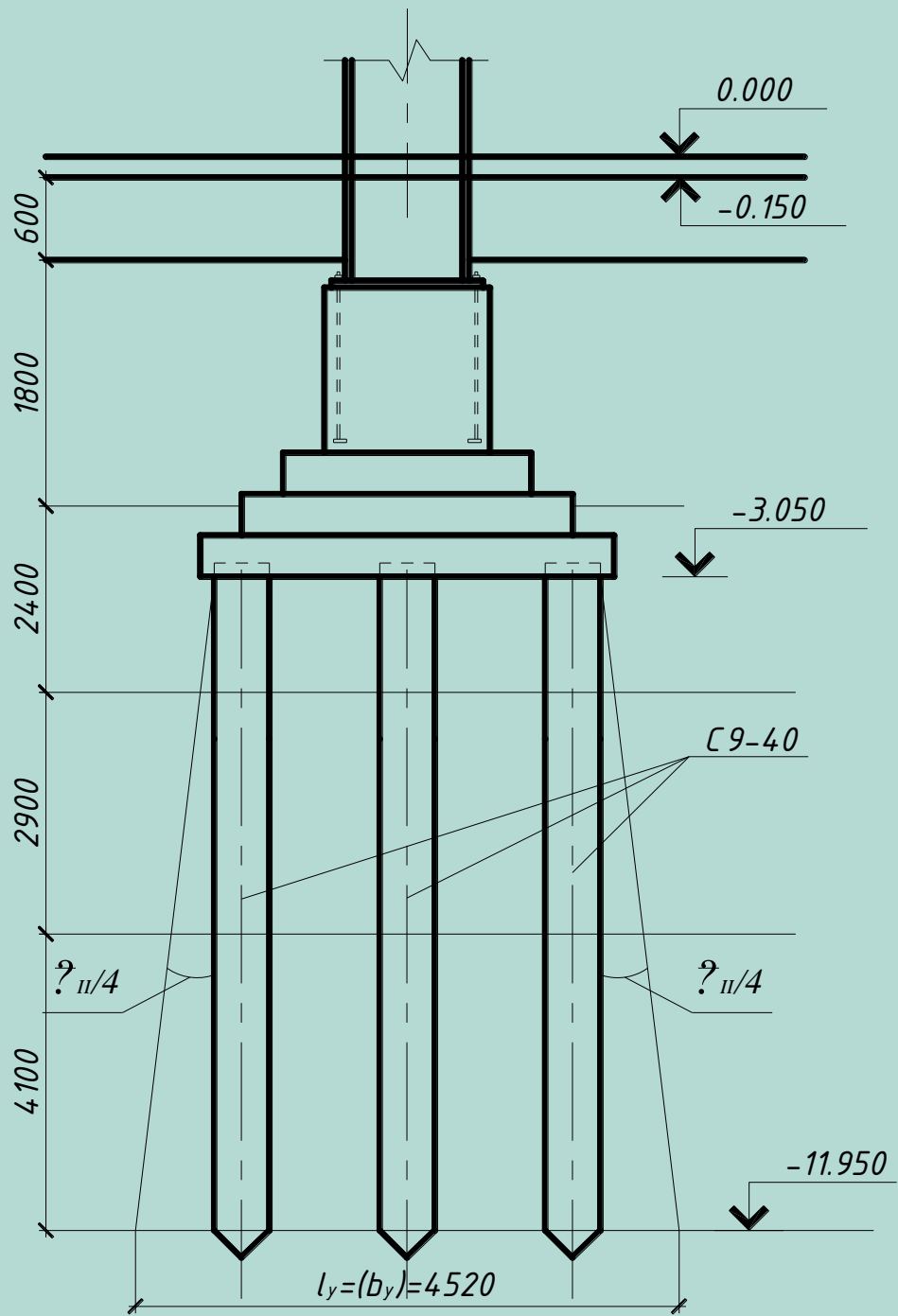
$\sigma_{zg}$  - вертикальна напруга від власної ваги водонасиченого ґрунту;

$h_i$  - товщина  $i$ -го шару посадочного ґрунту, що осідає при замочуванні.

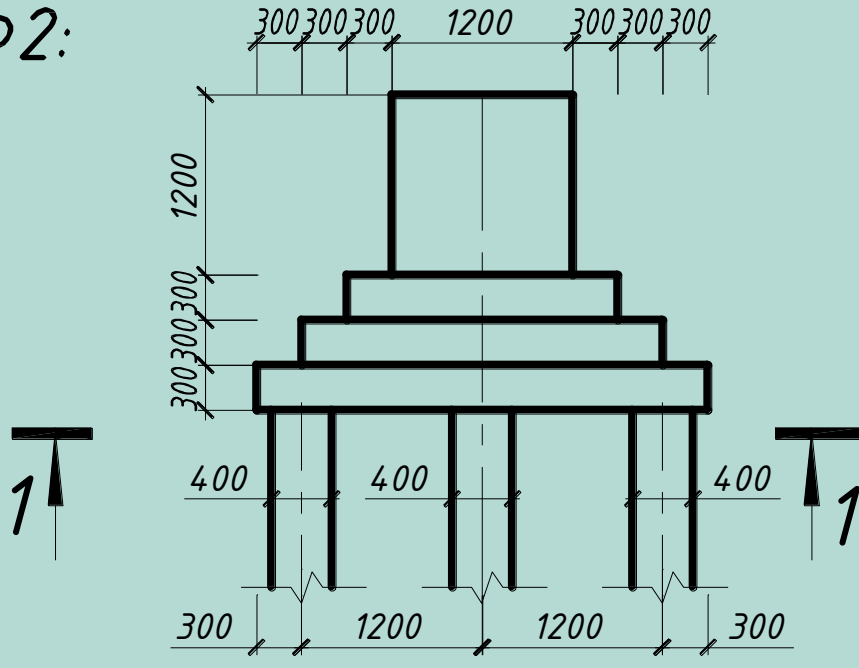
$$\tau_i = 0,7 \cdot 145,45 \cdot \text{tg} 24^\circ + 0,7 = 49,8$$

$$P_n = 0,16 \cdot (49,8 \cdot 2,9 + 49,8 \cdot 2,4) = 42,2 \text{ кН}$$

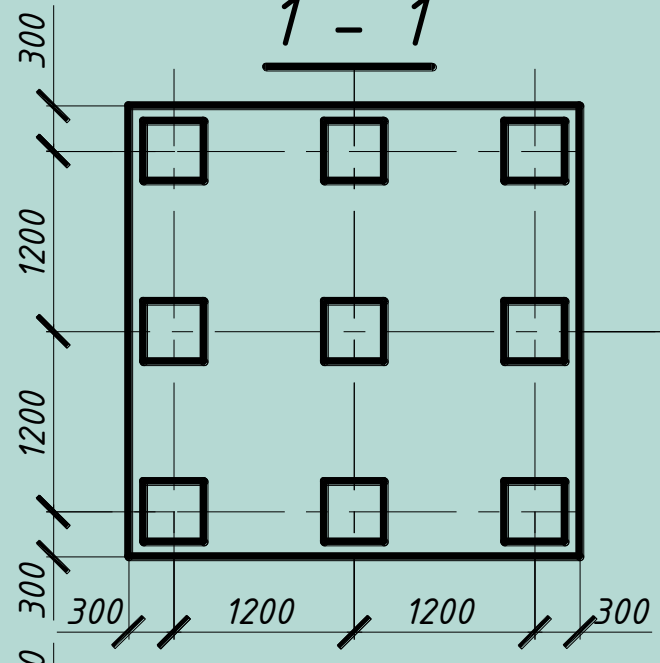
$$\frac{549,2}{1,65} - 1 \cdot 42,2 = 290,6 \text{ кН} > N = 214,1 \text{ кН}$$



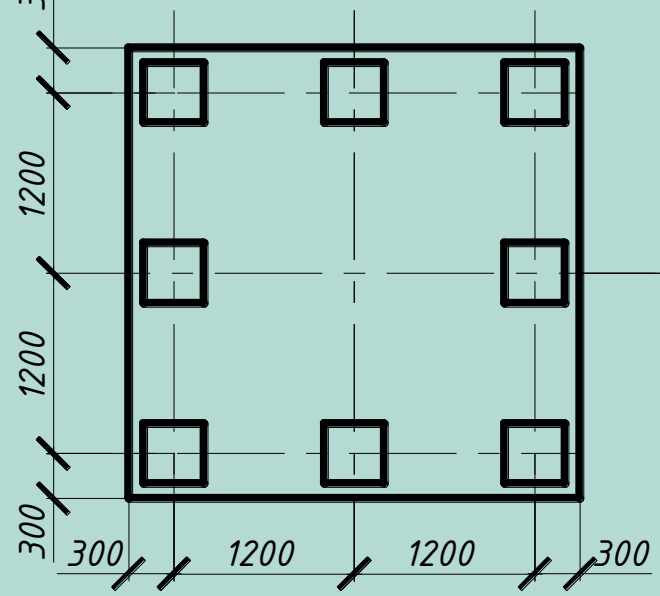
Φ2:



1 - 1



Φ1:



Середня колона К2:

Кількість паль  $n = 9$ шт .

Ростверк виконуємо виходячи з мінімальної відстані між палями:

$$3 \cdot b_p = 3 \cdot 0,4 = 1,2 \text{ м}$$

Розміщаємо палі в 3 ряди:

$$b = l = 1,2(3-1) + 0,2 + 0,1 = 3 \text{ м}$$

Ваг ростверку і ґрунту на уступах:

$$G = 3 \cdot 3 \cdot 2,9 \cdot 20 = 522 \text{ кН}$$

$$P_\phi = \frac{1929 + 522}{9} + \frac{114 \cdot 1,2}{6 \cdot 1,2^2} = 282,9 \text{ кН} < 290,6 \text{ кН}$$

Крайня колона К1:

Кількість паль  $n = 8$ шт .

$$G = 3 \cdot 3 \cdot 2,9 \cdot 20 = 522 \text{ кН}$$

$$P_\phi = \frac{964,3 + 522}{8} + \frac{736,4 \cdot 1,2}{6 \cdot 1,2^2} = 288,1 \text{ кН} < 290,6 \text{ кН}$$

### 3.8.4. Розрахунок осадки палювих кушів

Визначення кута внутрішнього тертя ґрунту  $\bar{\varphi}_{II}$  в межах довжини палі:

$$\bar{\varphi}_{II} = \frac{\varphi_{II,1} \cdot h_1 + \varphi_{II,2} \cdot h_2 + \varphi_{II,3} \cdot h_3}{h_1 \cdot h_2 \cdot h_3} = \frac{21 \cdot 1,9 + 22 \cdot 2,9 + 24 \cdot 3,9}{1,9 \cdot 2,9 \cdot 3,9} = 22,7^\circ$$

Визначення розмірів у плані умовного фундаменту з підошвою на рівні кінця палі:

$$l_y(b_y) = 3b_p(n-1) + b_p + 2l_p' \cdot \text{tg} \frac{\bar{\varphi}_{II}}{4} = 3 \cdot 0,4 \cdot (3-1) + 0,4 + 2 \cdot 8,9 \cdot \text{tg} \frac{22,7^\circ}{4} = 4,52 \text{ м, де}$$

$\varphi_{II,i}$  - кут внутрішнього тертя;

$h_i$  - висота кожного шару;

$n$  - кількість паль в ряду;

$l_p$  - частина глибина занурення палі в несучі шари основи.

Визначення об'єму і ваги умовного фундаменту:

$$G = l_y \cdot b_y \cdot d_y \cdot \gamma_0 = 4,52 \cdot 4,52 \cdot 10,8 \cdot 20 = 4413 \text{ кН, де}$$

$d_y$  - відстань від обрізу ростверку до рівня низу палі;

$\gamma_0 = 20 \text{ кН} / \text{м}^3$  - усереднена вага масиву «ґрунт-паля-ростверк».

Визначення середнього тиску по підошві умовного фундаменту:

$$P = \frac{F + G}{l_y \cdot b_y} = \frac{1929 + 4413}{4,52 \cdot 4,52} = 310,4 \text{ кН}$$

Визначення опору ґрунту основи на рівні підошви умовного фундаменту: [13, формула 7]:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} \cdot (1 \cdot M_\gamma \cdot K_z \cdot b_y \cdot \gamma_{II} + 1 \cdot M_g \cdot d_y \cdot \gamma_{II} + 1 \cdot (M_g - 1) \cdot d_b \cdot \gamma_{II} + 1 \cdot M_c \cdot c_{II}) = \\ = \frac{125 \cdot 1,1}{1} (1,0 \cdot 0,72 \cdot 1 \cdot 4,52 \cdot 26,9 + 3,87 \cdot 10,8 \cdot 17,04 + 6,45 + 6,45 \cdot 20) = 1277 \text{ кПа,}$$

де  $\gamma_{c1}, \gamma_{c2}$  - коефіцієнти умов роботи, табл. 3 [13];

$M_\gamma, M_g, M_c$  - коефіцієнти приймаються по табл. 4;

$\gamma_{II}$  - усереднене розрахункове значення ваги ґрунтів.

$$P = 310,4 \text{ кПа} < R = 1277 \text{ кПа}$$

Визначення стиснутої товщі:

$$\eta = \frac{l_y}{b_y} = 1$$

$$H_e = K \cdot b_y = 2 \cdot 4,52 = 9,04 \text{ м.}$$

Значення середньовзвішеного значення модуля деформації в межах стиснутої товщі основи:

$$\bar{E} = 18 \text{ МПа}$$

Осідання основи:

$$S = 1,44 \cdot \frac{\eta}{1+\eta} \cdot \frac{P - \sigma_{z_{g_0}}}{\bar{E}} \cdot b_y = 1,44 \cdot \frac{1}{1+1} \cdot \left( \frac{0,31 - 0,146}{18} \right) = 3,0 \text{ см}$$

Отже :  $S = 452 = 3,0 \text{ см} < S_u = 12 \text{ см}$

Висновок: кількість осадки (глибина) допустима, пальових куштів.

