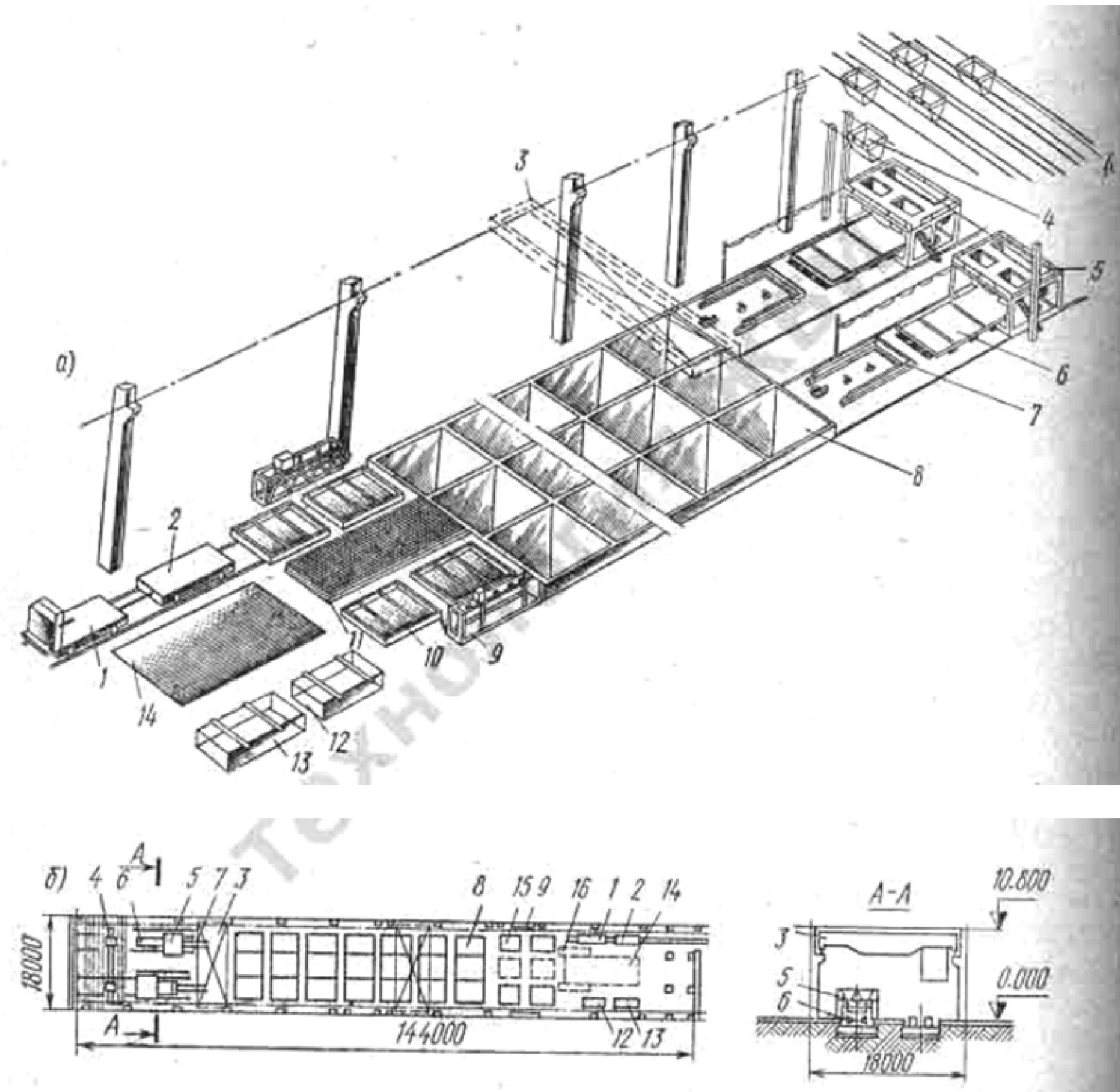


ТЕХНОЛОГІЯ ПОКРИТТІВ ЗІ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕБРИСТИХ ПЛИТ



Технологічна ділянка з виготовлення залізобетонних ребристих плит покриття

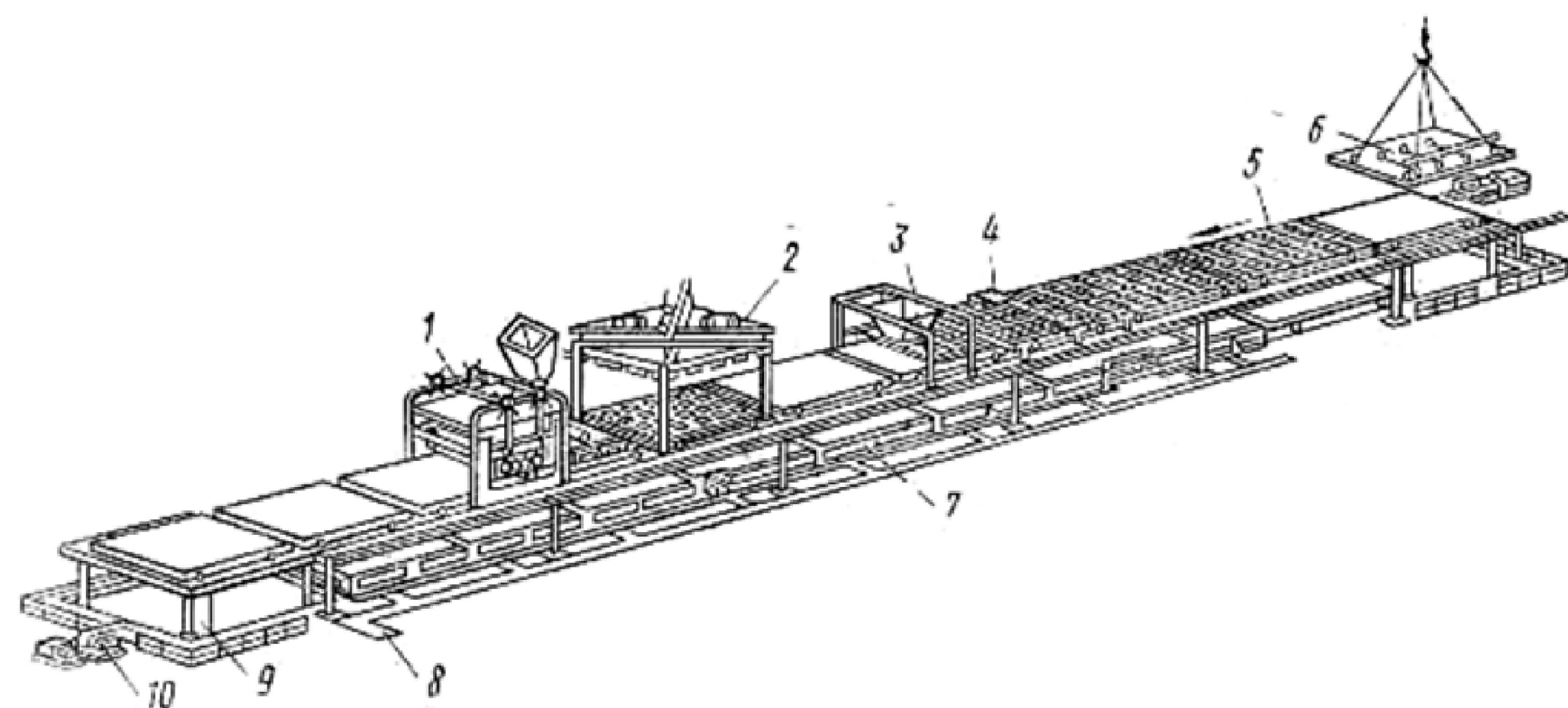
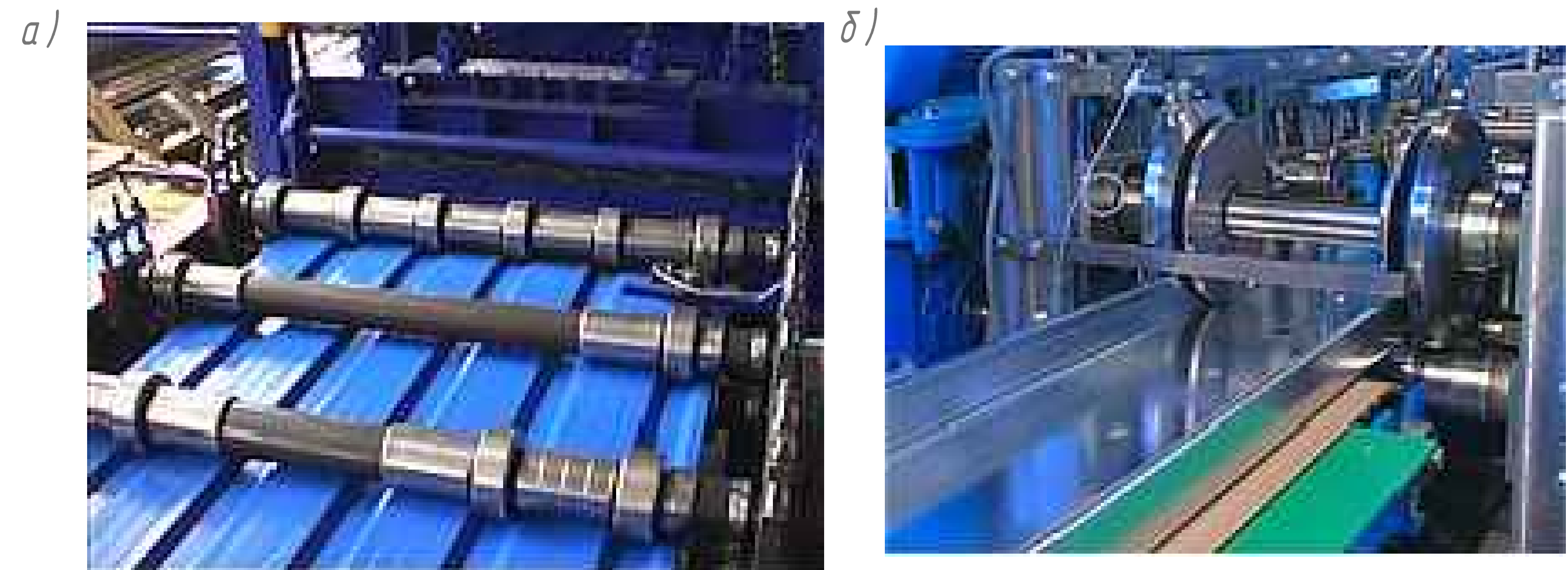


Схема візкового конвеєра для виготовлення плит покриття

ТЕХНОЛОГІЯ ПОКРИТТІВ ЗІ СТАЛЕВИХ ТОНКОСТІННИХ ПРОФІЛІВ



Обладнання для виготовлення холодноформованих елементів :
а) профільованого настилу; б) тонкостінних профілів