## 4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### Технологічна карта

#### 4.1. Область застосування

. Монтаж конструкцій ведеться з транспортних засобів, що забезпечують належне виконання безпечних умов робіт.

Проектуємий об'єкт цех по ремонту і технічному обслуговуванню Цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки розміщує такі відділення:

- відділення слюсарної обробки деталей;
- відділення зборки агрегатів;
- відділення зборки вузлів і підвузлів;
- відділення загального збирання;
- відділення регулювання і обкатки;
- відділення фарбування;

умови виконання будівництва: початок з 1 квітня 2020р. по 25 липня 2021р. передбачається, як найбільше механізованих робіт з використанням нової техніки, обладнання, пристосувань, інвентаря, порівняно з ручними роботами.

Дана будівля проектується з наступних конструктивних елементів:

- 1) фундаменти під колони – пальові з монолітним ростверком:
  - а) під крайні колони – 9 паль,  $\varnothing 600\text{мм}$ , марки С9060;
  - б) під середні колони – 8 паль,  $\varnothing 600\text{мм}$ , марки С9060.
- 2) Фундаментні балки, з/б, довжиною  $\ell = 6\text{м}$ .
- 3) Колони металеві з прокатного двотавра – крайні 70Ш1; середні – 70Ш4.
- 4) Підкранові балки – металеві, прольотом  $\ell = 12\text{м}$ .
- 5) Покриття – листові підкровоквяні ферми  $\ell = 12\text{м}$ , і металеві кроввяні ферми  $\ell = 24\text{м}$ , виконані ферми з гнутих прокатних труб, із серії типу «Молодечно».
- 6) Покрівля – оцинкований профільований настил, утеплювач – мінераловатні плити (жорсткі) ГОСТ 21880-76,  $\gamma_0 = 125\text{кг/м}^3$ , 2 шари євроруберойду по цементній стяжці, а також 1 шар євроруберойду перед утеплювачем.
- 7) Стінове огородження – панелі типу «Сендвіч» з обшивкою із оцинкованих профільованих листів. Цокольна панель з легкого бетону, товщиною 220мм, висотою 1,2м.
- 8) Скління використовується стрічкове зі сталевими перетинами, висота панелі 1,2м, довжина  $\ell = 6\text{і}$ , скління – двійне, панелі всі глухі, окрім 1-го ряду – відкриваються.
- 9) Ворота розміром 3х3м.
- 10) Вертикальні в'язі – металеві з прокатного кутика.
- 11) Підлога – бетонна,  $\delta = 30\text{мм}$ , заповнювач гравійний та щебеневий. В якості прошарку використовуємо цементно-піщаний розчин.
- 12) Навколо будівлі виконується вимощення з асфальтобетону по щебеневій основі з ухилом від будівлі  $i = 0,015$ .

## 4.2. Організація і технологія виконання робіт

Монтаж будівельних конструкцій складається з транспортних, підготовчих та суто монтажних процесів і операцій, які виконують за допомогою монтажних, такелажних та транспортних засобів.

В даному випадку металеві конструкції монтуються укрупненим методом, для забезпечення стійкості. Так спочатку встановлюють колони, на них кладуть підкранові балки, а також монтують ферми. Всі ці операції виконуються послідовно по чарункам.

Структура комплексного процесу монтажу будівельних конструкцій:

I – заготівельні й транспортні процеси поза будівельним майданчиком:

- 1) виготовлення;
- 2) транспортування.

II – підготовчі процеси:

- |                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| 1) розвантаження;                  | } сортування; |
| 2) складування;                    |               |
| 3) укрупнення;                     | } фарбування. |
| 4) оснащення такелажним приладдям; |               |

III – суто монтажні процеси:

- 1) подавання під монтаж;
- 2) оснащення і захоплення;
- 3) піднімання (переміщення);
- 4) наведення, орієнтування та встановлення;
- 5) вивірення;
- 6) закріплення.

IV – супутні операції приймання, контролю та здавання змонтованих конструкцій;

- 1) антикорозійний захист, зварювання, встановлення болтів;
- 2) знімання тимчасового кріплення;
- 3) приймання, контроль якості й здавання

Монтуємо сталеві колони на монолітні фундаменти із заздалегідь установленими в них болтами для кріплення колон. Положення колони в плані залежить від того, наскільки правильно розташовані анкерні болти, а точність установлення по висоті – від якості підготовки опорних поверхонь фундаментів.



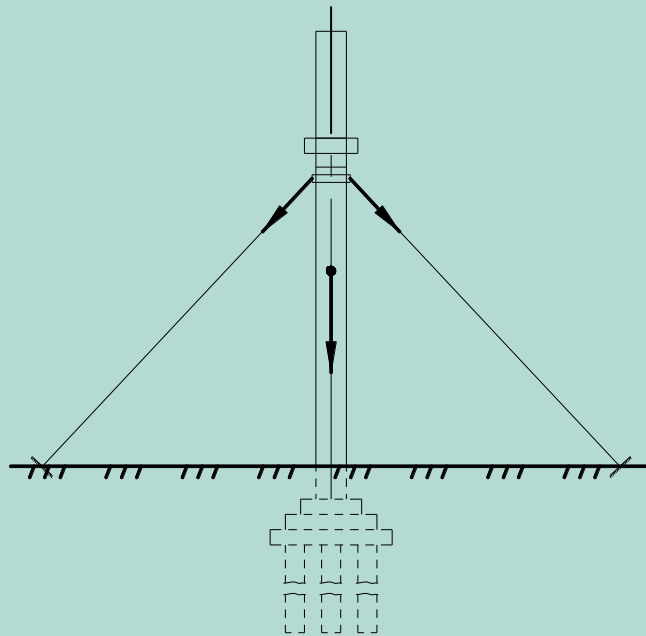
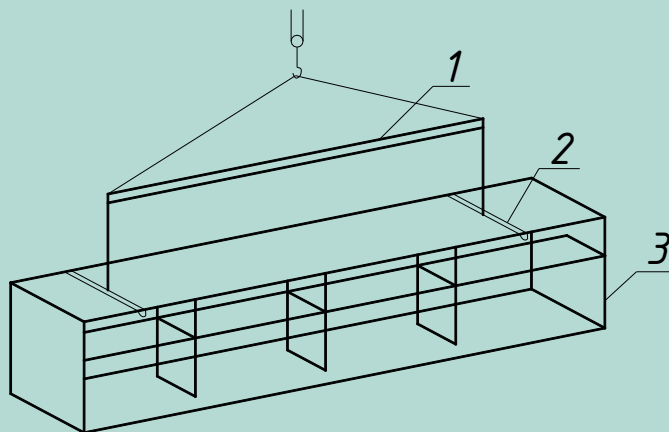


Рис. 4.1. Тимчасове закріплення колони

Балку захоплюють полегшеними стропами або можна ще застосовувати кліщі захоплювачі. До роз стропування перевіряють положення балок по поздовжніх осях і позначки верху полиць, вертикальність стінок, відстань між балками, зміщення в стиках.



1- траверса

2- кліщовий захоплювач

3- металева балка

Рис. 4.2. Зчеплення металевої балки кліщовим захоплювачем

Зварні стики прихвачують тимчасово. Кількість, розміри і довжину прихваток, що сприймають в монтажні навантаження, визначають розрахунком.

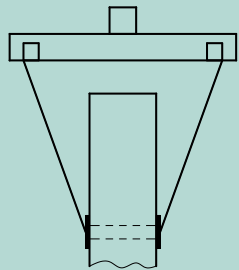
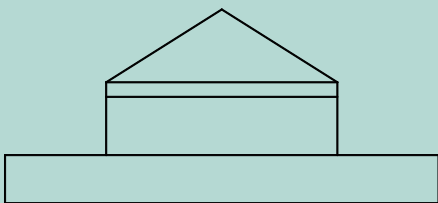
### 4.3. Вибір вантажозахватних пристосувань

Для колони і балки вибираємо відповідні хватні пристосування. Необхідні характеристики заносимо до таблиці 4.1.

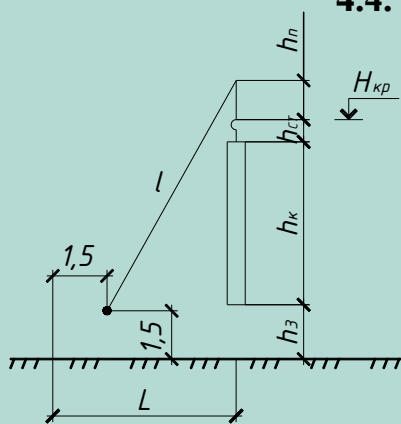
Таблиця 4.1

Вантажозахватні пристосування

Призначення пристосування	Назва	Принципова схема	Вантажо-підйомність, т	Власна вага, т	Розрахункова висота, м	Посилання на джерело

Монтаж колон	Траверса уніфікована для підйому колон		4	0,08	1	Методичні вказівки
Монтаж підкранових балок	Траверса з напівавтоматичними стропами		9	0,94	3,2	Методичні вказівки

#### 4.4. Вибір вантажопідйомних машин



Розрахункова маса вантажу:

$$m_c = m_6 + m_3, \text{ де}$$

$m_6$  - власна маса вантажу, т;

$\sum m_3$  - маса вантажозахватних пристосувань, т;

$$m_c = 3,5 + 0,081 = 3,581 \text{ т.}$$

Розрахункова висота піднімання крюка містить такі складові:

$$H_r^{kp} = h_0 + h_3 + h_6 + h_c, \text{ м, де}$$

$h_0$  - висота опори на яку встановлюється вантаж відносно рівня стоянки крана, м;

$h_3$  - запас по висоті між опорою і низом вантажу (приймають 0,5-1м);

$h_6$  - висота вантажу, м;

$h_c$  - розрахункова висота вантажозахватного пристосування, м.

$$H_r^{kp} = 15,6 + 1 + 1 = 17,6 \text{ м}$$

Потрібний виліт крюка  $L$  дорівнює горизонтальній проекції стріли від осі обертання до осі крюка, що знаходиться над центром ваги елемента, при подачі найбільш віддаленого від осі крана елемента.

$$L = 8 \text{ м.}$$

Оскільки одним і тим же краном піднімають, звичайно, усі вантажі і можуть збірні конструкції, його вибираємо за найбільшими показниками розрахункових параметрів.

Приймаємо пневмоколісний кран КС-4362.

Висота підйому – 18м.

Довжина стріли – 18м.

Виліт крюка – 8м.

Вантажопідйомність – 4т.

Рекомендований склад машин та механізмів за прийнятим варіантом із технічною характеристикою.

## 4.5. Машини і механізми для монтажу колон і підкранових балок

Назва машини і механізмів	Марка	Технічна характеристика	Кількість, шт
1	2	3	4
Пневмоколісний кран	КС-4362	Вантажопідйомність -4т-9т Довжина стріли -18м Довжина гуська -10м Виліт стріли: найбільший -11,5м найменший -4,2м Висота підйому при вильоті найбільшому -19м найменшому -26,1м.	1
Балковіз	ПП-12	Корисне навантаження -20000кг База напівпричепа -10480мм Колія -10480мм Габаритні розміри напівпричепа: -довжина -12600мм -ширина - 2640мм -висота -1330мм Довжина автопоїзду -17045мм	2
Балковіз	ББ-2Л	Корисне навантаження -20000кг База напівпричепа -14000кг Колія -1920мм Габаритні розміри напівпричепа: -довжина -17000мм -ширина -2640мм -висота -2830мм Довжина автопоїзду -25735мм	2

4.6. Вимоги до якості виконання робіт

Таблиця 4.3

Хто контролює операції, що підлягають контролю	Майстер			Прораб		
	Підготовчі роботи	Влаштування опалубки		Підготовчі роботи	Влаштування опалубки	
Склад контролю (що контролювати)	Відповідність проекту і якості опалубочних щитів, блоків і кріплення (геом. розміри всіх елементів, кріплення, якість матеріалів опалубки)	Правильність зберігання елементів опалубки	Відповідність проектних відміток уступів, верху опалубки, днища стаканів. Розміри уступів, горизонтальність і вертикальність опалубки	Якість кріплення опалубки, закріплення опалубки, виконання стиків	Якість внутрішньої поверхні опалубки, чистка від сміття,пилу	Точність встановлення закладних деталей і їх закріплення
	Спосіб контролю (як контролювати)	Візуально, метр складений металевий	Візуально	Візуально	Нівелір, рівень будівельний, метр складений	Теодоліт, рівень будівельний, рулетка металева
Час контролю (коли контролювати)	До влаштування опалубки	В ході влаштування опалубки	До влаштування опалубки	Після встановлення опалубки нижнього	Після встановлення опалубки верхнього	Після влаштування опалубки
Хто перевіряє Які роботи відносяться до скп-х	Геодезист			Геодезист		

#### 4.7. Калькуляція затрат праці, машинного часу і заробітної плати

Таблиця 4.4

Назва процесу	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Обґрунтування (ЕНиР)	Норма часу, люд.-год.		Розцінка, грн.-коп.		Затрати праці, люд.-год.		Заробітна плата, грн.-коп.		Склад ланки за ЕНиР
				Робітників	Машиністів	Робітників	Машиністів	Робітників	Машиністів	Робітників	Машиністів	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Укрупнений збір металевих конструкцій	т	86,6	Е5-1-3	2,1	0,42	1 - 79	0 - 44,5	181,86	36,37	155,02	38,54	Машиніст бр.-1; Монтажник бр.-1; Зр.-1; 4р.-2; 3р.-1.
Розвантаження укрупнених конструкцій	шт	94	Е25-14	0,48	0,24	0-32,2	0-21,8	45,12	22,56	30,27	20,49	Машиніст бр.-1; Такелажники Зр.-1; 2р.-1.
Монтаж металевих колон	т	67	Е5-1-9	3,5	0,7	2-83	0-74,2	234,5	46,9	189,61	49,72	Машиніст бр.-1; Монтажник бр.-1; 4р.-2; 3р.-2.
Монтаж підкранових балок	т	19,6	Е5-1-9	2,1	0,42	1-70	0-44,5	41,16	8,24	33,32	8,722	Машиніст бр.-1; Монтажник бр.-1; 4р.-2; 3р.-2.
Загальна вивірка підкранових балок	т	19,6	Е5-1-2	1,7	0,76	1-37	0-61,4	33,32	14,89	26,86	12,04	Машиніст бр.-1; Монтажник бр.-1; 4р.-2; 3р.-2.
Встановлення болтів	100шт болтів	1,52	Е5-1-19	11,5	-	8-57	-	17,48	-	13,03	-	Монтажник 4р.-1; Зр.-1.
Видалення болтів	100шт болтів	0,98	Е5-1-19	4,5	-	3-35	-	4,41	-	3,28	-	Монтажник 4р.-1; Зр.-1.
Ручне дугове зварювання	м, шва	28	Е-22-2-1	0,13	-	0-10,3	-	3,64	-	3,64	-	Електрозварувальник бр.-1; Зр.-1; 4р.-1; 3р.-1.
								561,49	128,96	1856,53	528,41	

4.8. Графік виконання робіт

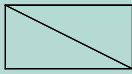
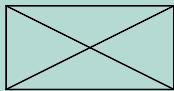
Таблиця 4.5

№ п/п	Найменування процесу	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Затрати праці		Склад ланки	Трив. вико- нанн. робіт	Робочі дні												
				Робочих люд.-зм.	Машин. люд.-зм.			1	2	3	4	5	6	7	8	9				
1	Укрупнений збір металевих конструкцій	т	86,6	22,74	4,55	Машиніст бр.-1; Монтажник бр.-1; Зр.-1; 4р.-2; Зр.-1	5													
2	Розвантаження укрупнених конструкцій	шт	94	5,64	2,82	Машиніст бр.-1; Такелажник Зр.-1; 2р.-1	4													
3	Монтаж металевих колон	т	67	29,32	5,87	Машиніст бр.-1; Монтажник бр.-1; 4р.-2; Зр.-2	9													
4	Монтаж підкранових балок	т	19,6	51,45	1,03	Машиніст бр.-1; Монтажник бр.-1; 4р.-2; Зр.-2	9													
5	Загальна вивірка підкранових балок	т	19,6	4,165	1,86	Машиніст бр.-1; Монтажник бр.-1; 4р.-2; Зр.-2	3													
6	Встановлення болтів	100шт болтів	1,52	2,185	—	Монтажник 4р.-1; Зр.-1	3													
7	Зняття болтів	100шт болтів	0,98	0,55	—	Монтажник 4р.-1; Зр.-1	2													
8	Ручне дугове зварювання	м шва	28	0,46	—	Електрозварюва- льник бр.-1; 5р.-1; 4р.-1; Зр.-1	3													

#### 4.9. Матеріально-технічні ресурси

Таблиця 4.6

Відомість потреби в інструменті, інвентарі і пристосуваннях

Назва матеріалів	Марка, технічна характеристика, ДСТ, номер креслення	Кількість, шт	Призначення
1	2	3	4
Траверса уніфікована для підйому колон	Вантажопідйомність 4т, маса- 0,081т. Розрахункова висота 1м.	1	Для монтажу металевих колон
Траверса з напівавтоматичними стропами	Вантажопідйомність 9т. Власна маса -0,935т. Розрахункова висота -1м.	1	Для монтажу підкранових балок
Котючі риштування	Довжина $\ell=12\text{м}$ .	2	Для вивірки та з'єднання підкранових балок
Приставна драбина з монтажною площадкою	Довжина $\ell=20\text{м}$ .	2	Для різних зварочних та з'єднувальних робіт
Касета	Висота $h=1,8\text{м}$ .	58	Для утримування ферми
Підноси	Дивись рис. 1.	8	Для тимчасового закріплення колон
Нівелір, нівелірна рейка, рівень	Нівелір Н-3. Маса приладу - 2кг. Рейка для нівелювання РН-3, $\ell=3\text{м}$ .	2	Для встановлення конструкцій в проектне положення
Ящик з інструментом		2	Для допоміжних робіт
Ящик з приладдям		2	Для з'єднувальних робіт



Зварювальний апарат	Змінного струму СТЭ-24. Потужність -14кВт. Тривалість	2	Для зварювальних робіт
Газорізний апарат	Ацетиленово-кислородний. Потужність -20кВт.	2	Для різки металу
Домкрат	ДК-60СТ	2	Для допоміжних робіт
Кондуктор		58	Для зборки ферми в блок
Універсальний строп	Вантажопідйомність -3-5т. Власна маса -0,088кг.	1	Для монтажу конструкцій

Потребу в матеріалах, напівфабрикатах і конструкціях визначаємо за робочими кресленнями та нормативами.

Таблиця 4.7

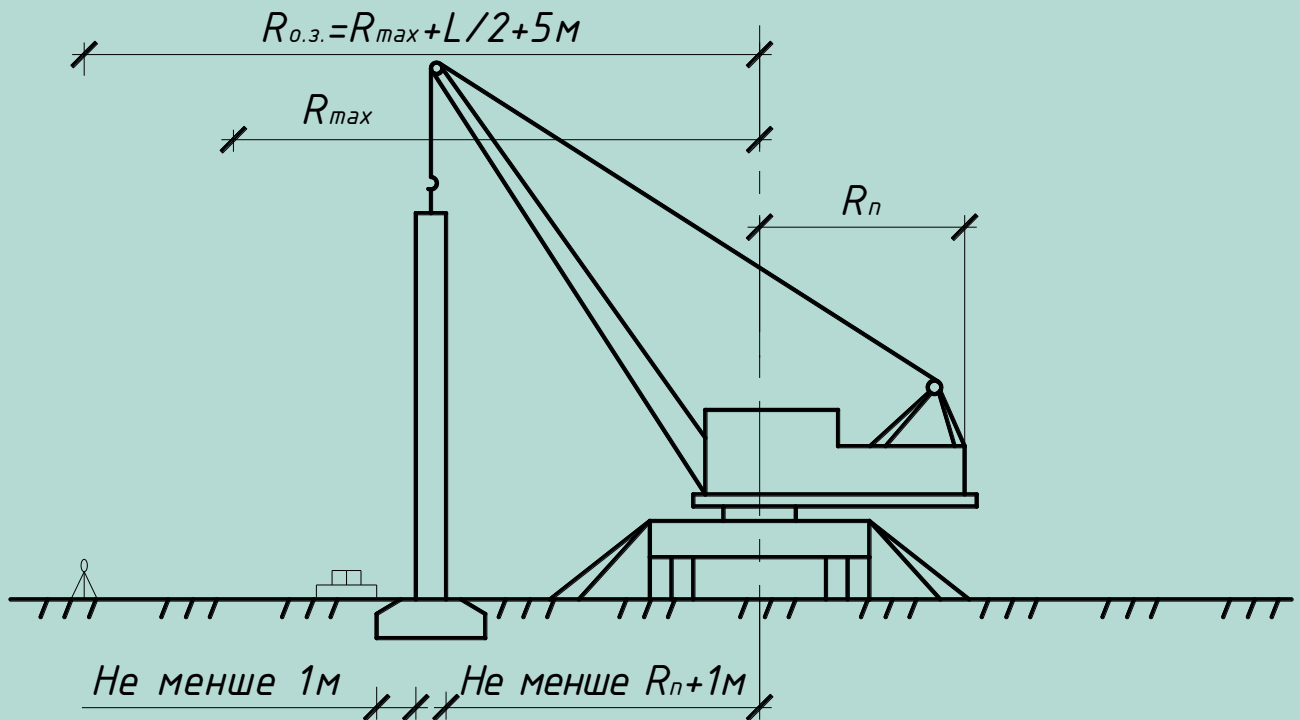
Відомість потреби в конструкціях, матеріалах і напівфабрикатів

Назва матеріалів	Вихідні дані			Потрібна кількість
	Одиниця виміру для розрахунку за нормами	Обсяг робіт за нормами	Норма витрати на одиницю виміру обсягу	
1	2	3	4	5
Колона металева	т	67	1	67
Балка металева підкранова	т	19,6	1	19,6
Болти	100шт болтів	1,52	100	152

#### 4.10. Техніка безпеки

Безпечність монтажу конструкцій багато залежить від способів їх складування. У всіх випадках перевагу слід віддавати способу монтажу конструкцій з транспортних засобів, так як він поряд, зі зменшенням вантажорозвантажувальних і складських операцій дозволяє створити більш благоприємні умови на будівельному майданчику.

Монтаж металевих колон виконується за такою схемою:



Колони до підйому рекомендується обладнати сходами, які знімають після виконання наступних монтажних робіт, закріплення або зварки вузлів і встановлення ригелів. Безпечним способом монтажу колон є підйом їх напівавтоматичним захватним пристроєм.

#### 4.11. Техніко-економічні показники

За даними калькуляції та графіка виконання робіт визначають такі техніко-економічні показники на прийнятий обсяг готової продукції.

- 1) Затрати праці нормативні, люд.-зм.:

$$\frac{561,49}{8} = 70,19 \text{ люд. - зм.}$$

- 2) Нормативні затрати машинного часу, маш.-зм.:

$$\frac{128,96}{8} = 16,12 \text{ маш. - зм.}$$

- 3) Заробітна плата робітників (за калькуляцією), грн.-коп.:

$$1856,53 * 20 = 37130,6 \text{ грн. - коп.}$$

- 4) Заробітна плата машиністів (за калькуляцією), грн.-коп.:

$$528,41 * 20 = 10568,2 \text{ грн. - коп.}$$

- 5) Тривалість робіт (за графіком), змін:

$$34 \text{ змін.}$$

- 6) Виробіток одного робітника за зміну (шт.), нормативний, який визначається діленням обсягу готової продукції на нормативні затрати праці за калькуляцією в люд.-зм.:

$$\frac{317,3}{561,49} = 0,56 \frac{\text{шт}}{\text{люд. - зм.}}$$

- 7) Затрати на механізацію на весь обсяг робіт, які визначаються сумою добутків виробничої собівартості машино-зміни кожної машини, що

використовується в комплексному процесі, на тривалість її роботи за графіком, грн.-коп.:

$$(1,08 \cdot 35,01 \cdot 21) + (1,08 \cdot 18,78 \cdot 9) + (1,08 \cdot 19,02 \cdot 9) = 1161,45 * 20 = 23229,00 \text{ грн.} - \text{коп.}$$