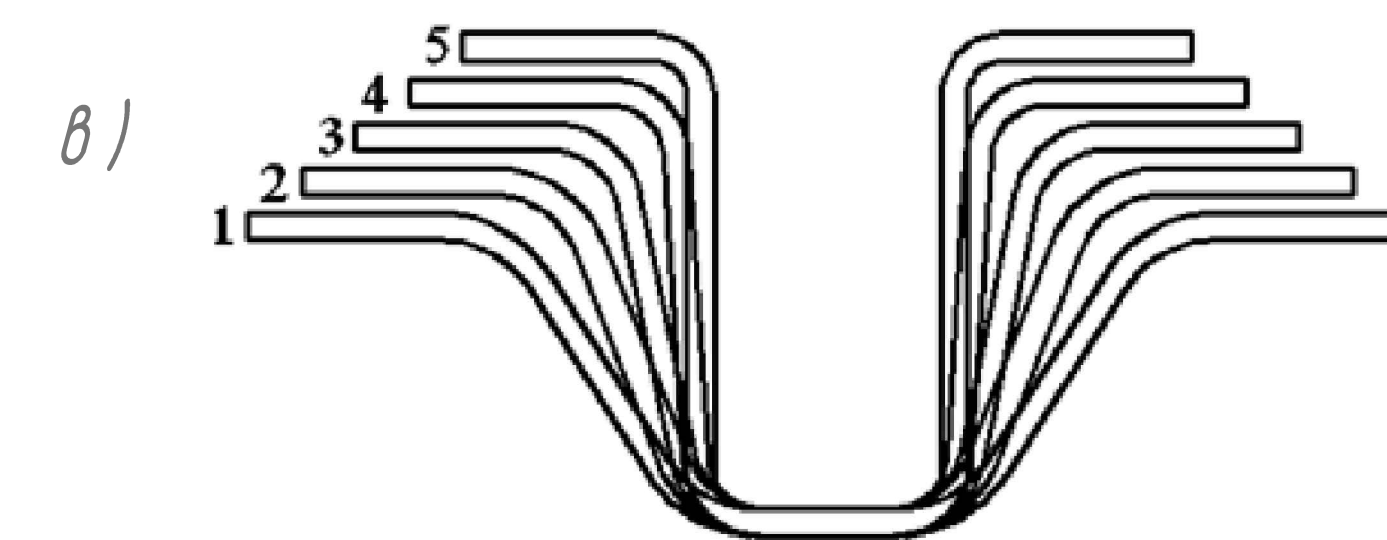
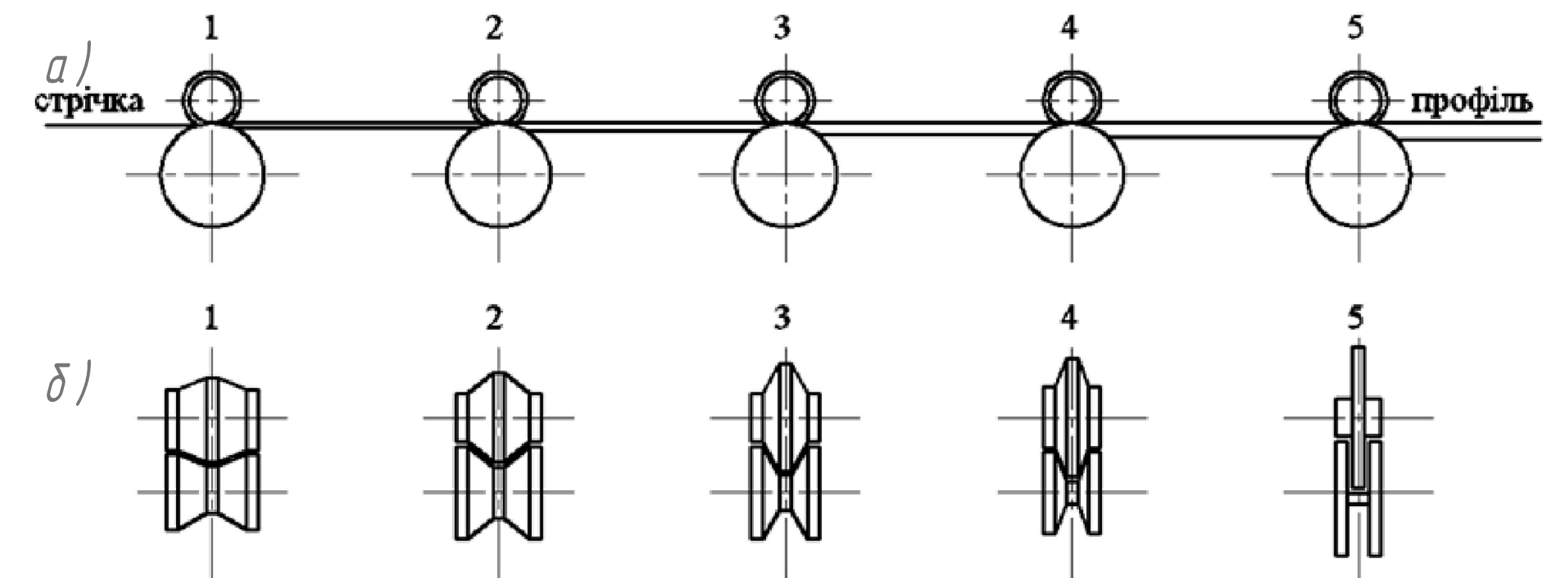


Схема виготовлення холодноформованого профілю :
а) схема прокатування; б) профілі вальців; в) стадії гину профілю

					2 .9976672.			
					Варіантне проектування молочного цеху в с. Супрунівка Полтавської області			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Літисис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Виконав						MP	2	12
Керівник								
					Технологія покриттів зі збірних залізобетонних ребристих плит. Технологія покриттів зі сталевих тонкостінних профілів			
Н.Контроль								
Зав.кафедри								

ВАРІАНТНЕ ПРОЕКТУВАННЯ МОЛОЧНОГО ЦЕХУ В С. СУПРУНІВКА ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Специфікації за ГОСТ 19904-90:

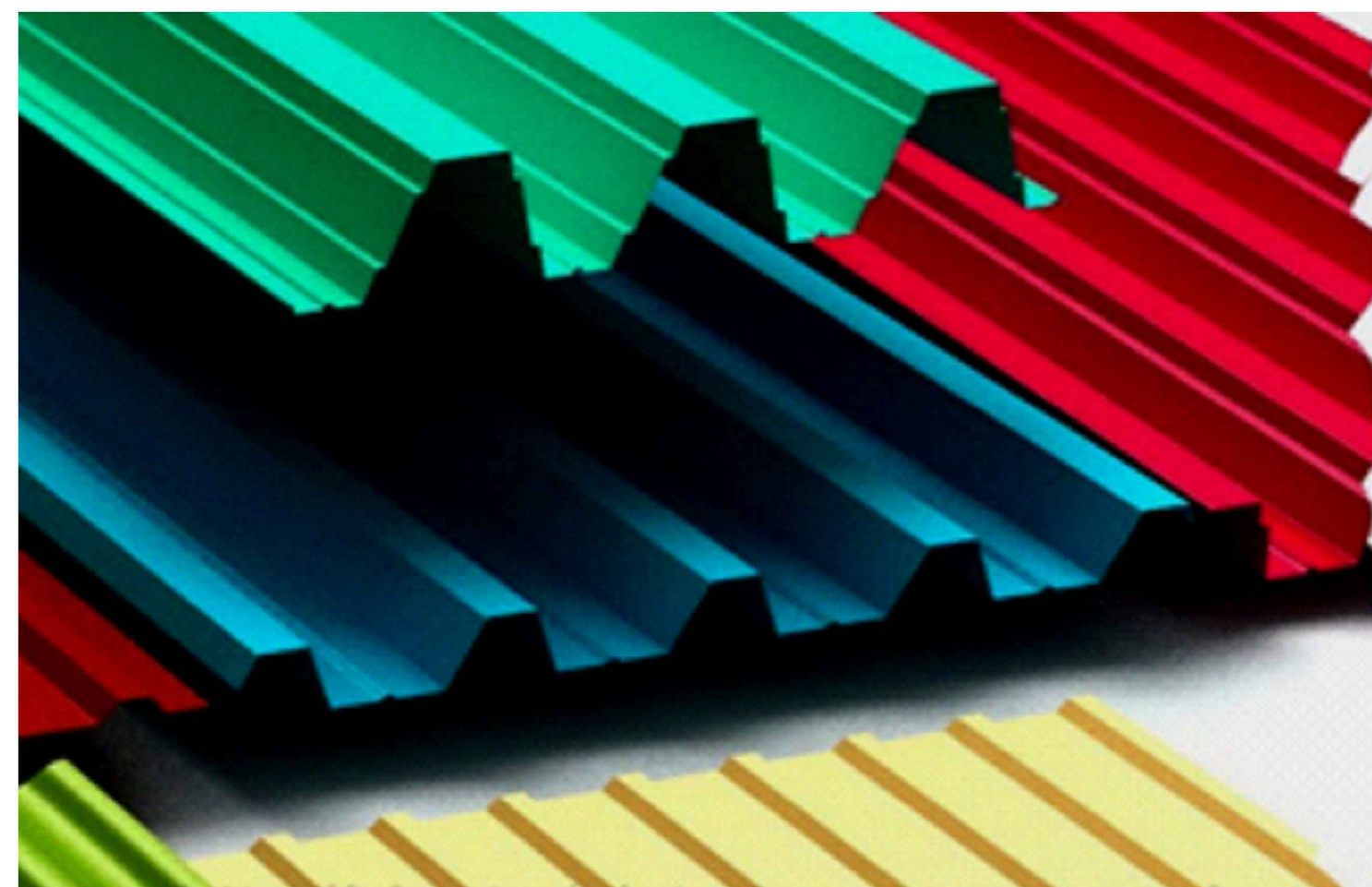
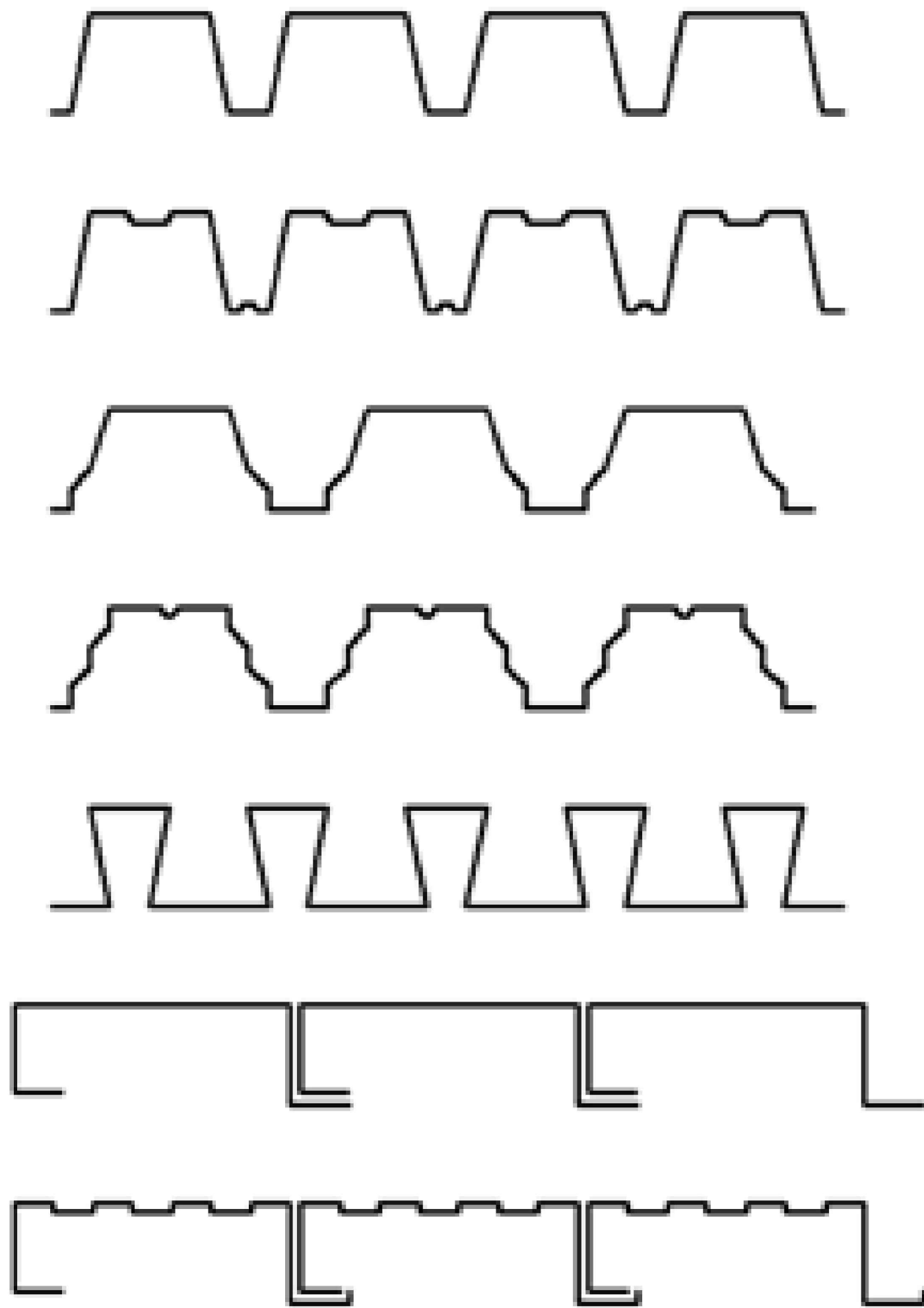
- товщина прокату, мм: 0,35; 0,4; 0,45; 0,5; 0,55; 0,6; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8; 0,9; 1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8, 2 і т.д..