8) Сума затрат на заробітну плату та механізацію (п.3+п.7):

$$37130,60 + 23229,00 = 60359,60 \text{ грн.} - \text{коп.}$$

## 5. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

<b>5.1. Відомість обсягів трудомісткості робіт та потреби в основних матеріалах і конструкціях</b>												Таблиця 5.1	
№ п/п	Роботи						Матеріали, конструкції, напівфабрикати				Норма- тивний збірник		
	Найменування робіт	Одиниці виміру	Обсяг робіт	Трудомісткість		Назва матеріалів, конструкцій, напівфабрикатів	Одиниці виміру	Норма- тивні витрати	Загальна потреба				
				Нормат. люод.-ГОД.	Загальна люод.-ДН.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	Планування будівельного майданчика	1000м <sup>2</sup>	30	0,17	0,64	-	-	-	-	СНУ-93 1-284			
2	Зріз рослинного шару ґрунта	1000м <sup>3</sup>	1,35	3,5	0,59	-	-	-	-	СНУ-93 1-523			
3	Розробка ґрунта екскаватором	1000м <sup>3</sup>	1,8	19,3	4,35	-	-	-	-				
4	Влаштування буронабивних паль	м <sup>3</sup>	793,5	2,92	289,6	Бетон важкий М-200 фракції 20-40мм Каркас арматурний Труби сталеві обсалні	м <sup>3</sup> т т	1,010 0,3 2,5	807,935 2,38,05 19,83,75	СНУ-93 5-204			
5	Розробка ґрунта вручну	100м <sup>3</sup>	0,7	154	13,48	-	-	-	-	СНУ-93 1-1256			
6	Влаштування монолітного з/б ростверка	м <sup>3</sup>	205,2	0,6521	92,34	Бетон важкий М-50 фракції 20-40мм Дошки обрізні ℓ=4- 6м, шириною 75- 100мм, δ=14мм Ариатура Щити із дошок товщиною δ=25мм	м <sup>3</sup> м <sup>3</sup> т м <sup>3</sup>	1,015 0,0074 0,2 0,641	208,3 1,52 4,1,04 131,54	СНУ-93 6-22			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	Зворотня засипка	100м <sup>3</sup>	3,15	28	11,025	-	-	-	-	СНУ-93 1-248
8	Монтаж металевих колон	т	67	12,71	83,44	Конструктивний ел-т Електроди Ø4мм: Э46	т т	67 0,016	67 1,072	СНУ-93 9-63
9	Влаштування фундаментних балок	шт	42	4,12	22,09	Бетон важкий М-200 фракції 10-20мм Рочин кладочний важкий цементний М-50	м <sup>3</sup> м <sup>3</sup>	0,0305 0,0042	1,281 0,1764	СНУ-93 7-16
10	Засипка під фундаментні балки	м <sup>3</sup>	16,3	0,51	3,6	Бетон важкий М-200 фракції 10-20мм	м <sup>3</sup>	2,16	35,21	СНУ-93 7-18
11	Влаштування горизонтальної гідроізоляції	100м <sup>2</sup>	40,32	6,05	20,3	Азбест хризолітоловий марки К-6-30 Бітуми нефтяні БН-90/10 Бітуми нефтяні БН-70/30 Розчинник - бензин Ізол	т т т т м <sup>3</sup>	0,014 0,289 0,057 0,095 112	0,565 11,653 2,298 3,831 4515,84	СНУ-93 11-15
12	Монтаж підкранових балок	т	19,6	17,8	43,63	Конструктивний ел-т Електроди Ø4мм: Э46	т т	1 0,016	19,6 0,4136	СНУ-93 9-71
13	Монтаж ферм і профільованого настилу	т	316	19,27	760,88	Ферми металеві ℓ=24м Профнастил Електроди Ø4мм: Э46	т т т	0,82 0,17 0,016	266 50 5,056	СНУ-93 9-100
14	Монтаж прогонів, віконних перепльотів і панелей типу "сендвіч"	100м <sup>2</sup>	51,57	13,34	86,04	Прогони Выконны перепльоти Панелі "сендвіч" Електроди Ø4мм: Э46	т т м <sup>2</sup> т	0,34 0,12 1,21 0,016	17,54 6,19 162,4 0,825	СНУ-93 9-112 9-235

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	Ущільнення грунта щебенем під підлогу	м <sup>3</sup>	79,2	0,44	4,32	Щебінь фракції 20-40мм	м <sup>3</sup>	1,12	88,71	СНУ-93 11-8
16	Влаштування бетонної підготовки	100м <sup>2</sup>	5,28	5,12	3,38	Бетон важкий М-100 фракції 20-40мм Пісок кар'єрний	м <sup>3</sup> м <sup>3</sup>	1,02 0,31	5,386 1,637	СНУ-93 11-11
17	Влаштування пароізоляції	100м <sup>2</sup>	40,32	1,19	6	Азбест - наповнювач Бітуми нафтові БН-75/35 Руберойд покрівельний з милкою засипкою РМ-350 Керосин КТ-1, КТ-2	т т м <sup>2</sup> т т	0,01 0,13 111 0,06 0,0126	0,403 5,242 4475,52 2,419 0,508	СНУ-93 12-272
18	Влаштування утеплювача	100м <sup>2</sup>	40,32	13,15	66,29	Азбест - наповнювач Бітуми нафтові БН-75/35 Керосин КТ-1, КТ-2 Тальк	т т т т	0,03 0,23 0,06 0,026	1,209 9,274 2,419 1,048	СНУ-93 12-267
19	Влаштування цементної стяжки	100м <sup>2</sup>	40,32	3,88	19,56	Розчин кладочний важкий цементний М-100	м <sup>3</sup>	1,58	63,706	СНУ-93 12-281
20	Влаштування рулонної покрівлі	100м <sup>2</sup>	40,32	35,98	181,32	Гравій фракції 5-10мм Азбест - наповнювач Бітуми нафтові БН-75/35 Руберойд покрівельний з милкою засипкою РМ-350 Дошки обрізні ℓ=4-6м Оцинкована сталь, δ=1,5мм Тальк	м <sup>3</sup> т т м <sup>2</sup> м <sup>3</sup> т т	1,04 0,11 0,91 376 0,16 0,03 0,11	41,933 4,435 36,691 15160,32 6,452 1,209 4,476	СНУ-93 12-2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	Встановлення воріт	м <sup>2</sup>	36	1,31	5,89	Болти Ø6мм Тонколистовий прокат з обрізними кромками, шириною 1200-1300мм, δ=3,2-3,9мм Сталь полосова спокійна марки СТЗПС, 50-200мм, δ=4-5мм	т т т	0,00055 0,0016 0,0024	0,0198 0,0576 0,0864	СНУ-93 10-144
22	Скління вікон	100м <sup>2</sup>	80,64	10,29	103,75	Замазка віконна на оліфі Скло листове до 1м <sup>2</sup> , товщиною 4мм, М5	т м <sup>2</sup>	0,064 147	5,161 11854,08	СНУ-93 15-613
23	Влаштування підкранових шляхів	т	8,9	1,47	164	Підкранові рельси Електроди Ø4мм: Э46	т т	1 0,016	8,9 0,142	СНУ-93 9-121
24	Оздоблювальні роботи	100м <sup>2</sup>	83,82	17,9	188,33	Фарба масляна і алкаїдна, МА-25 Фарба масляна кольорова МА-25 Оліфа комбінована К-2 Шпаклівка клестова	т т т т	0,0244 0,00014 0,0015 0,005	2,045 0,012 0,126 0,419	СНУ-93 15-471
25	Влаштування вимощення і пандусів	100м <sup>2</sup>	4,06	16,89	8,57	Щебінь М-400, фракції 40-70мм Асфальтобетонна піщана суміш тип Д, М-3 Грунтовка бітумна	м <sup>3</sup> т т	5,1 6,1 0,05	20,706 24,766 0,203	СНУ-93 11-2 11-82

**5.2. Потреба в основних матеріалах, конструкціях і напівфабрикатах**

№ п/п	Назва матеріалів, конструкцій і напівфабрикатів	Одиниця виміру	Загальна потреба
1	2	3	4
1	Бетон важкий М-200, фракції 20-40мм	м <sup>3</sup>	807,935
2	Бетон важкий М-50, фракції 20-40мм	м <sup>3</sup>	208,3
3	Бетон важкий М-100, фракції 20-40мм	м <sup>3</sup>	5,386
4	Арматура	т	2,79
5	Електроди Ø4мм: Э46	т	1,34
6	Труби сталеві обсадні	т	19,8375
7	Дошки обрізні $l=4-6$ м, шириною 75-100мм, $\delta=14$ мм	м <sup>3</sup>	7,972
8	Щити із дошок товщиною $\delta=25$ мм	м <sup>2</sup>	131,54
9	Розчин кладочний важкий цементний М-50	м <sup>3</sup>	0,1764
10	Азбест хризолітовий марки К-6-30	т	0,565
11	Бітуми нафтові БН-90-10	т	11,653
12	Бітуми нафтові БН-90/30	т	2,298
13	Розчин - бензин	т	3,831
14	Щебінь фракції 20-40мм	м <sup>3</sup>	88,71
15	Пісок кар'єрний	м <sup>3</sup>	1,637
16	Азбест - наповнювач	т	1,612
17	Бітуми нафтові БНМ - 75/35	т	5,945
18	Керосин КТ-1, КТ-2	т	4,419
19	Тальк	т	1,935
20	Розчин кладочний важкий цементний М-100	м <sup>3</sup>	6,373
21	Гравій фракції 5-10мм	м <sup>3</sup>	41,933
22	Руберойд покрівельний РМ-350	м <sup>3</sup>	15160,32
23	Оцинкована сталь, $\delta=1,5$ мм	т	1,209
24	Болти Ø6мм	т	0,0198
25	Сталь полосова спокійна марки СТЗПС, 50-200мм, $\delta=5$ мм	т	0,0864
26	Замазка віконна на оліфі	т	5,161
27	Скло листове до 1м <sup>2</sup> , товщиною 4мм, М5	м <sup>2</sup>	11854
28	Фарба масляна і алкаїдна, МА-25	т	2,045



1	2	3	4
29	Фарба масляна кольорова, МА-25	т	0,012
30	Оліфа комбінована К-2	т	0,126
31	Шпаклівка клейова	т	0,419
32	Асфальтобетонна піщана суміш тип Д, М-3	т	2,4766
33	Грунтовка бітумна	т	0,203
34	Тонколистовий прокат з обрізними кромками, $\delta=4\text{мм}$	т	0,0576
35	Фундаментні з/б балки, $\ell=12\text{м}$	шт	42
36	Металеві колони 70Ш1	т	39
37	Металеві колони 70Ш4	т	28
38	Підкранові балки $\ell=12\text{м}$	т	19,6
39	Металеві колони $\ell=12\text{м}$	т	42
40	Металеві колони $\ell=24\text{м}$	т	224
41	Цокольні з/б панелі	шт	26
42	Прогони	т	17,54
43	Віконні перепльоти	т	6,19
44	Панелі типу "сендвіч"	м <sup>2</sup>	162,4
45	Підкранові шляхи	т	8,9
46	Профільований настил	т	5,1

Таблиця 5.3

### 5.3. Вибір методів виконання робіт

№ п/п	Найменування робіт	Метод виконання робіт	Максимальні параметри			Механізм і його марка		№ попередньої роботи
			Виліт стріли, м	Висота підйому, м	Вага конструкції, т	Потрібний	Прийнятий	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Планування будівельного майданчика	Зріз ґрунта	-	-	-	Бульдозер ДЗ-19	Бульдозер ДЗ-19	-
2	Розробка ґрунта екскаватором у відвал	Екскаватор пряма лопата	-	-	-	Е-302	Е-302	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Влаштування буронабивних паль	Буронабивне устаткування	-	-	-	БКС-3575	БКС-3575	2
4	Монтаж металевих колон	Монтаж	8	16	3	КС-4362	КС-4362	3
5	Влаштування фундаментних балок з/б	Монтаж	12	2	0,5	МКА-16	МКА-16	4
6	Засипка під фундаментні балки	Засипка	-	-	-	ДЗ-19	ДЗ-19	5
7	Монтаж підкранових балок	Монтаж	8	10	0,35	КС-4362	КС-4362	6
8	Монтаж ферм і профільованого настилу	Монтаж	8	16	4	КС-4362	КС-4362	7
9	Монтаж прогонів, віконних перепльотів, панелей типу "сендвіч"	Монтаж	8	16	1	КС-4362	КС-4362	8

Таблиця 5.4

**5.4. Вихідні дані до календарного графіку виконання робіт по об'єкту**

№ п/п	Найменування робіт	Обсяг робіт		Заграти праці, люд.-дн.	Тривалість робіт, дн.	Кількість змін	Склад бригади (ланки)	Чисельність працівників
		Один. Виміру	Кількість					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Планування буд-го майданчика	1000м <sup>2</sup>	30	0,61	1	1	Машиніст бр-1	1
2	Зріз рослинного шару ґрунту	1000м <sup>3</sup>	1,35	0,59	1	1	Машиніст бр-1	1
3	Розробка ґрунта екскаватором у відвал	1000м <sup>3</sup>	1,8	4,35	2	2	Машиніст бр-1	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Влаштування буронабивних паль	м <sup>3</sup>	793,5	289,6	13	3	Машиніст 5р-1 Бетонщик 4р-3	4
5	Розробка ґрунта вручну	100м <sup>3</sup>	0,7	13,48	3	2	Землекоп 3р-1; 2р-1	2
6	Влаштування монолітного з/б ростверка	м <sup>3</sup>	205,2	92,34	5	2	Бетонщик 4р-1; 3р-1; 2р-1; 1р-1	4
7	Зворотня засипка	1000м <sup>3</sup>	3,15	11,025	3	2	Машиніст 6р-1	1
8	Монтаж металевих колон	т	67	83,44	7	2	Машиніст 6р-1 Монтажник 6р-1; 5р-1	3
9	Влаштування фундаментних балок	шт	42	22,09	3	1	Машиніст 6р-1 Монтажник 6р-1; 5р-1	3
10	Засипка під фундаментні балки	м <sup>3</sup>	16,3	3,6	4	1	Машиніст 6р-1	1
11	Влаштування горизонтальної гідроізоляції	100м <sup>2</sup>	40,32	20,3	2	2	Ізолювальник 4р-1; 3р-1; 2р-1	3
12	Монтаж підкранових балок	т	19,6	43,63	7	1	Машиніст 6р-1 Монтажник 6р-4; 5р-1	6
13	Монтаж ферм і профнастилу	т	316	760,88	20	2	Машиніст 6р-1 Монтажник 6р-1; 5р-1; 4р-1	5
14	Монтаж прогонів, віконних перепльотів і панелей типу "сендівч"	100м <sup>2</sup>	51,57	86,04	16	2	Машиніст 6р-1 Монтажник 6р-1; 5р-1; 4р-1	5
15	Ущільнення ґрунта щебенем під підлогу	м <sup>3</sup>	79,2	4,32	1	1	Бетонщик 3р-1; 2р-1	2
16	Влаштування бетонної підлоги	100м <sup>2</sup>	5,28	3,38	2	1	Бетонщик 4р-2; 2р-1	3
17	Влаштування пароізоляції	100м <sup>2</sup>	40,32	6	2	1	Ізолювальник 3р-2; 2р-1	4
18	Влаштування утеплювача	100м <sup>2</sup>	40,32	66,29	5	1	Ізолювальник 4р-2; 3р-2; 2р-2	6
19	Влаштування цементної стяжки	100м <sup>2</sup>	40,32	19,56	3	1	Ізолювальник 4р-2; 3р-2; 2р-2	6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	Влаштування рулонної покрівлі	100м <sup>2</sup>	40,32	181,32	5	2	Покрівельник 3р-1; 3р-2	3
21	Встановлення воріт	м <sup>2</sup>	36	5,89	2	1	Монтажник 4р-1; 3р-1; 2р-1	3
22	Скління вікон	100м <sup>2</sup>	80,64	103,75	10	1	Стекольник 3р-10	10
23	Влаштування підкранових шляхів	т	8,9	164	7	2	Машиніст 6р-1 Монтажник 6р-1; 4р-2; 3р-1	5
24	Санітарно-технічні роботи	%	-	235	9	2	Сантехнік 4р-2; 3р-3	5
25	Електромонтажні роботи	%	-	162	6	2	Електрик 4р-3; 2р-1	5
26	Монтаж мостових кранів і налагодження обладнання	%	-	359	11	2	Монтажники 6р-1; 5р-1; 4р-1; 3р-2	5
27	Оздоблювальні роботи	100м <sup>2</sup>	83,82	198,33	8	2	Маляр 4р-1; 3р-1 Штукатур 4р-2; 3р-1	5
28	Влаштування вимощення і пандусів	100м <sup>2</sup>	4,06	8,57	3	2	Бетонщик 4р-1; 2р-1	2
29	Фарбування фасаду	100м <sup>2</sup>	83,82	95,2	5	2	Маляр 5р-1; 4р-1; 3р-2	4
30	Підготовка до здачі об'єкта	%	-	9	3	2	Спеціалісти -3 Різноробочі -2	5