- ширина прокату, мм: 500, 550, 600, 650; 700, 750, 800, 850; 900; 950; 1000; 1100; 1200; 1250; 1400; 1450; 1500; 1600; 1700; 1800; 1900; 2000; 2100; 2200; 2300; 2350.

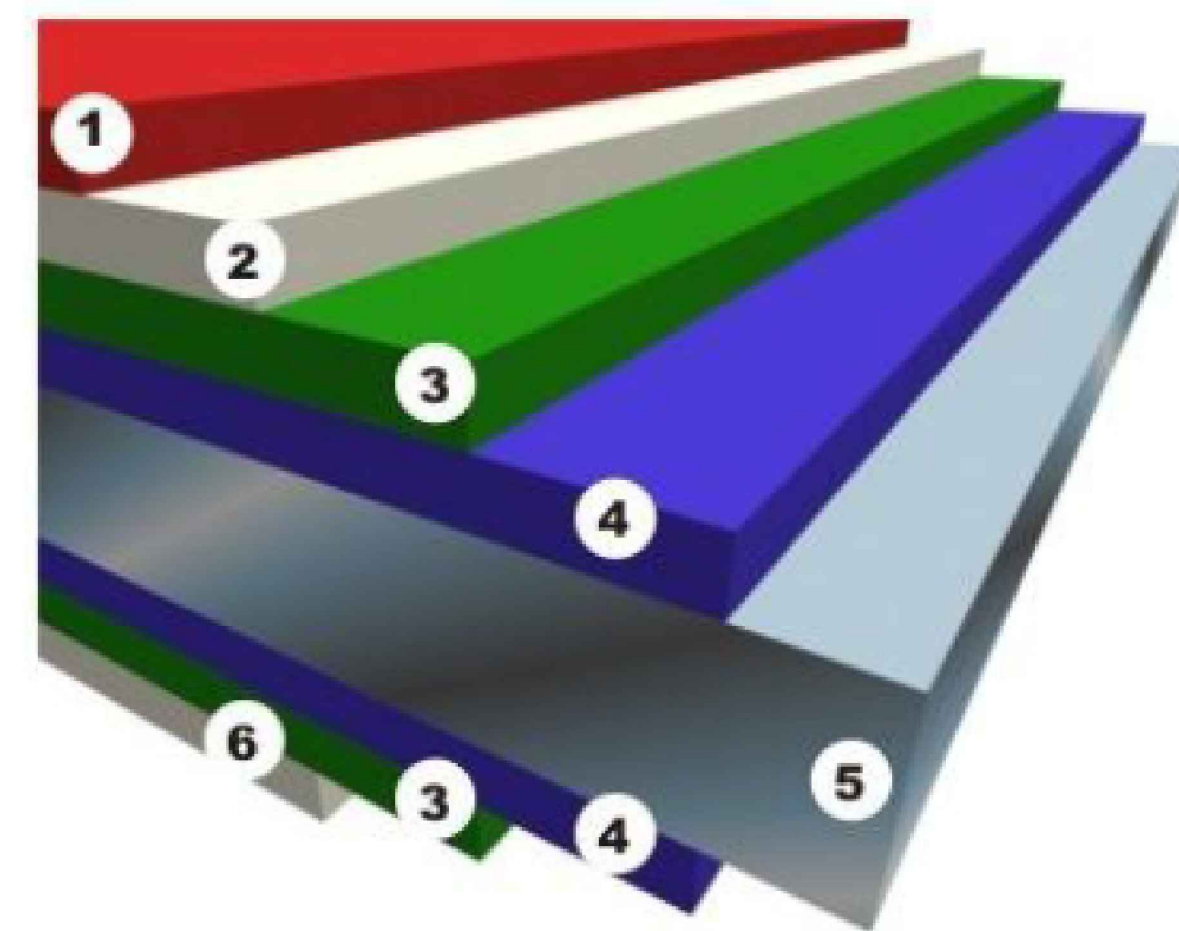
Розмір прокату, виготовленого в рулонах:

- товщина прокату, мм: 0,35-0,5 0,55-0,65 0,7-0,8; 1,5-2;

- ширина прокату, мм: 500-1250 500-1700 500-1800 500-2000 500-2300.



Структура лакофарбового покриття сталевго листа:

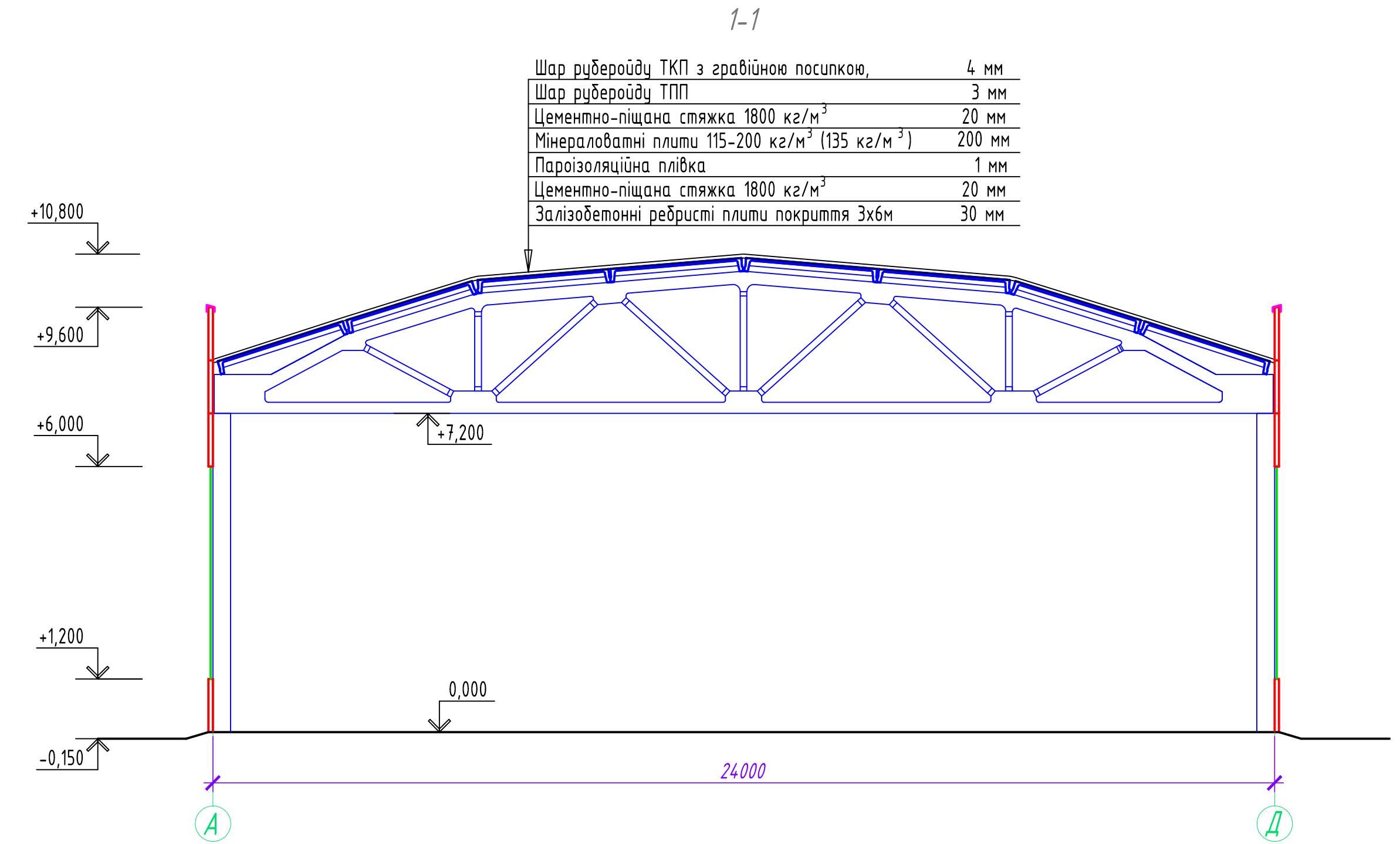
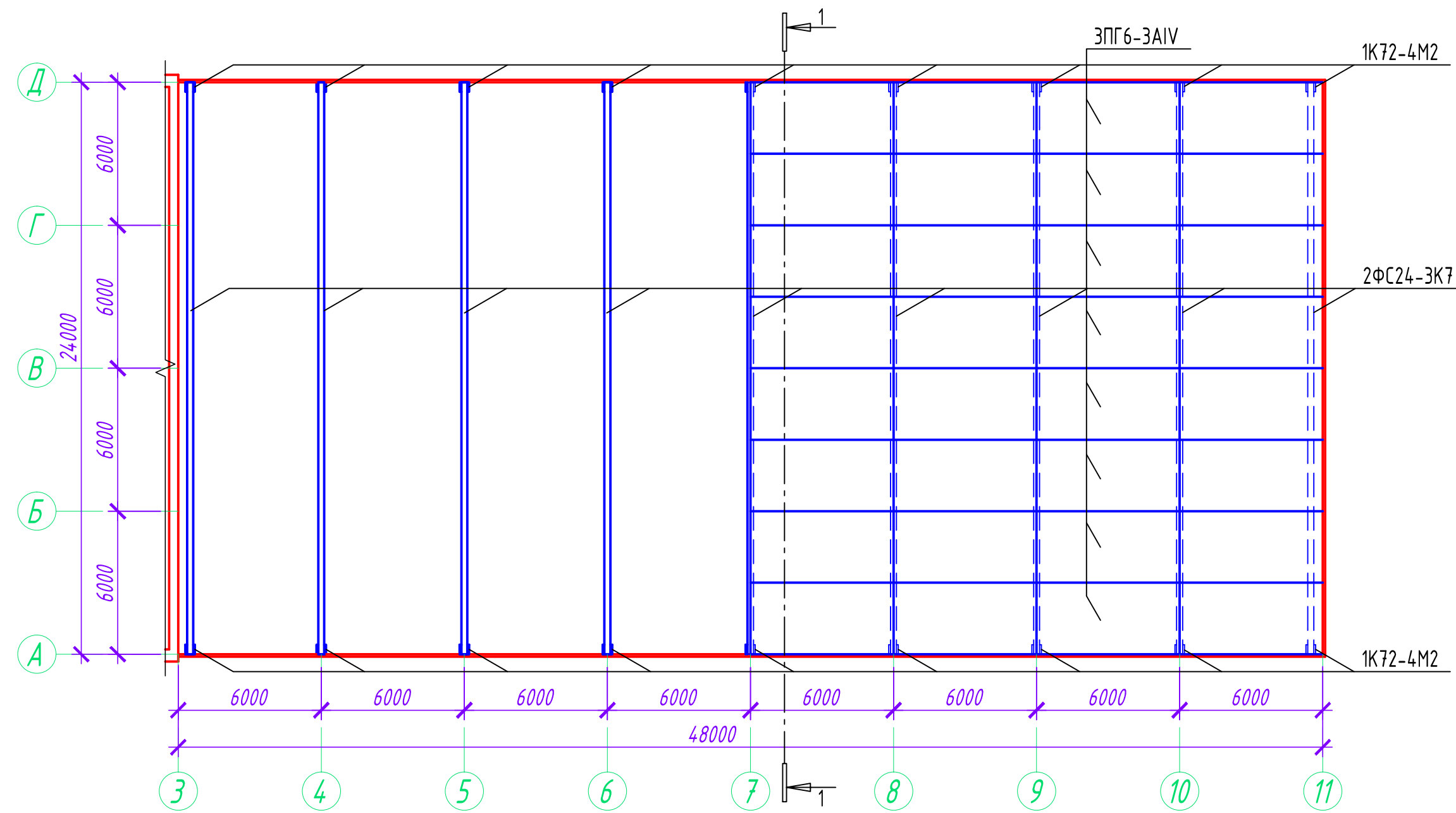