Таблиця 5.5

### 5.5. Організаційно-технологічна схема прийнятого виконання робіт

Код роботи	Найменування робіт	Тривалість роботи у днях	Код попередньої роботи	Номер розрахункової схеми	Мінімальний розрив у днях
1	2	3	4	5	6
1	Планування будівельного майданчика	1	-	-	-
2	Зріз рослинного шару ґрунту	1	1	1	0
3	Розробка ґрунту екскаватором у відвал	2	2	3	1

1	2	3	4	5	6
4	Влаштування буронабивних паль	13	3	3	1
5	Розробка ґрунта вручну	3	4	3	2
6	Влаштування монолітного з/б ростверка	5	5	3	2
7	Зворотня засипка	3	6	3	2
8	Монтаж металевих колон	7	6	3	4
			7	3	1
9	Влаштування фундаментних балок	3	8	3	2
10	Засипка під фундаментні балки	4	9	3	1
11	Влаштування горизонтальної гідроізоляції	2	10	3	1
12	Монтаж підкранових балок	7	8	3	2
13	Монтаж ферм і профнастилу	20	12	3	2
14	Монтаж прогонів, віконних перепльотів і панелей типу "сандвіч"	16	11	1	0
			13	3	2
15	Ущільнення ґрунта щебенем під підлогу	1	13	1	0
16	Влаштування бетонної підлоги	2	15	1	0
17	Влаштування пароізоляції	2	13	3	4
18	Влаштування утеплювача	5	14	3	2
			17	3	1
19	Влаштування цементної стяжки	3	18	3	1
20	Влаштування рулонної покрівлі	5	19	3	4
21	Встановлення воріт	2	14	1	0
22	Скління вікон	10	21	3	1
23	Влаштування підкранових шляхів	7	12	1	0
			13	3	4
24	Санітарно-технічні роботи	9	16	1	0
			22	1	0
25	Електромонтажні роботи	6	22	1	0
26	Монтаж мостових кранів і налагодження обладнання	11	23	1	0
			25	1	0
27	Оздоблювальні роботи	8	20	1	0
			24	26	1
			25	2а	1
28	Влаштування вимощення і пандусів	3	14	1	0

29	Фарбування фасаду	5	28	1	0
30	Підготовка до здачі об'єкта	3	26	1	0
			27	1	0
			29	1	0

### 5.6. Визначення необхідності в тимчасових будівлях адміністративно-побутового призначення

За основу розрахунку приймають списочну кількість робітників максимальну, яку визначають наступним чином:

Максимальну списочну чисельність робочих – по графіку руху робочих з множенням цієї величини на коефіцієнт (1,05-1,06), враховуючи відпустки, хвороби, виконання інших завдань.

В даному випадку приймаємо по календарному графіку, по найбільш багаточисельній зміні відповідає 30 чоловік. Списочну чисельність інженерно-технічних робітників (ІТР) приймають рівною 8-9% загальної списочної чисельності робочих. Списочну чисельність службовців приймають рівною 5% загальної списочної чисельності робочих. Списочну чисельність молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) приймають рівною 3% загальної списочної чисельності робочих.

Таблиця 5.6

Відомість облікової кількості робітників

№ п/п	Категорії робітників	%	Кількість
1	2	3	4
1	Робочі	83	31
2	Інженерно-технічні робітники	9	3
3	Молодший обслуговуючий персонал	3	1
4	Службовці	5	2
	Всього	100	37

В найбільш багато чисельну зміну приблизно працює 70% робочих і 80% ІТР, службовців і МОП, з яких 70% чоловіків і 30% жінок.

Необхідну площу тимчасових будівель визначаємо за формулою:

$$S_{\text{нотр}} = S_n \cdot N, \text{ де}$$

$S_n$  - нормативний показник площі на 1 чоловіка;

$N$  - загальна кількість робітників в найбільш чисельну зміну.

Розрахунок потрібних споруд приводимо у таблиці.

## Відомість інвентарних споруд санітарно-побутового і адміністративного призначення

№ п/п	Назва інвентарних приміщень	Один. виміру	Нормативний показник площі $S_n$	Кількість робітників, N	Розрах. площа споруди $S_{пор}$	Прийняті характеристики		
						Розмір у плані, м	Площа споруди, $m^2$	Тип будівлі
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Гардеробна	$m^2$	0,5	128	64	32x3x2,5	91,5	Контейнер
	Чоловіча							
	Жіноча							
2	Душова	$m^2$	0,82	22	18	8,5x3,1x2,64	26,2	Контейнер
	Чоловіча							
	Жіноча							
3	Туалет	$m^2$	0,07	22	1,54	1,5x0,5x2	3	Контейнер
	Чоловіча							
	Жіноча							
4	Сушилка	$m^2$	0,2	138	27	2x13,5x2	37	Переміщуючий вагон
5	Кімната прийому їжі	$m^2$	0,8	31	25	2x12,5x2	25	Контейнер
6	Контора	$m^2$	4	17	68	3,5x20x2	70	Переміщуючий вагон
7	Диспетчерська	$m^2$	7	3	21	3x7x2	21	Переміщуючий вагон

Примітка: на території підприємства, де будується цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки існує діючий медичний центр, тому передбачаються на будівельному майданчику аптечки. Також на території заводу діє для бажаючих їдальня, але на будівельному майданчику передбачена кімната для прийому їжі.

Загальна площа інвентарних споруд дорівнює  $263,7m^2$ .

### 5.7. Визначення потреби у тимчасових складах

1. Для матеріалів, конструкцій, виробів та обладнання, по яким у таблиці 29, 30 [24] розрахункові площі дані на 1 млн. грн.; необхідну площу складів визначаємо за формулою:

$$S_{номр} = S_n \cdot C_{рік}, \text{ де}$$

$S_n$  - розрахункова площа складу на 1 млн. грн.;

$C_{рік}$  - максимальний річний об'єм будівельно-монтажних робіт (млн. грн.).

$$C_{рік} = \frac{C \cdot 4,08}{K \cdot T_K}, \text{ де}$$

$C$  - кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт, млн. грн.;

$K$  - поясний коефіцієнт, для Запоріжжя  $K = 1,03$  .

$T_K$  - плануємий згідно календарного плану строк будівництва об'єкту,  
 $T_K = 0,30$  років .

$$C_{рік} = (1,174 : (1,03 \cdot 0,30)) : 4,08 = 0,93 \text{ млн.грн.}$$

Таблиця 5.8

Тимчасові склади

№ п/п	Види складів та найменування матеріальних ресурсів	$C_{рік}$ , млн.грн.	$S_n$ , м <sup>2</sup> млн.грн.	$S_{потр.}$ м <sup>2</sup>	Сумарна площа складів	Розміри складів, м
1	2	3	4	5	6	7
Закриті неопалювальні склади						
1	Хімікати, фарби, оліфи, спецодяг	0,93	24	24,1	24,1	6x4x3
2	Цемент в мішках	0,93	1	0,93	53	6x12x3
3	Гіпс	0,93	7,6	7,8		
4	Вапно	0,93	4,9	5,6		
5	Звуко та теплоізоляційні матеріали, електроустановочні проводи, покрівельна сталь, цвяхи	0,93	30	28		
Навіси						
6	Сталь арматурна	0,93	2,5	2,6	80	6x13x3
7	Руберойд, гідроізоляційний матеріал	0,93	50	49		
8	Столярні вироби	0,93	15	13		
9	Бітумна мастика	0,93	15	13		

Примітка: так як будівництво проводиться у весняно-літній період, то опалювальні склади проектувати недоцільно.



## 5.8. Забезпечення будівельного майданчику водою

Потреба у воді визначається без урахування витрати води по групах споживачів, виходячи з установлених нормативів питомих витрат.

Сумарна загальна витрата води (л/с) на будівельному майданчику

$$Q_{\text{сум}} = Q_{\text{вир}} + Q_{\text{госп}} + Q_{\text{д}} + Q_{\text{пож}}$$

де  $Q_{\text{вир}}$  - розрахункові витрати води на виробничі потреби, л/с;

$Q_{\text{госп}}$  - розрахункові витрати води на господарсько-питтєві потреби, л/с;

$Q_{\text{д}}$  - розрахункові витрати води на санітарно-гігієнічні потреби, л/с;

$Q_{\text{пож}}$  - розрахункові витрати води на протипожежні потреби, л/с.

Розрахункові витрати води на виробничі потреби

$$Q_{\text{вир}} = \sum \frac{g_n A k_4}{3600 t_1} \cdot k_n$$

$g_n$  - питома витрата води на виробничі потреби (0,5 – 1л);

$A$  - загальний обсяг робіт у добу або максимальну зміну ( $19833/8 \cdot 2 = 1239,56$ );

$k_4$  - коефіцієнт годинникової нерівномірності водопотреби,  $k_4 = 1,5$ ;

$t_1$  - кількість годин роботи, до якого віднесена витрата (8 год);

$k_n$  - коефіцієнт, не облічений при витраті води,  $k_n = 1,2$ .

$$Q_{\text{вир}1} = \frac{0,5 \cdot 12,39 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8,2} \cdot 1,2 = 0,039 \text{ л / сек } ,$$

$$Q_{\text{вир}2} = \frac{300 \cdot 12,825 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8,2} \cdot 1,2 = 0,24 \text{ л / сек } .$$

$$\sum Q_{\text{вир}} = 0,039 + 0,24 = 0,28 \text{ л / сек } .$$

Розрахункові витрати води на господарсько-питтєві потреби

$$Q_{\text{госп}} = \frac{g_x N_1 k_4}{3600 \cdot t_2}$$

де  $g_x$  - норма споживання води на одну людину за зміну. Приймаємо 20-25 л;

$N_1$  - найбільша кількість робітників у зміну (чол.) за графіком руху робочих календарного графіка на об'єкті,  $N_1 = 30$  чол.

$k_4$  - коефіцієнт годинникової нерівномірності споживання води, рівний  $1,5 \div 2,5$ ;

$t_2$  - кількість годин в зміну (8 годин).

$$Q_{\text{госп}} = \frac{20 \cdot 30 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} = 0,031 \text{ л / сек}$$

Витрати на санітарно-гігієнічні потреби  $Q_{\text{д}}$ , л/сек:

$$Q_{\text{д}} = \frac{g_{\text{д}} \cdot N_2}{60 \cdot t_3}, \text{ де}$$

$g_0$  - норма витрати води на приймання душа 1 робітника, приймаємо рівною 30л;

$N_2$  - кількість працівників, що приймають душ (40% від  $N_1=12$ чол.);

$t_3$  - тривалість роботи душової (45хв.).

$$Q_d = \frac{30 \cdot 12}{60 \cdot 45} = 0,13 \text{ л / сек}$$

Витрати на протипожежні заходи  $Q_n, \text{ л / сек}$  .

Мінімальні витрати води на протипожежні заходи визначається із розрахунку одночасної дії двох струменів з гідрантів по 5л/сек на кожний струмінь, тобто

$$Q_n = 5 \cdot 2 = 10 \text{ л / сек}$$

Такі витрати можуть бути прийняті для невеликих об'єктів, площа забудови яких до 10га, на площах до 5га приймається 20л/сек.