1. Покриття;
2. Грунтівка;
3. Захисний шар;
4. Шар цинку;
5. Стальний лист;
6. Захисний шар (фарба).

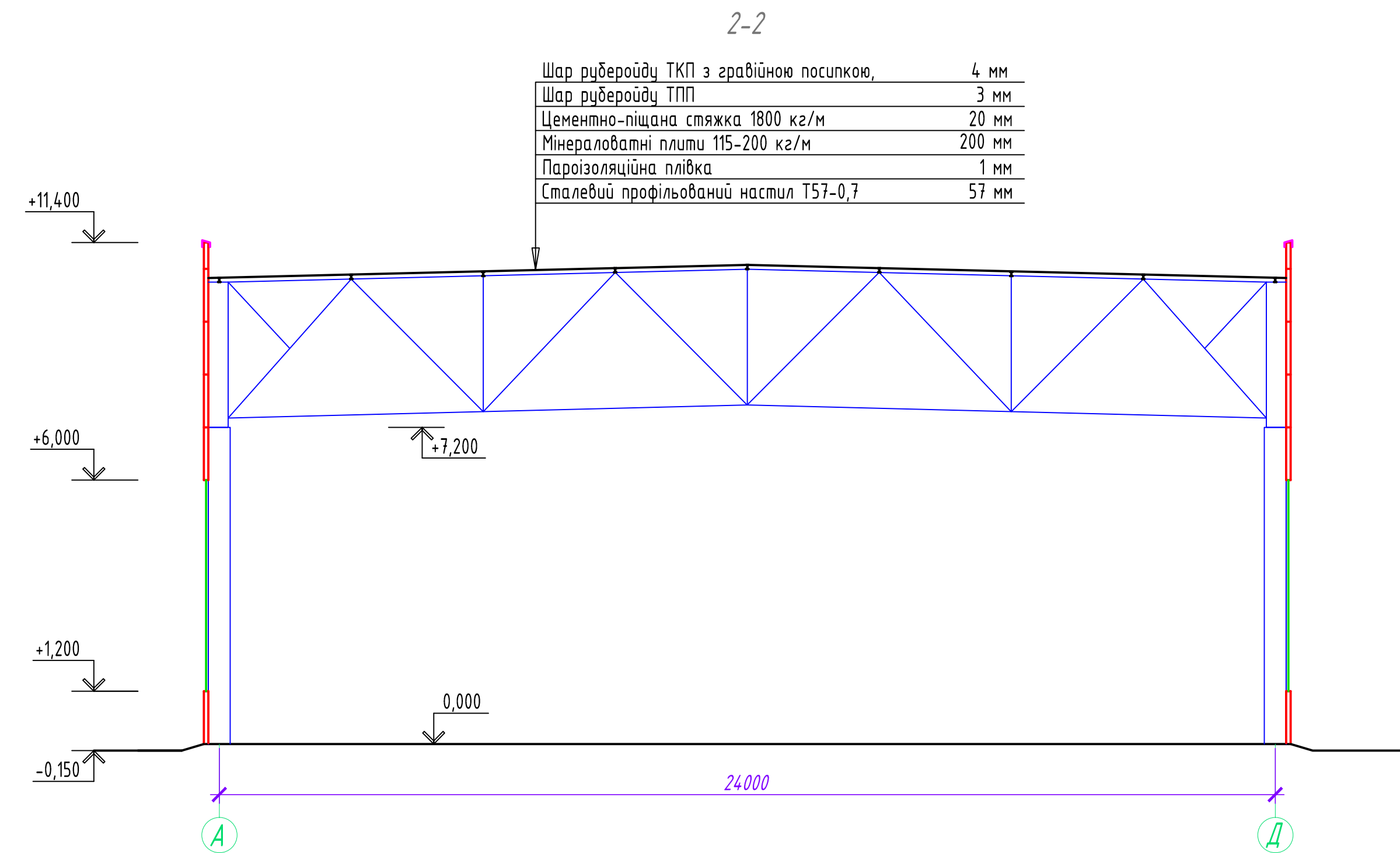
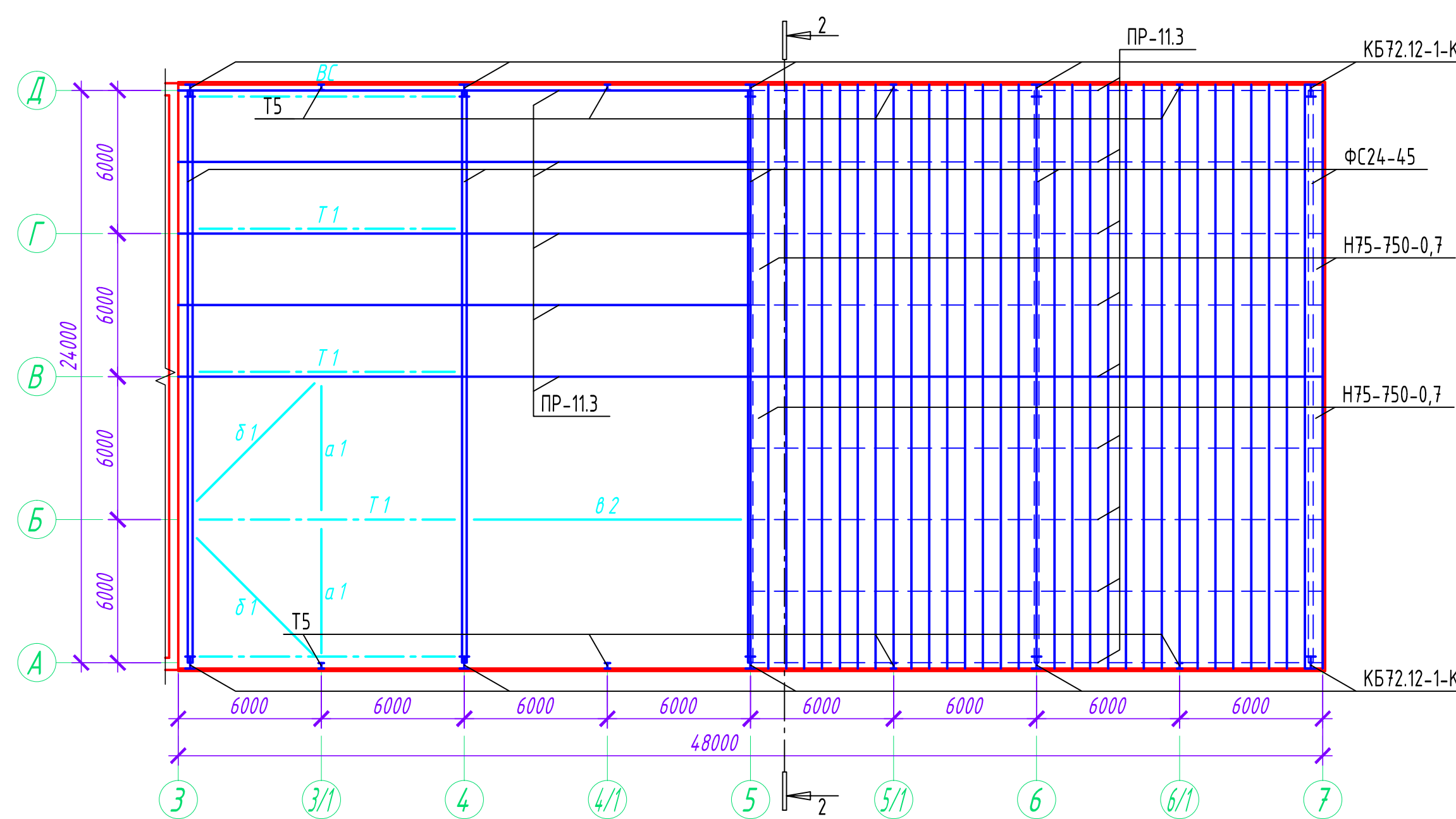
					2 .9976672.				
					Варіантне проектування молочного цеху в с. Супрунівка Полтавської області				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Ліди́с	Дата	Статя	Аркуш	Аркуші	
Виконав						Аналіз конструктивних рішень покриттів із залізобетонних ребристих плит та сталевих профільованих настилів	MP	3	12
Керівник									
Н.Контроль						Типи сталевих профільованих настилів			
Заб.кафедри									

ВИБІР КОНСТРУКТИВНОГО ВИРІШЕННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ОСНОВНОГО КАРКАСУ ОДНОПОВЕРХОВОЇ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ МОЛОЧНОГО ЦЕХУ

Варіант 1. Залізобетонний каркас
Схема розташування колон, кровляних конструкцій та плит покриття



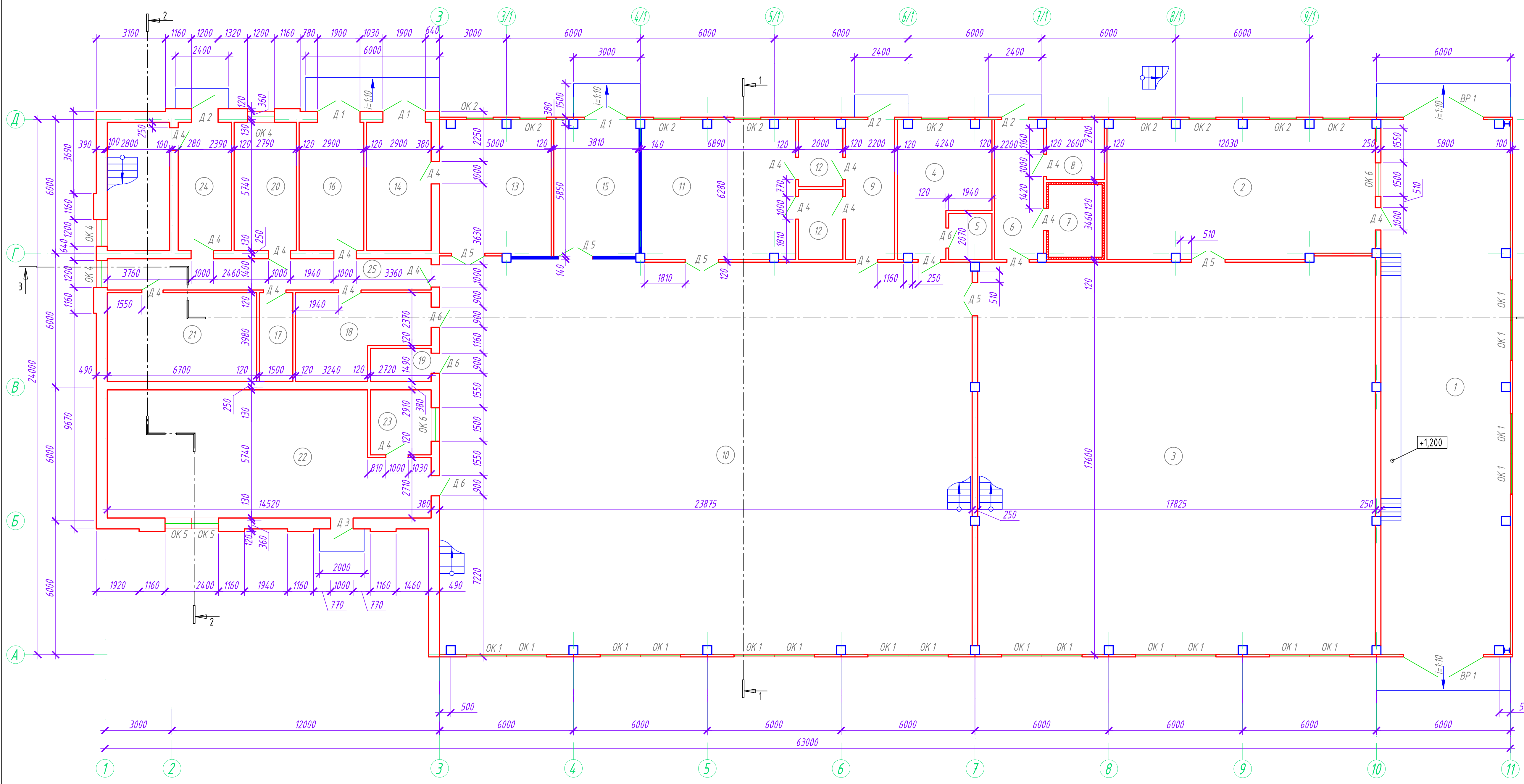
Варіант 2. Сталевий каркас.
Схема розташування в'язей та прогонів по верхніх поясах ферм (в осях В-Д, 3-5), в'язей по нижніх поясах ферм (в осях А-В, 3-5), листів профільованого настилу