Отже,  $Q_{номп} = 0,28 + 0,031 + 0,13 + 10 = 10,441 \text{ л / сек}$

Визначаємо діаметр труб тимчасового водопроводу  $D$ :

$$D = \sqrt{\frac{4Q_{номп}}{\pi \cdot v}}, \text{ де}$$

$Q_{номп}$  - потрібні сумарні витрати води, м<sup>3</sup>/сек;

$v$  - швидкість руху води в трубах (0,7-1,2 м/с) – для труб малого діаметра.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,441}{3,14 \cdot 0,7}} = 4,36 \text{ мм}$$

Приймаємо чавунні труби ЧВР діаметром 100мм.

Примітка: діаметр зовнішнього протипожежного водопроводу приймають не менше 100мм.

## 5.9. Забезпечення будівельного майданчика електроенергією

1. Визначаємо потужність трансформатора, вибираємо джерело електрозабезпечення і розробляємо схему тимчасових електромереж.

2. У відповідності з календарним графіком визначаємо види і кількість споживачів електроенергії, види і обсяги БМР, кількість і потужність машин і механізмів.

3. Розраховуємо потрібну потужність трансформатора за формулою:

$$P = d \cdot \left[ \sum \frac{P_c \cdot K_1}{\cos \varphi} + \sum \frac{P_T \cdot K_2}{\cos \varphi} + \sum P_{OB} \cdot K_3 + \sum P_{O3} \cdot K_4 \right], \text{ де}$$

$d$  - коефіцієнт, який враховує втрати потужності в мережі, приймаємо рівним 1,05;

$P_c$  - силова потужність машин чи механізму (кВт), приймаємо по довіднику;

$P_T$  - необхідна потужність на технологічні потреби (кВт);

$P_{OB}$  - необхідна потужність (кВт), яка необхідна для внутрішнього освітлення, визначається по питомій потужності на 1м<sup>2</sup> площі освітлюємих приміщень;

$P_{O3}$  - необхідна потужність (кВт), яка необхідна для зовнішнього освітлення, визначається по питомій потужності на  $1\text{ м}^2$  освітлюємої площі ділянки і на  $1\text{ мм}$  доріг;

$K_1, K_2, K_3, K_4$  - коефіцієнти попиту, які залежать від кількості споживачів і ступеню їх завантаження.

Електроенергія в даному випадку для живлення електродвигунів будівельних машин, механізмів, а також електропристроїв та електроінструментів, електрозварювальних робіт, для освітлення робочих місць, адміністративних, санітарно-побутових приміщень, а також задоволення технологічних потреб будівництва, верстатів та обладнання підсобного виробництва.

3. Визначаємо перелік споживачів і їх потужності в наступній таблиці:

Таблиця 5.9

Потужність електроспоживачів

№ п/п	Споживачі енергії	Обсяг або кількість одиниць	Питома потужність на одиницю, Вт	Загальна потужність споживачів, кВт
1	2	3	4	5
Силові установки				
1	Зварювальні апарати, шт	3	15000	45
Зовнішнє освітлення				
2	Монтажні роботи, $\text{м}^2$	4032	3	12,096
3	Проходи та проїзди, км	0,95	5000	4,75
4	Охоронне освітлення, км	0,42	15000	6,3
	Усього			23,146
Внутрішнє освітлення				
5	Адміністративні та побутові приміщення, $\text{м}^2$	140	15	2,1
6	Закриті склади, $\text{м}^2$	120	3	0,36
	Усього			2,46

Таким чином потрібна потужність трансформатора дорівнює:

$$P = 1,05 \cdot [30 \cdot 0,35 / 0,4 + 23,5 \cdot 1 + 2,46 \cdot 1] = 72,8 \text{кВа}$$

Джерело електропостачання: підключаємо тимчасові електромережі до діючої трансформаторної підстанції, розташованої на території підприємства.

## 5.10. Техніко-економічні показники

### 1. Кошторисна вартість будівництва:

$$KB_{\text{буд}} = 19409,090 \text{ тис. грн.}$$

### 2. Кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт:

$$KB_{\text{бмр}} = 15219,884 \text{ тис. грн.}$$

1. Затрати праці на будівництво по календарному плану:

$$Z_m^{\text{обц}} = 3360,7 \text{ люд.} - \text{дн.}$$

2. Тривалість будівництва:

$$T = 82 \text{ днів.}$$

3. Середня чисельність робочих:

$$P_{\text{ср}} = \frac{Z_m^{\text{обц}}}{T} = \frac{3360,7}{82} = 20,25 \approx 21 \text{ люд.}$$

4. Максимальна чисельність робочих по календарному плану:

$$P_{\text{max}} = 30 \text{ чол.}$$

5. Коефіцієнт нерівномірності руху робочих:

$$\alpha = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{ср}}} = \frac{30}{21} = 1,48$$

6. Енергоозброєність праці працюючих на одну людину, кВт:

$$E_n = \frac{\bar{N}}{P_{\text{ср}}} = \frac{194}{21} = 8,4 \text{ кВт / чол.}$$

$\bar{N}$  – середньозважена потужність двигунів машин і механізмів.

$$\bar{N} = \frac{N_1 \times T_1 + N_2 \times T_2 + \dots + N_n \times T_n}{T_{\text{nn}}} = \frac{55 \times 30 + 5 \times 52 + 2,2 \times 2 + 2,22}{312} = 194 \text{ кВт}$$

## **6. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА**

## **7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **7.1. Техніка безпеки праці при виконанні основних будівельно-монтажних робіт**

Вимоги техніки безпеки ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві. Основні положення на основні види робіт

#### **7.1.1. Земляні роботи**

1.1) До початку виконання земляних робіт в місцях знаходження діючих підземних комунікацій повинна бути розроблена і узгоджена з організаціями, що експлуатують ці комунікації, міроприємства по безпечним умовам праці, а розташування підземних комунікацій на місцевості позначено відповідними знаками.

1.2) Виконання земляних робіт в зоні діючих підземних комунікацій необхідно проводити під керівництвом прораба або майстра, а в захисній зоні кабелів, що знаходяться під напругою, або діючого газопроводу, крім того, під наглядом робітників електро- або газового господарства.

1.3) Котловани і траншеї, що розробляються на вулицях, дорогах населених пунктів, а також місцях, де проводиться рух людей або транспорту, повинні бути огорожені захисними огороженнями з врахуванням потреб ГОСТ 23407-78. На огорожах необхідно встановлювати надписи і знаки, а в нічний час – сигнальне освітлення.

#### **7.1.2. Монтажні роботи**

1.4) На ділянці (захватці), де ведуться монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт і знаходження сторонніх осіб.

1.5) Способи строповки елементів конструкцій і обладнання в положення, близькому до проектного.

1.6) Очищення підлягаючих монтажу елементів конструкцій від бруду слід проводити до їх підйому.

1.7) Елементи монтуємих конструкцій або обладнання в час переміщення повинні утримуватися від розкачування і кручення гнучкими відтяжками.

1.8) Не допускається знаходження людей на елементах конструкцій обладнання в час їх підйому або переміщення.

#### **7.1.3. Ізоляційні роботи**

1.9) При виконанні ізоляційних робіт (гідроізоляційних, теплоізоляційних, антикорозійних) з використанням вогнебезпечних матеріалів, а також виділяючи небезпечних речовин необхідно забезпечити захист працюючих від дії небезпечних речовин, а також від термічних і хімічних опіків.

1.10) При виконанні антикорозійних робіт крім діючого ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві. Основні положення, необхідно виконувати вимоги ГОСТ 12.3.016-79.

1.11) Не допускається використовувати в роботі бітумні мастики з температурою вище 180°C.

1.12) Для підігріву бітумних складів всередині приміщень не допускається застосовувати пристрої з відкритим вогнем.

#### **7.1.4. Покрівельні роботи**

1.13) Допуск робітників до виконання покрівельних робіт проводиться після огляду прорабом або майстром справності несучих конструкцій покрівлі і огороження.

1.14) При виконанні робіт на покрівлі з ухилом більше 20° працівники повинні застосовувати захисні пояси. Місця закріплення захисних поясів повинні бути вказані майстром або прорабом.

#### **7.1.5. Опоряджувальні роботи**

1.15) При виконанні штукатурних робіт з використанням розчинонасосних установок необхідно забезпечити двохсторонній зв'язок оператора з машиністом установки.

1.16) Місця, над якими проводяться скляні роботи, необхідно обгороджувати.

1.17) До початку скляних робіт необхідно знизу перевірити міцність і справність віконних перепльотів.

1.18) Підйом і переноску скла до місця його установлення необхідно виконувати з використанням необхідних небезпечних приладів або в спеціальній тарі.

#### **7.1.6. Бурові роботи**

1.19) Монтаж, демонтаж і переміщення бурових вишок і копрів необхідно виконувати у відповідності з технічними картами під керівництвом осіб, які відповідають за безпечне виконання даних робіт.

1.20) Палі допускається підтягувати по прямій лінії в межах видимості машиніста копра тільки через обвідний блок, закріплений у основу копра.

1.21) Підйом палебійного молотка і палі (шпунта) необхідно проводити поряд. Одночасний підйом палебійного молота і палі не допускається.

1.22) При зрізі забитих в ґрунт паль необхідно передбачити заходи, що запобігають раптове падіння зрізаючої частини.

1.23) Не допускається працювати буровим інструментом з не завернутими до кінця і незакріпленими різьбовими з'єднаннями.

1.24) Для забезпечення безпечної експлуатації бурової установки на копрі (вищці) повинен бути встановлений обмежувач висоти підйому бурового інструменту або вантажозахватного приладу.

#### **7.1.7. Електрозварочні і газополум'яні роботи**

1.25) Місця виконання електрозварювальних і газополум'яних робіт на даному, а також нижче розташованих ярусах (при відсутності незгораємого захисного настилу, захищеного незгораємим матеріалом) повинні бути звільнені від горючих матеріалів в радіусі не менше 5м, а від вибухонебезпечних матеріалів і устаткувань (в тому числі газових балонів і газогенераторів) – 10м.

1.26) При різці елементів конструкцій повинні бути прийняті заходи проти випадкового обрушення відрізних елементів.

1.27) Одночасне виконання електрозварювальних і газополум'яних робіт всередині замкнутих ємкостей не допускається.

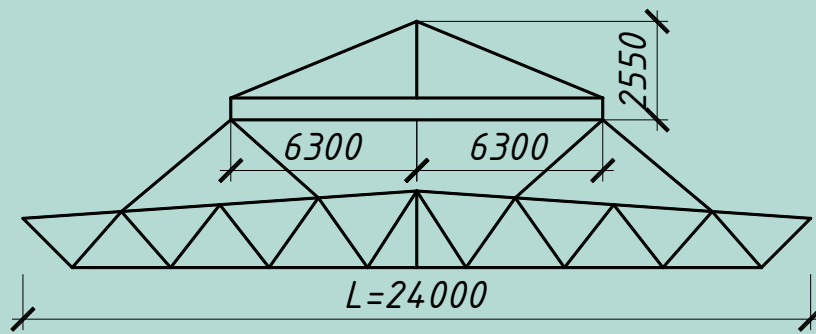
1.28) Робочі місця зварників в приміщенні при зварці відкритою дугою повинні бути виділені від інших місць і проходів негорючими екранами (ширмами, щитами) висотою не менше 1,8м.



## 7.2. Інженерні рішення з охорони праці

### 7.2.1. Розрахунок траверси

Розрахувати і розробити конструктивну схему траверси для монтажу металевих ферм  $L = 24\text{ м}$ .



Розрахункова схема

Вихідні дані:

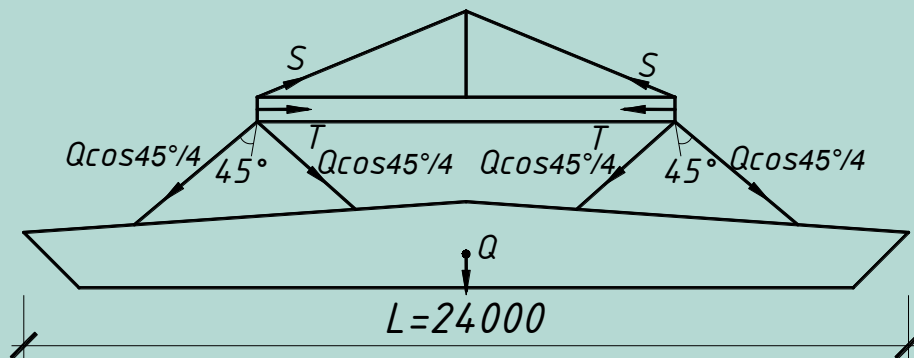
$$L_{\phi} = 24\text{ м}$$

$$H_{\phi} = 2\text{ м}$$

$$Q_{\phi} = 4\text{ т}$$

$$L_{TP} = 12,6\text{ м}$$

$$H_{TP} = 2,55\text{ м}$$



- 1) Знаходимо стискуюче зусилля  $S$ :

$$S = \frac{Q \cdot k_n \cdot k_g \cdot \text{tg} \alpha}{2} = \frac{40 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1}{2} = 26,4 \text{ кН}, \text{ де}$$

$Q$  - вага вантажу, Н;

$k_n$  - коефіцієнт перенавантаження,  $k_n = 1,1$ ;

$k_g$  - коефіцієнт динамічності,  $k_g = 1,2$ ;

- 2) Потрібна площа перерізу траверси:

$$F = \frac{S}{\varphi_0 \cdot n \cdot R_c} = \frac{26,4 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 0,85 \cdot 210 \cdot 10^6} = 7,2 \text{ см}^2, \text{ де}$$

$\varphi_0 = 0,8$  - початковий коефіцієнт поздовжнього згину;

$n = 0,85$  - коефіцієнт умов роботи траверси;

$R_c$  - розрахунковий опір  $G$  на тиск  $210\text{ МПа}$ .