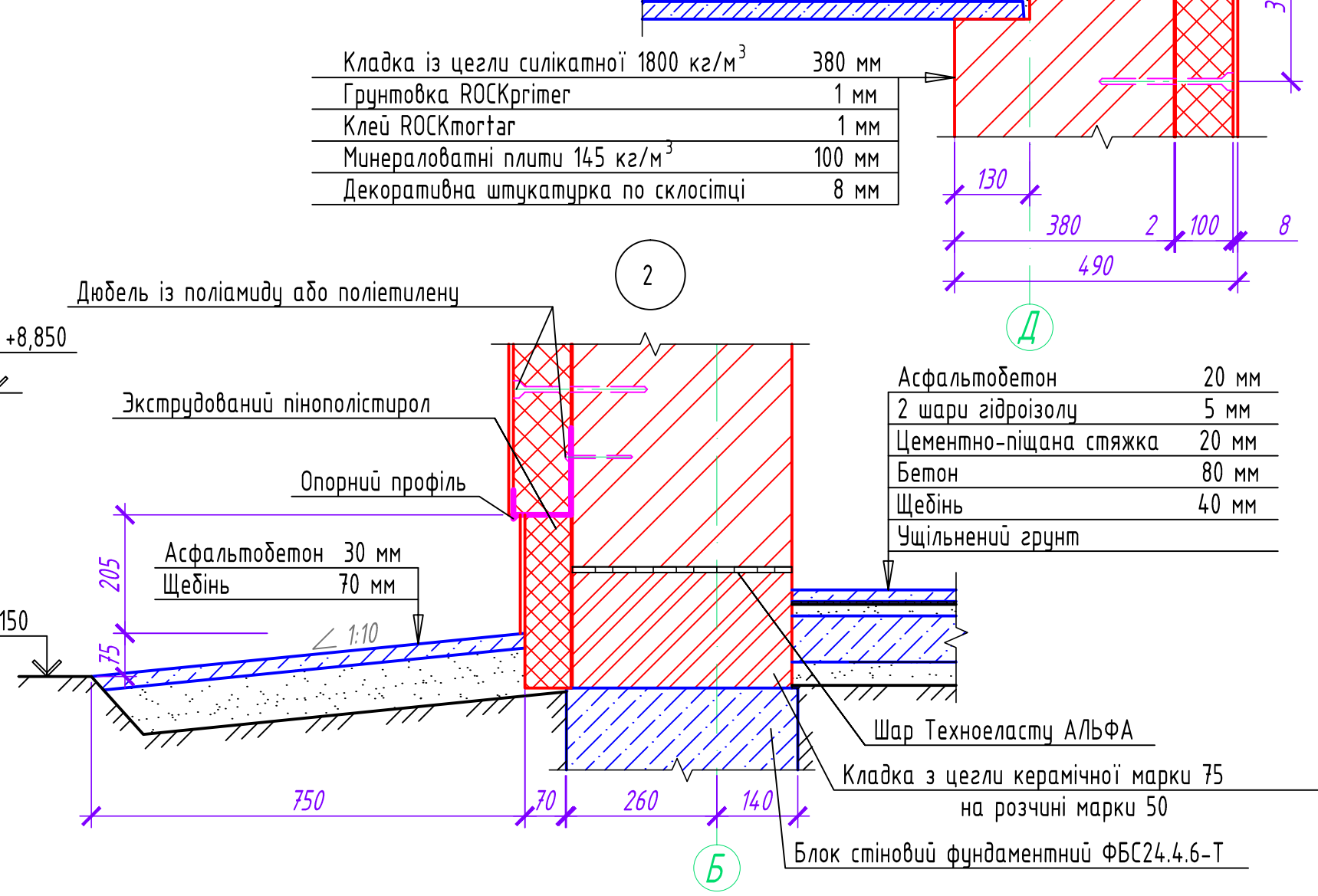
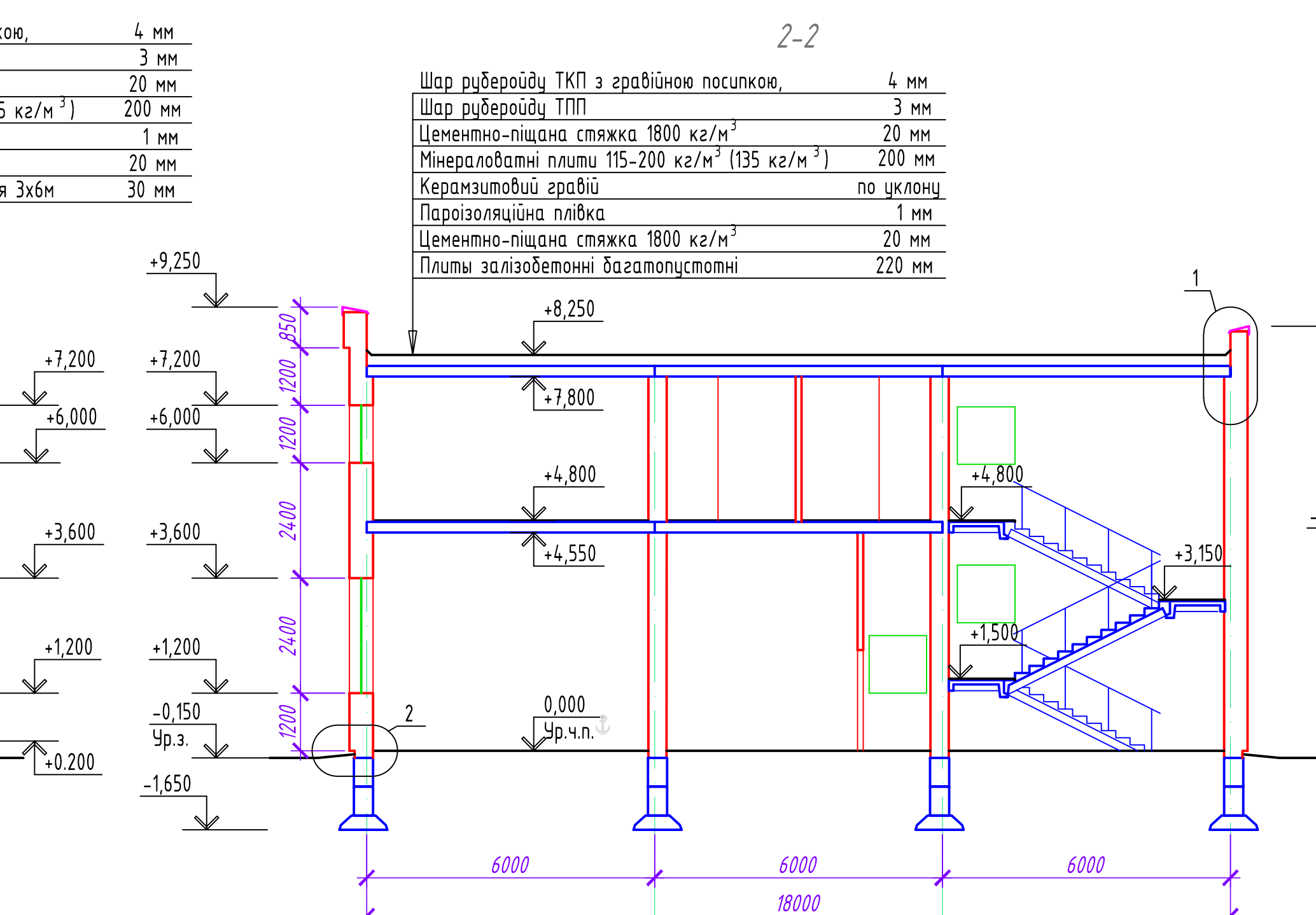
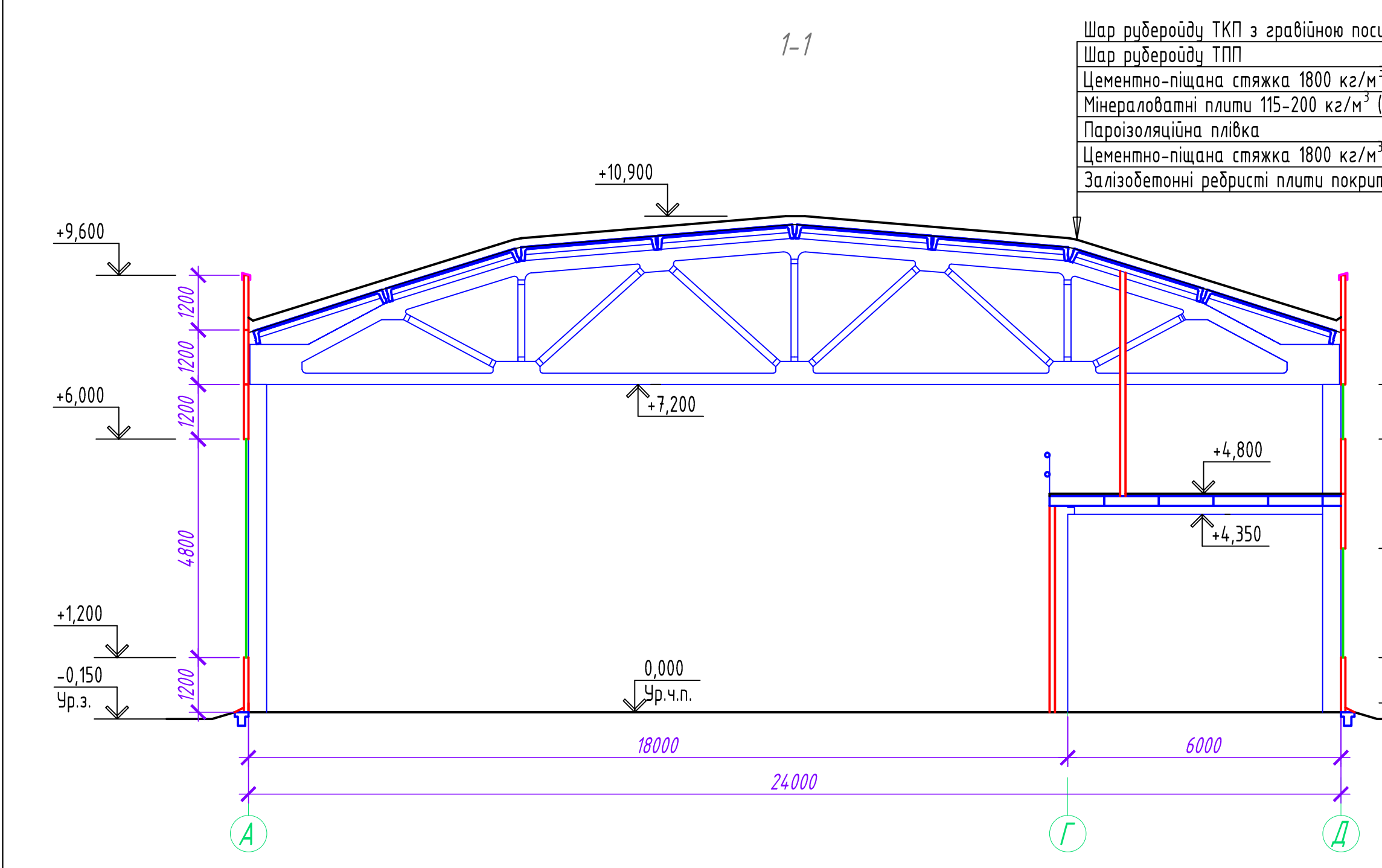
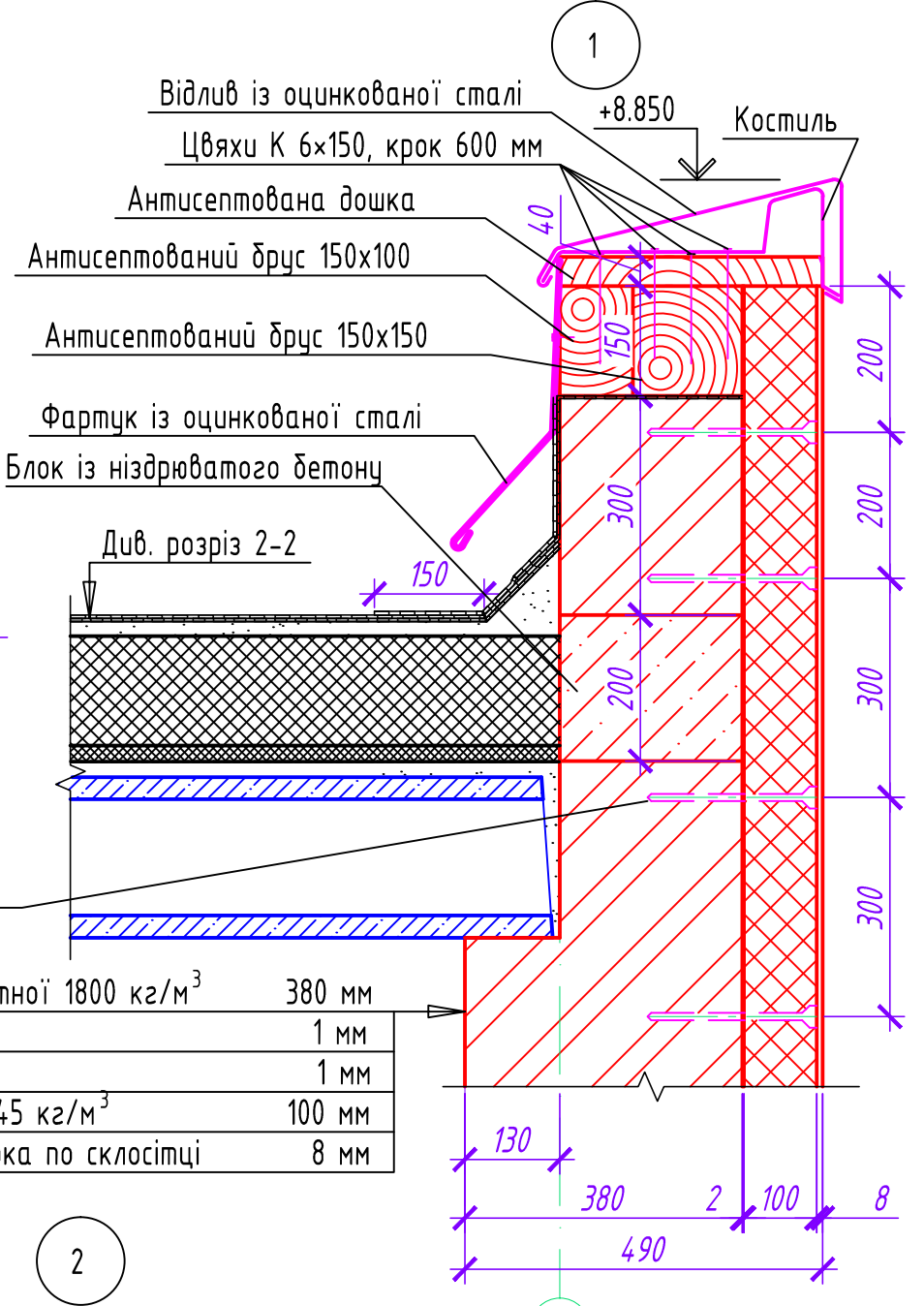
Техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Варіант 1	Варіант 2
1	Витрата бетону	м³	155	0
2	Витрата сталі	т	12,262	64,688
3	Витрати праці на будівельно-монтажні роботи	люд-год	5420	9191
4	Вартість монтажу	грн	373 021	744 042
5	Розрахункова вартість конструкцій	грн	15924878	18516886
6	Приведені витрати	грн	16526838	19216824

2 .9976672.				
Варіантне проектування молочного цеху в с. Супрунівка Полтавської області				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Лідиус Дата
Виконав	Кузьменко А.В.			
Керівник				
Вибір конструктивного вирішення та проектування основного каркасу ОБВ молочного цеху				
			Стадія	Аркуш
			МР	4 12
Варіант 1. Залізобетонний каркас. Варіант 2. Сталевий каркас. П'яна основних несучих елементів. Розріз 1-1, Розріз 2-2				
Н.Контроль				
Зав.кафедри				



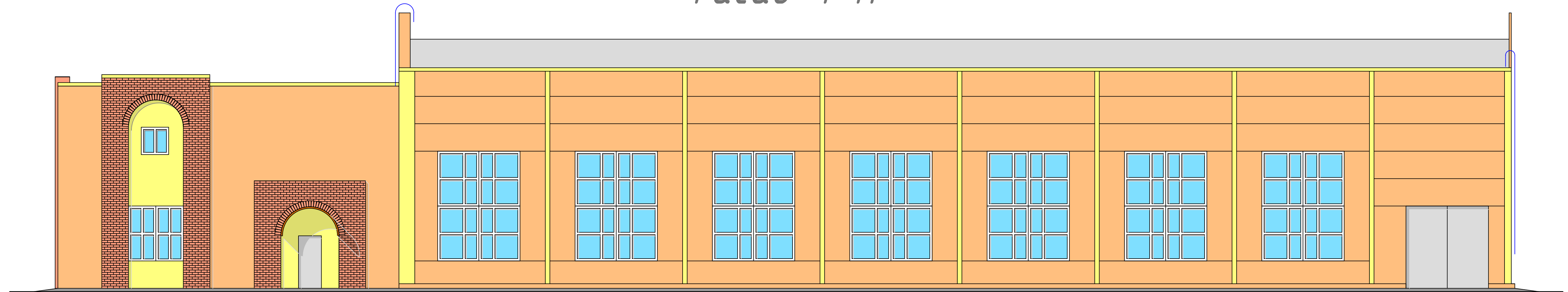
Номер	Найменування	Площа, м ²	Кат. л-ня
1	Приміально - мийне відділення	139,25	В 1
2	Приміально відділення	74,09	В 4
3	Цех по виробництву вершкового масла	314,20	В 4
4	Баклабораторія	21,80	В 4
5	Бокс	4,07	В 3
6	Склад пакувального матеріалу	13,87	В 2
7	Холодильна камера	7,99	В 4
8	Машинне відділення	7,08	В 4
9	Тамбур	14,06	В 4
10	Цех по виробництву згущеного молока	422,25	В 4
11	Відділення централізованої мийки	42,96	В 4
12	Склад деззасобів	12,45	В 3
13	Приміщення для приготування цукрового сиропу	30,19	В 4
14	Склад цукру	17,17	В 3
15	Склад згущеного молока	23,33	В 3
16	Приміщення для приміання тари	17,17	В 3
17	Кладово придбального інвентарю	6,03	В 4
18	Приміщення мийки та зберігання чистої тари	19,86	В 4
19	Приміщення для зберігання та обробки заправки	4,22	В 4
20	Кімната персоналу	16,20	В 4
21	Тепловий пункт	26,72	В 4
22	Приміщення для холодильних машин	75,46	В 4
23	Операторська	7,98	В 4
24	Тамбур	14,69	В 4
25	Коридор	21,27	В 4



Зм.				Кільк.			Арк.			Док.			Підпис			Дата				
<p align="center">2МБП.9976672.МР</p> <p align="center">Варіантне проектування молочного цеху в с. Супрунівка Полтавської області</p> <p>Вибір конструктивного рішення та проектування основного каркасу ОББ молочного цеху</p>																				
<p>Н.Контроль: Семко О.В. Зав.кафедри: Семко О.В.</p>												<p>Стаття: МР</p>			<p>Аркуш: 5</p>			<p>Аркушів: 12</p>		
<p>План на позм. 0,000. Розріз 1-1. Розріз 2-2. Вузол 1. Вузол 2. Специфікація приміщень.</p>																				
<p align="right">НУПІП ім.Ю.Кондратюка Кафедра БтаЦі</p>																				