- 3) Розрахункова довжина траверси:

$$L_p = L \cdot \mu = 24 \cdot 1 = 24\text{ м}, \text{ де}$$

$\mu = 1$  - коефіцієнт приведення довжини, враховуючи, що кінці траверси закріплені шарнірно.

- 4) Мінімальний радіус інерції перерізу відносно осі X:

$$\tau_x = \frac{L_p}{[\lambda]} = \frac{24}{150} = 1,6 \text{ см}, \text{ де}$$

$[\lambda]$  - допустиме значення гнучкості траверси.

5) Визначаємо необхідний номер швелера:

$$\tau_x = 1,6 \text{ см}, \text{ та } F_c = \frac{F}{2} = \frac{7,2}{2} \geq 3,6 \text{ см}^2$$

6) Визначаємо необхідний номер швелера і приймаємо (по табл.) 2 швелера №5,  $F_c = 6,16 \text{ см}^2$ ;  $I_x = 22,8 \text{ см}^4$ ;  $\tau_x = 1,92 \text{ см}$ .

7) Фактична гнучкість по осі X:

$$\lambda_x = \frac{L_p}{\tau_x} = \frac{24}{0,192} = 125 < 150$$

8) Знаходимо фактичний коефіцієнт поздовжнього вигину  $\varphi = 0,4345$ .

9) Перевіряємо переріз на міцність:

$$\sigma = \frac{S}{\varphi_0 \cdot n \cdot 2F_c} = \frac{264000}{0,4345 \cdot 0,85 \cdot 2 \cdot 6,16 \cdot 10^4} = 168,9 \cdot 10^6 < 210 \cdot 10^6$$

Отже приймаємо 2 швелера №5,  $F_c = 6,16 \text{ см}^2$ .

10) Мінімальна відстань між зовнішніми поверхнями стінок швелера з умов рівності:

$$b_{\min} = \frac{1,2L_p \cdot \alpha_x \cdot h}{L_p \cdot \alpha_y} = \frac{1,2 \cdot 24 \cdot 0,38 \cdot 0,5}{24 \cdot 0,44} = 5,2 \text{ см}, \text{ де}$$

$\alpha_x = 0,38$ ;  $\alpha_y = 0,44$  - коефіцієнти, що залежать від типу перерізу.

11) Мінімальна відстань між пластинами, що з'єднують швелер:

$$d_{\min} = 40r_y = 40 \cdot 0,954 = 38,16 \text{ см}$$

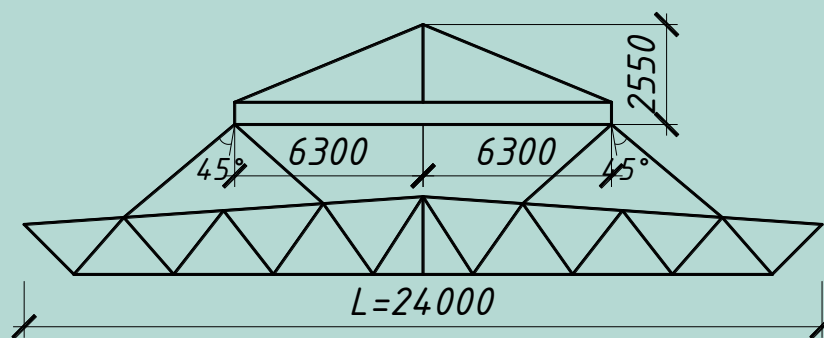
12) Товщина пластини:

$$t_{nl} = \frac{b_{\min} - h}{2} = \frac{5,2 - 5}{2} = 0,1 \text{ см}$$

Відповідь: 2 швелера №5,  $b_{\min} = 5,2 \text{ см}$ ,  $d_{\min} = 38,16 \text{ см}$ ,  $t_{nl} = 0,1 \text{ см}$ .

### 7.2.2. Перевірка ферми на монтажну стійкість

Перевірити металеву ферму  $L = 24 \text{ м}$  на монтажну стійкість. Площа поперечного перерізу поясів ферми (верхнього і нижнього) не змінюються.



Вихідні дані:

$$L_\phi = 24 \text{ м}; I_{n.\max}^y = 1734 \text{ см}^4; I_{e.\max}^y = 1922 \text{ см}^4;$$

$$Q_\phi = 4000 \text{ кг}; Q_p = 1000 \text{ кг}; Q_s = 2000 \text{ кг}; Q_n = 1000 \text{ кг}.$$

Так як ферма має слабо нахилений верхній пояс, то використовуємо метод перевірки по критичній масі.

1) Приведені моменти інерції поясів ферми:

- нижнього поясу  $I_{н.нр}^y = I_{н.маx}^y \cdot a_n = 1734 \cdot 0,983 = 906,326 \text{ см}^4$  ;
- верхнього поясу  $I_{в.нр}^y = I_{в.маx}^y \cdot a_v = 1922 \cdot 0,971 = 1683,72 \text{ см}^4$  ;

2) Коефіцієнт центру ваги:

$$\beta = \frac{(2Q_n + Q_p)}{Q} = \frac{(2 \cdot 1000 + 1000)}{4000} = 0,75$$

3) Коефіцієнт, що враховує відстань між точками строповки:

$$\gamma = \frac{6}{\left[ 20(1-0,53) - 5(1-0,53)^4 - 9 \right]} = 1,95$$

$$\alpha = \frac{12,6}{24} = 0,53$$

4) Критична вага ферми:

$$Q_{кр} = \frac{\left[ 160\gamma \cdot \beta \cdot E \cdot h(I_n^y + I_v^y) \right]}{L^3} = \frac{\left[ 160 \cdot 1,95 \cdot 0,75 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 200(906,326 + 1683,72) \right]}{2400^3} = 11228,21 \text{ кз}$$

5) Коефіцієнт запасу:

$$k_3 = \frac{Q_{кр}}{Q} = \frac{11228,21}{4000} = 2,8 > k_3^н = 1,7.$$

Висновок: стійкість ферми при підйомі забезпечена.

### 7.3. Організаційні і технічні заходи із знезараження території заводу на випадок радіаційного забруднення

Для забезпечення, наприклад,  $K_0^0 = 16$ , величина  $a$  повинна бути рівною 10м, а відношення  $b/a = 2$ , тобто  $b = 20\text{м}$ . Ці дані дають можливість визначити площу ділянки, яка підлягає дезактивації; видалення радіаційних речовин з цієї площі забезпечує потрібний коефіцієнт дезактивації, що гарантує зниження безпеки опромінення людей.

Вважається також, що для збільшення коефіцієнта дезактивації потрібно застосовувати більш сучасну техніку. Цю обставину необхідно враховувати при проведенні дезактивації територій і споруд, які знаходяться на шляху радіаційної хмари далеко від району ядерного вибуху.

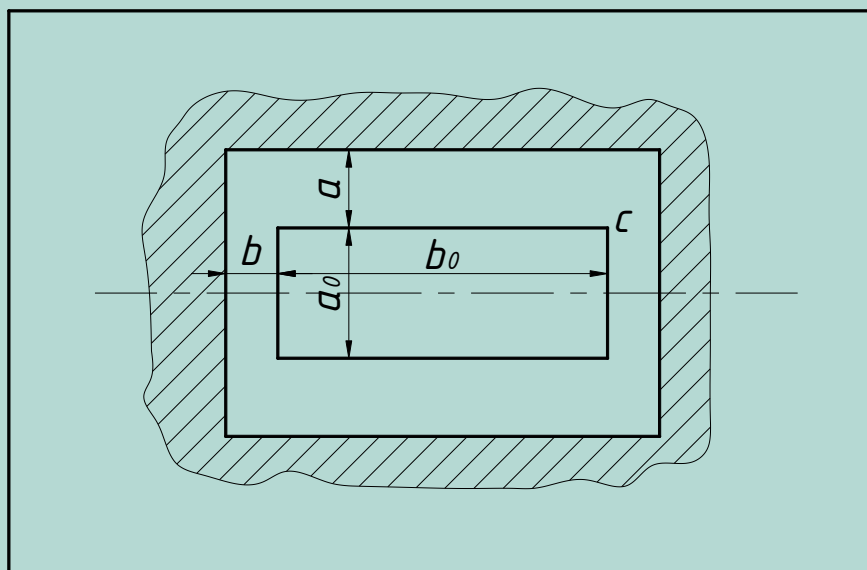


Рис. 7.1. Площа, яка підлягає дезактивації (розміри  $a$  і  $b$ ) для забезпечення безпечного перебування людей на ділянці території, яка характеризується розмірами  $a_0$  і  $b_0$ .

При дезактивації території застосовують наступні способи:

- змив радіаційних речовин з доріг та ділянок, які мають тверде покриття, струменем води під тиском за допомогою поливомийних, пожежних, спеціальних машин, мотокомп та інших агрегатів, що забезпечують подачу води;
- видалення радіаційних речовин підмітаючи за допомогою прибиральних і вакуумних машин, а з невеликих ділянок місцевості з твердим покриттям – мітлами та віниками.
- зріз забрудненого шару ґрунту або снігу за допомогою бульдозерів, скреперів, грейдерів, шляхопрокладачів, видалення шару снігу за допомогою снігоприбирачів.
- переконування забрудненої поверхні за допомогою тракторних плугів або лопат.
- засипка забрудненої поверхні шаром (6-8см) незабрудненою землею, гравієм або щебенем.

До територій з твердим покриттям відносять дороги, вулиці, ділянки, аеродроми покриті асфальтом або залізобетонними плитами.

Вид покриття поверхні, яка підлягає дезактивації, в значній мірі визначає

Великі заасфальтовані площадки нерідко мають виїмки, а водостоки із них відсутні. Це може призвести до зворотнього притоку забрудненої води, після того, коли бригада, яка проводила дезактивацію, вийшла вперед. Тому на таких ділянках краще застосовувати дезактивацію замітаючи.

Поверхні, які мають багато тріщин та щілин найкраще проводити дезактивацію змиваючи струменем води із пожежних шлангів, так як після проходження поливомийних машин в тріщинах покриття накопичується значна кількість радіаційних речовин. В таких випадках найкраще використовувати поливомийні машини, оснащені протипожежним обладнанням.

Ланка, яка виділяється для проведення дезактивації вказаним способом,

Після дезактивації вулиці найбільшого скупчення вуличного бруду який містить радіаційні речовини, виводяться на візку в спеціально відведене місце.

## 8. ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 8.1. Фізико-географічна і кліматична характеристика району й майданчика будівництва об'єктів проектованої діяльності

Запоріжжя – місто. Корисні копалини: залізна руда, граніт, глина, пісок. Також є цегельна сировина.

Кристалічні породи – граніти, діорити, діабазы, лиматити та інші породи, що використовують, як бут і щебінь для бетону та будівництва доріг. Також поширені алювіальні піски.

Найвищі відмітки – південніше міста – 204м.

Ґрунти переважно чорноземи. Лежить у лісостеповій зоні.

Температура зовнішнього повітря:

- середньорічна +8,7°C;
- абсолютно мінімальна -27°C;
- абсолютно максимальна +30°C;
- середньо максимальна найбільш теплого місяця +26°C;
- найбільш холодної доби забезпеченістю:
  - 0,98: -27°C;
  - 0,92: -24°C.

Сніговий район будівництва – III.

Нормативне значення ваги снігового покриву – 1,109кПа.

Вітровий район – III.

Нормативне значення вітрового тиску – 0,469кПа.

Пануючі вітри:

- взимку – північно-східний;
- влітку – північний.

Рельєф майданчика спокійний з природнім ухилом  $i=0,01$ .

Відмітки в межах ділянки не змінюються.

У відповідності до інженерно-геологічних умов ділянка складається з таких ґрунтів:

- перший шар – рослинний;
- другий шар – суглинок;
- третій шар – суглинок;
- четвертий шар – суглинок.

Ґрунтові води на глибині 7,7м від поверхні землі.

### 8.2. Характеристика навколишнього середовища і оцінювання дії на нього

На території будівництва організовані ділянки для різних видів конструкцій. Площадки складування організовані окремі для різних видів конструкцій. Під час будівництва на території буде утворюватися сміття, відходи, тому передбачені спеціальні майданчики зі сортування відходів. Металеві відходи

використовуються як другорядна сировина, інші відходи використовуються для засипання канав, як в дорожньому будівництві.

Токсичність оксиду вуглецю CO і оксиду NO<sub>x</sub>, а дизельних двигунів - NO<sub>x</sub> і сажею.

Таблиця 8.1

Компоненти відпрацьованих газів	% склад відпрацьованих газів по об'єму для двигунів	
	карбюраторних	дизельних
1	2	3
Азот	74-77	76-78
Кисень	0,3-8,0	2-18
Пари води	3-5,5	0,5-4,0
Оксид вуглецю	1-10,0	0,01-0,5
Оксиди азоту	0,1-0,8	0,001-0,4
Альдегіди	0-0,2	0,001-0,009
Сірчаний газ	0-0,002	0-0,03
Сажа в мм/м <sup>3</sup>	0-4,0	10-1500
Бензоперен в мкг/м <sup>3</sup>	10-20	до 10
Двоокис вуглецю	1-10	0,01-0,5

Під час будівництва для виконання робіт застосовуються такі види техніки: екскаватор, бульдозер, трактор, кран самохідний, самоскид та інші.

Під час їх руху відпрацьовані гази забруднюють атмосферу, тому необхідно розрахувати розмір платежів за викиди.

Величина платежу за викиди визначається:

$$P = \sum_{i=1}^n (H_i \cdot M_i) \cdot K_i, \text{ де}$$

$H_i$  - норма виплати за викид забруднюючих речовин, що утворюються в результаті згорання 1 тони і-го палива, грн/т;

Приймаємо:

$H_i = 6,82 \text{ грн} / \text{т}$  - для дизеля;

$H_i = 8,40 \text{ грн} / \text{т}$  - для бензину;

$M_i$  - річний об'єм використання і-го викиду, т;

$K_i$  - коефіцієнт, що враховує територіальні і екологічні особливості,

$K_i = 1,5$ .

Витрати пального для машин (V):

- бульдозер 10÷12 л/год;

- екскаватор 120÷140 л/год;

- кран 20÷40 л/год;

- трактор 10÷40 л/год.

Тривалість роботи (t):

- бульдозер – 72год;

- екскаватор – 320год;
- кран – 2384год;
- трактор – 8год.

Тоді:

$$M_{\text{бульдозера}} = t \cdot V = 72 \cdot 12 = 864 \text{ л} = 0,864 \text{ т} ;$$

$$M_{\text{екскаватора}} = t \cdot V = 140 \cdot 320 = 44800 \text{ л} = 44,8 \text{ т}$$

$$M_{\text{крану}} = t \cdot V = 40 \cdot 2384 = 95360 \text{ л} = 95,36 \text{ т}$$

$$M_{\text{трактора}} = t \cdot V = 8 \cdot 40 = 320 \text{ л} = 0,32 \text{ т}$$

Отримаємо:

$$П = (0,864 \cdot 6,82 + 0,32 \cdot 6,82 + 44,8 \cdot 6,82 + 8,4 \cdot 95,36) \cdot 1,5 = 1671,95 \text{ грн.}$$

### 8.3. Заходи для забезпечення нормативного стану навколишнього середовища та екологічної безпеки

Для збирання стічних вод на території будівництва влаштовані спеціальні канали. Перед початком будівництва була проведена організація самої території будівництва – запроектований необхідний ухил для кращого стоку води, вирівнювання поверхні землі під цех. Стік побутових господарчих вод з'єднаний з центральною каналізацією. Стічні води повинні бути очищені від різних плаваючих предметів, домішок. Для зменшення виносу забруднюючих речовин стічними водами з території будівництва проводяться такі заходи:

- організація прибирання території з максимальною механізацією прибиральник робіт.
- упорядкування складування, транспортування будівельних матеріалів;
- упорядкування відводу поверхневих вод.

У відповідності до вимог ГОСТ 12.10.03-89, рівень звуку на робочому місці водіїв і обслуговуючого персоналу для тракторів, екскаваторів не повинен бути більше 85 Дб.

Для звукоізоляції двигунів машин можливо застосовувати захисні кожухи і капот із багатошаровим покриттям з гуми. Не дозволяється використовувати будівельні машин із невідрегульованим двигуном.

Розвитку маловідходних виробництв в більшій мірі сприяє будівництво промвузлів, тобто декількох підприємств різного профілю розташованих на одній промисловій ділянці. Це економить витрати на будівництво під'їзних шляхів, джерел водо-, тепло-, енергопостачання.

Безвідходні процеси сприяють збереженню навколишнього середовища.

Економічні витрати природних ресурсів сприяють охороні навколишнього середовища. Зниження забруднення навколишнього середовища дозволяє збільшити строк служби деталей машин.

Для зменшення тиску на навколишнє середовище необхідно проводити заходи:

- екологічне виховання людини;
- система законів, що регламентує дії власників по екологічному тиску;
- державна система контролю за впливом на середовище;
- економічна підтримка екологічно чистих конструкторських і технологічних рішень і тиск на підприємства, що забруднюють навколишнє середовище.

Найбільш ефективний спосіб охорони навколишнього середовища – впровадження оборотних систем технологічного водопостачання й організація безвідходного виробництва.



## Висновок

Запроектований цех по ремонту і технічному обслуговуванню спеціальної техніки в м. Запоріжжя. Розраховані всі несучі конструкції будівлі, які відносяться до легких металевих конструкцій комплектної поставки (ЛМК).

До них відносяться:

- панелі типу «сендвіч» - що складаються з обшивок із металевого профільованого листа в супроводженні з ефективним теплоізоляційними матеріалами, теплопровідність яких не перевищує  $0,075 \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , щільність -  $300 \text{кг}/\text{м}^3$ .

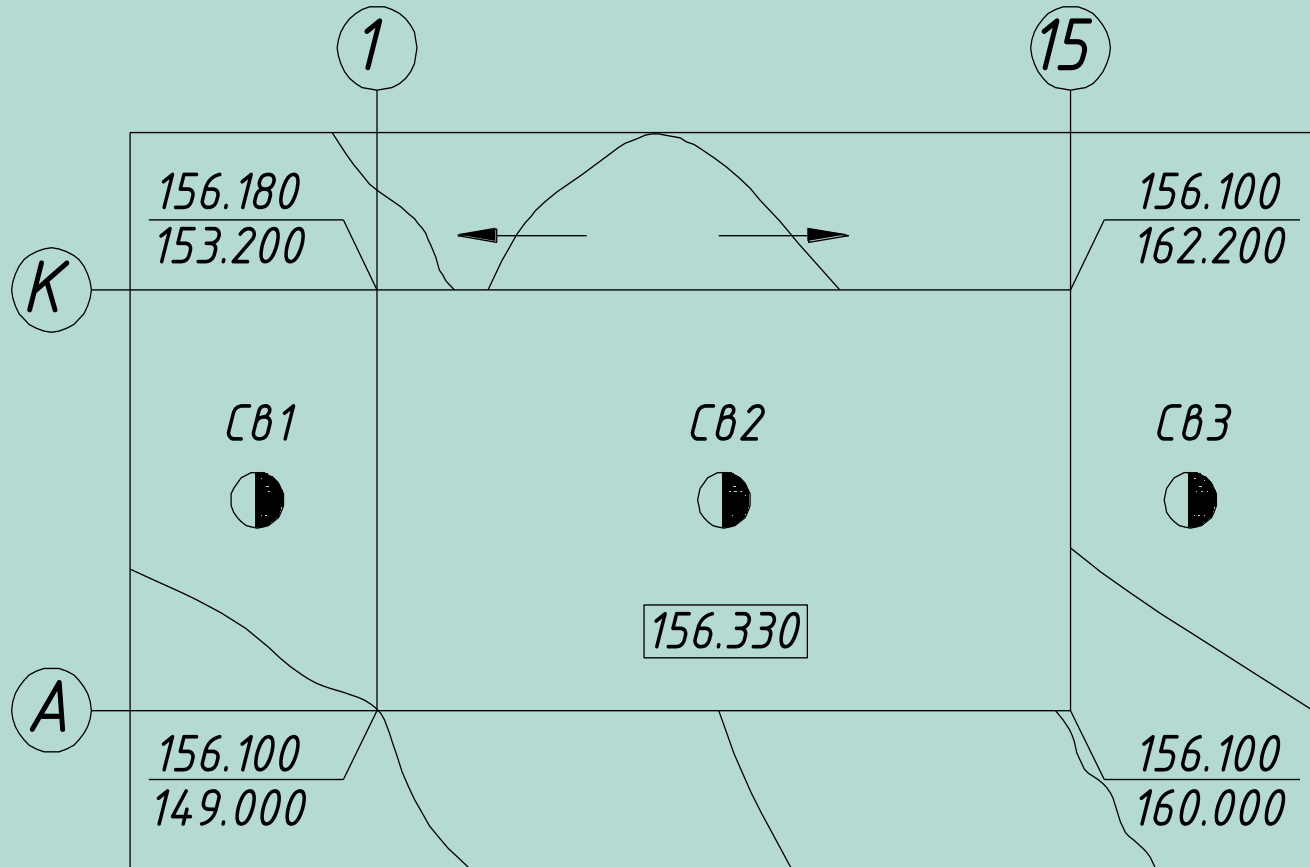
- ферми типу «молодечно» запроектовані з електрозварних труб з постійним перерізом поясів, що дозволяє уникнути стиків трубчастих елементів. Вузли виконані без фасонки на зварюванні, з проплавленням стінки примикаючої труби на всю її товщину. Монтажні стики – флангові на високоміцних болтах. Також розраховані й інші розділи кваліфікаційної роботи:

- архітектурно-будівельний;
- основи і фундаменти;
- організація і технологія будівництва;
- економічний розділ;
- заходи щодо техніки безпеки та охорони праці;
- заходи щодо охорони навколишнього середовища;
- заходи для цивільної оборони.

Необхідно зауважити, що в даний час широкого розповсюдження набуло будівництво з металевих конструкцій, а саме з легких металевих конструкцій, що в свою чергу веде до зменшення строку будівництва, а також до екології трудозатрат.

## **ДОДАТКИ**

Схема розміщення розвідувальних виробок



Суцільні горизонталі проведені через 0,5 м.

**Інженерно-геологічні умови майданчику будівництва  
і розрахункові значення фізико-механічних характеристик ґрунтів**

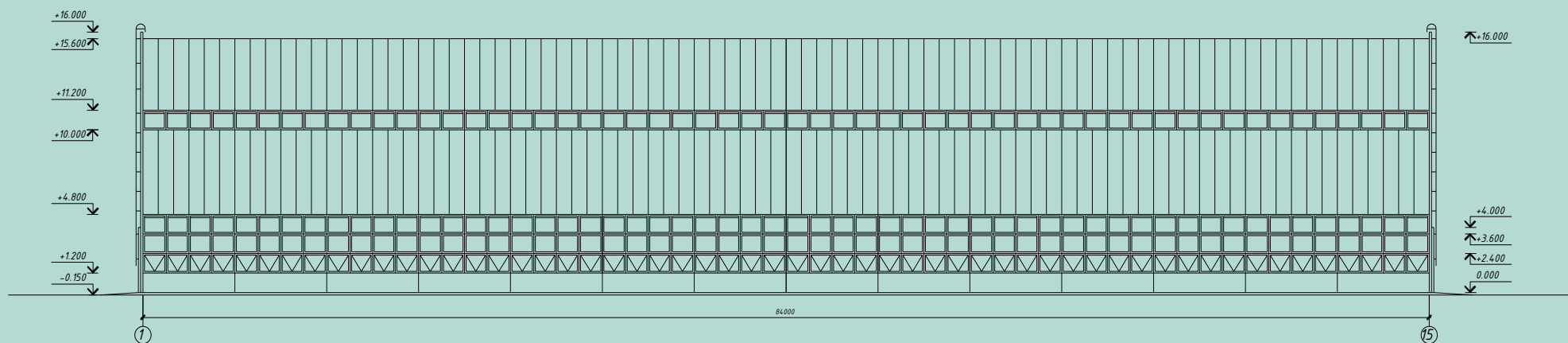
Номери шарів	Найменування ґрунтів	Товщина шару ґрунтів (м)			Щільність частинок ґрунту $\rho_s$ , (т/м <sup>3</sup> )	Питома вага частинок ґрунту $\gamma$ , (кН/м <sup>3</sup> )	Щільність ґрунту $\rho$ , (т/м <sup>3</sup> )	Питома вага ґрунту $\gamma$ , (кН/м <sup>3</sup> )	Вологість $W$ , (д.е.)	Межі плинності, %		Питоме зчеплення $C$ , (кПа)	Кут внутрішнього тертя $\varphi$ , (град)	Модуль деформації $E$ , (Мпа)	Коефіцієнт фільтрації $K$ , (м/доб)	Відносне осідання ґрунтів при тиску			
		№1	№2	№3						$W_l$	$W_p$					0,05	0,1	0,2	0,3
1.	Ґрунтово-рослинний шар	0,6	0,6	0,5			1,55	15,5											
2.	Суглинок	1,7	1,8	1,8	2,68	26,8	1,61	16,1	0,14	0,34	0,22	15	20	10	-	0,006	0,01 1	0,01 9	0,03 7
3.	Суглинок	2,4	2,4	2,3	2,66	26,6	1,64	16,4	0,12	0,26	0,18	7	21	10	-	0,015	0,03	0,05 5	0,07
4.	Суглинок	2,9	2,9	3,0	2,69	26,9	1,69	16,9	0,13	0,28	0,18	10	22	11	-	0,003	0,01 6	0,02	0,03 5
5.	Суглинок	3,9	4,1	4,1	2,69	26,9	2,03	20,3	0,26	0,29	0,18	20	24	18					
	Ґрунтові води на глибині від поверхні землі (м)			7,7															

Примітка: 1. Розвідувальні виробітки розміщені вздовж головної осі проектної будівлі.

2. Розрахункові значення характеристик указані в додатку №3, призначені для розрахунку основ і фундаментів по деформаціям.

3. Розрахункові значення характеристик для розрахунку основ і фундаментів за несучою здатністю визначаються згідно СНиП 2.02.01-83.

# Фасад 1-15



# План на відмітці 0,000