ФАСАДИ БУДІВЛІ

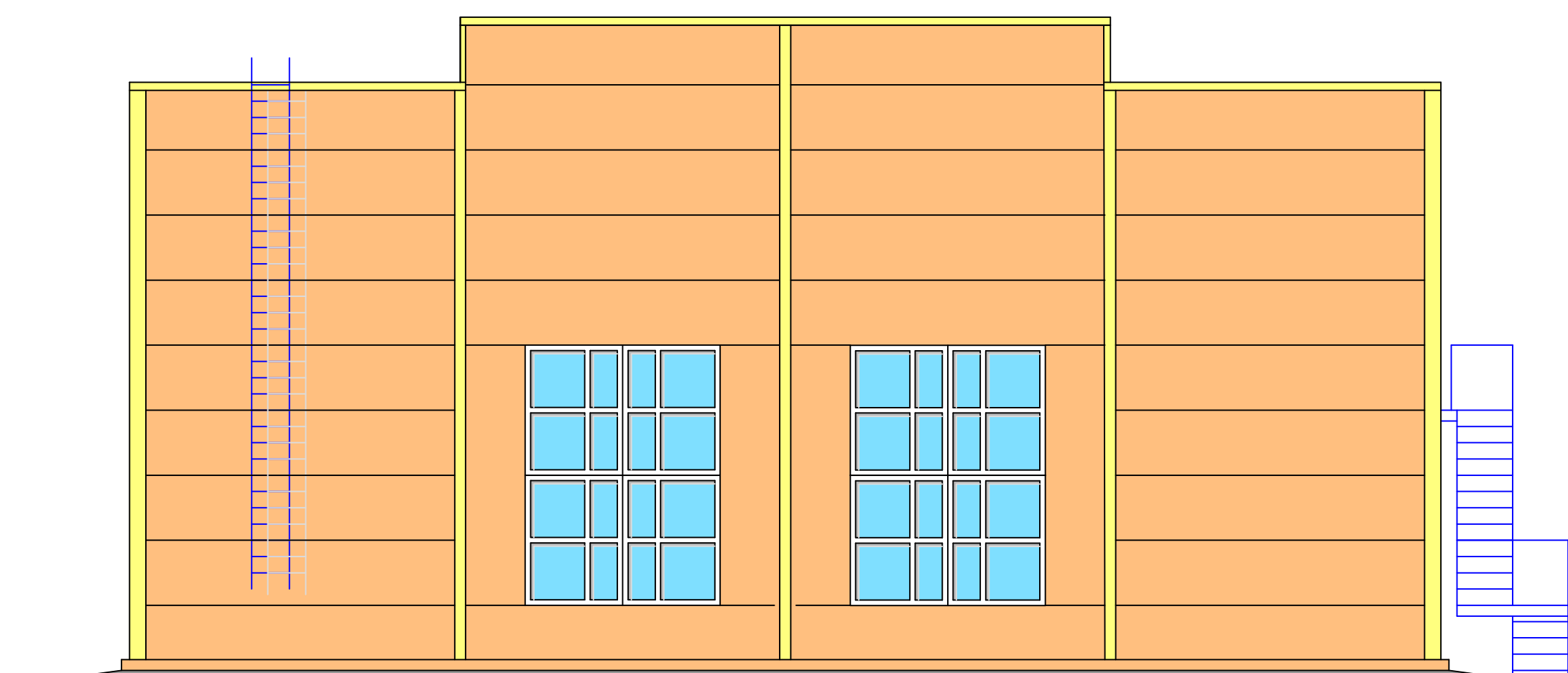
Фасад 1-11



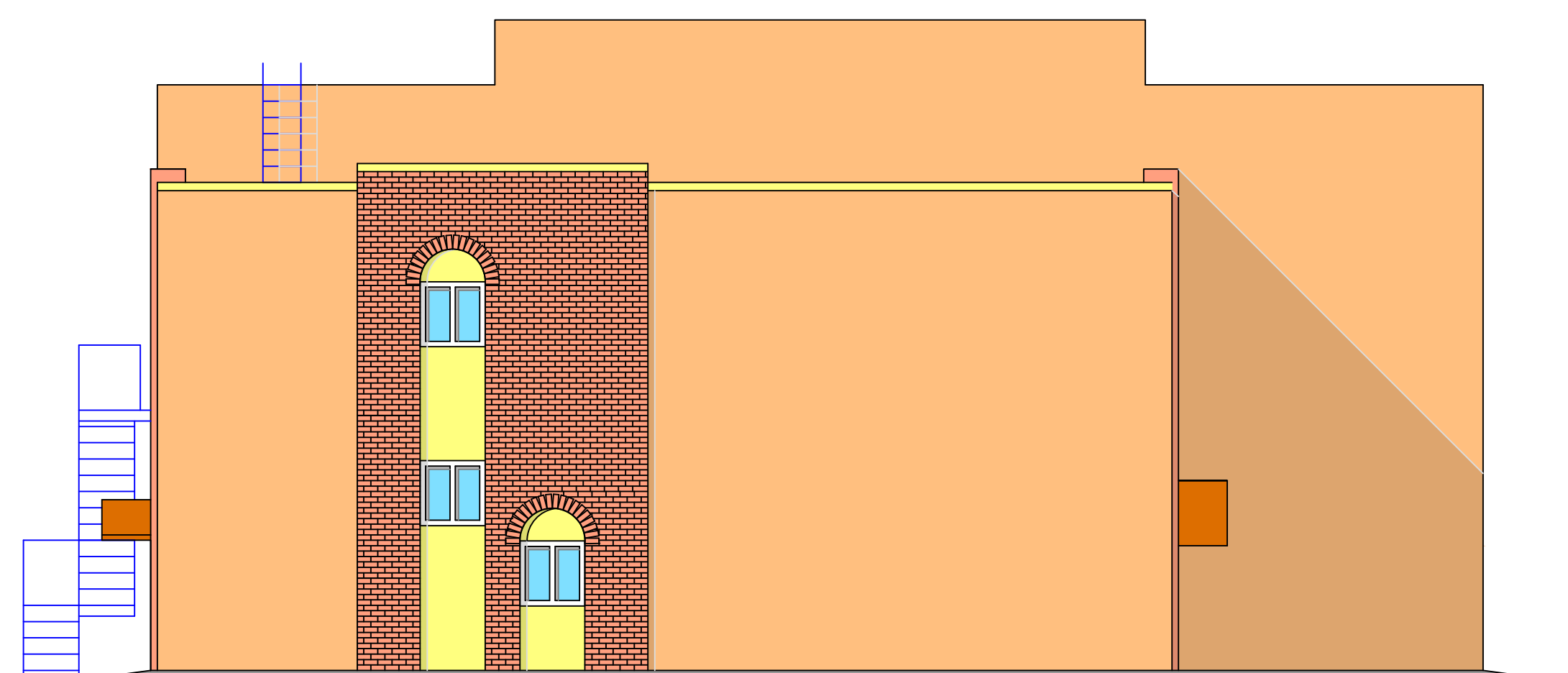
Фасад 11-1



Фасад А-Г



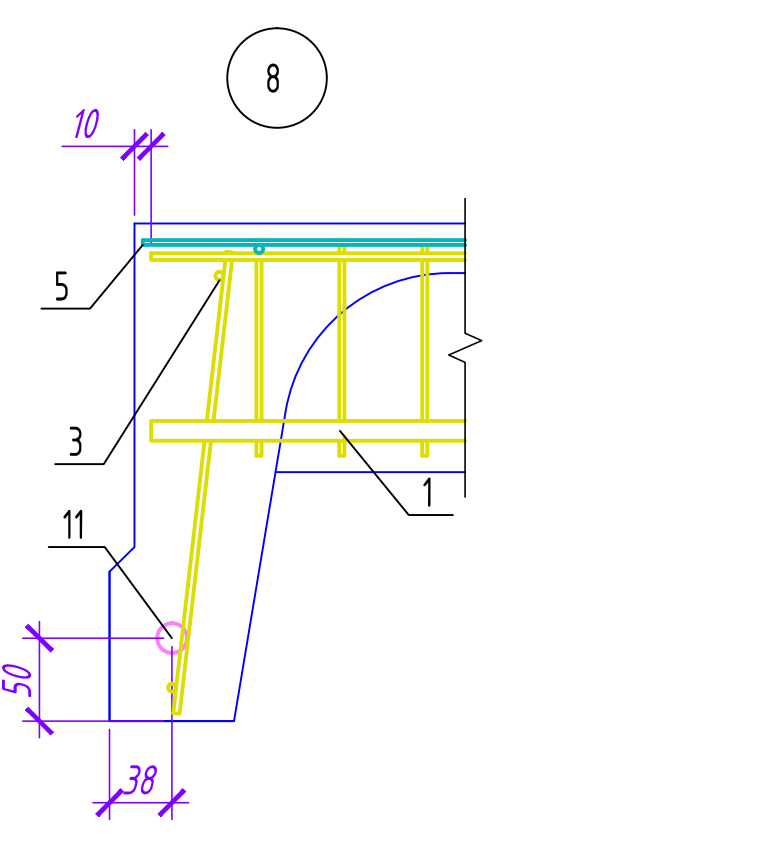
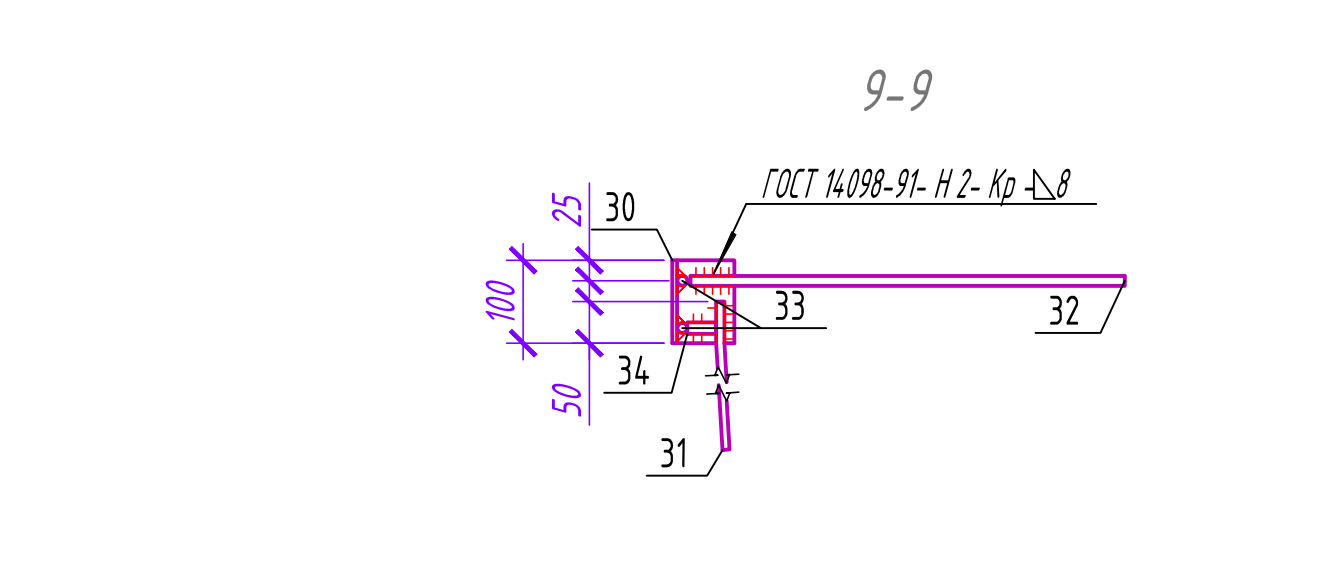
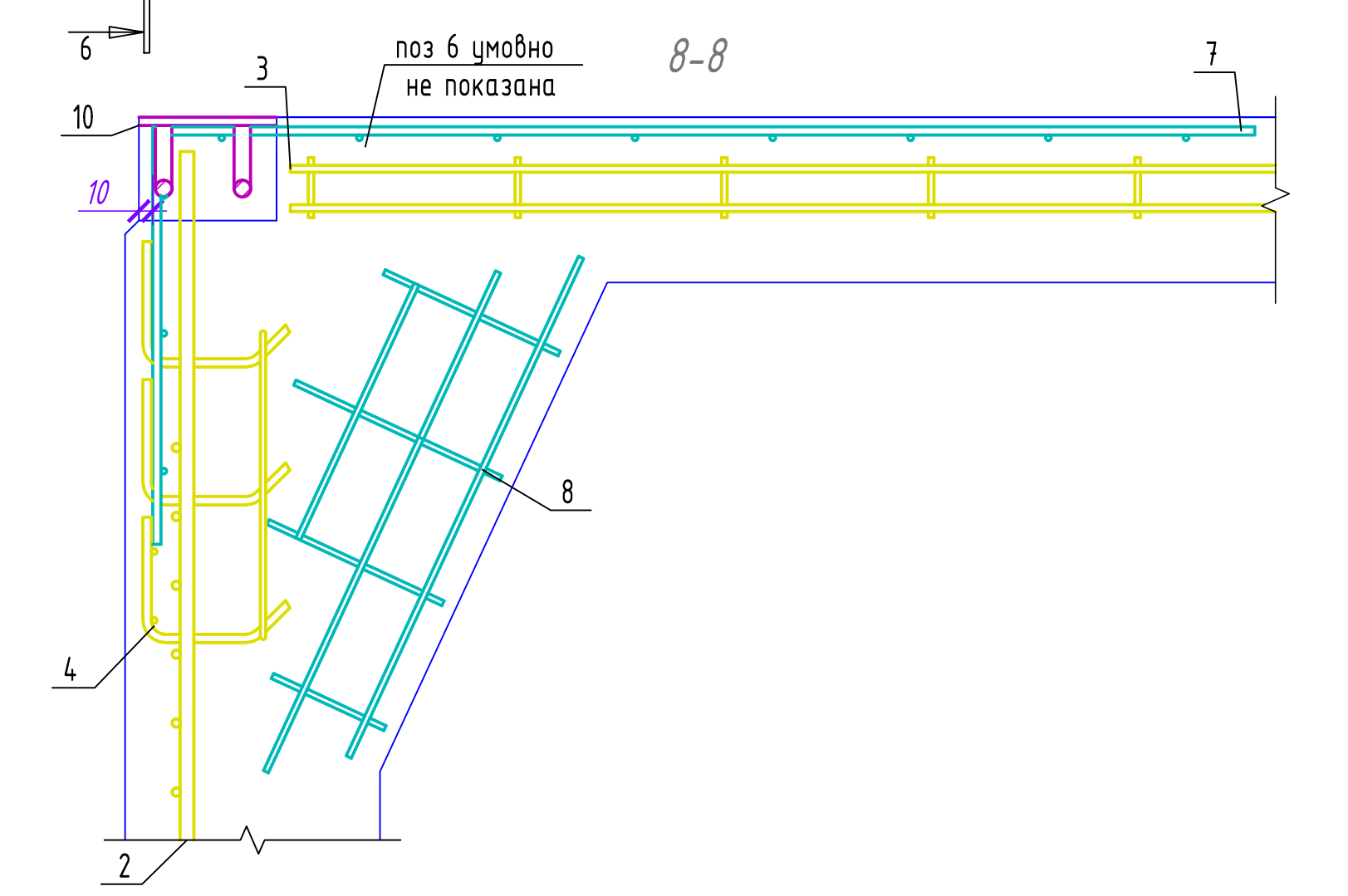
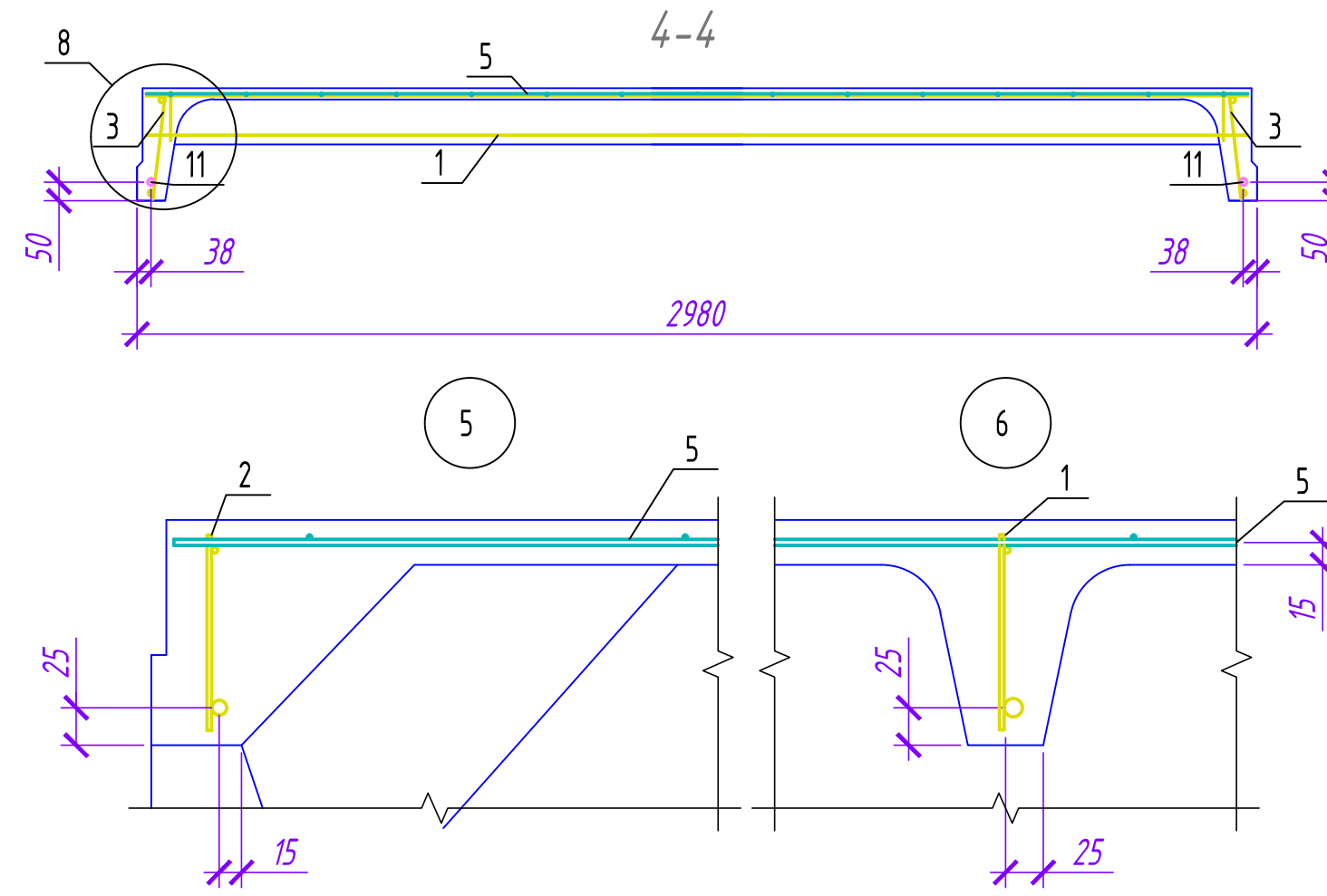
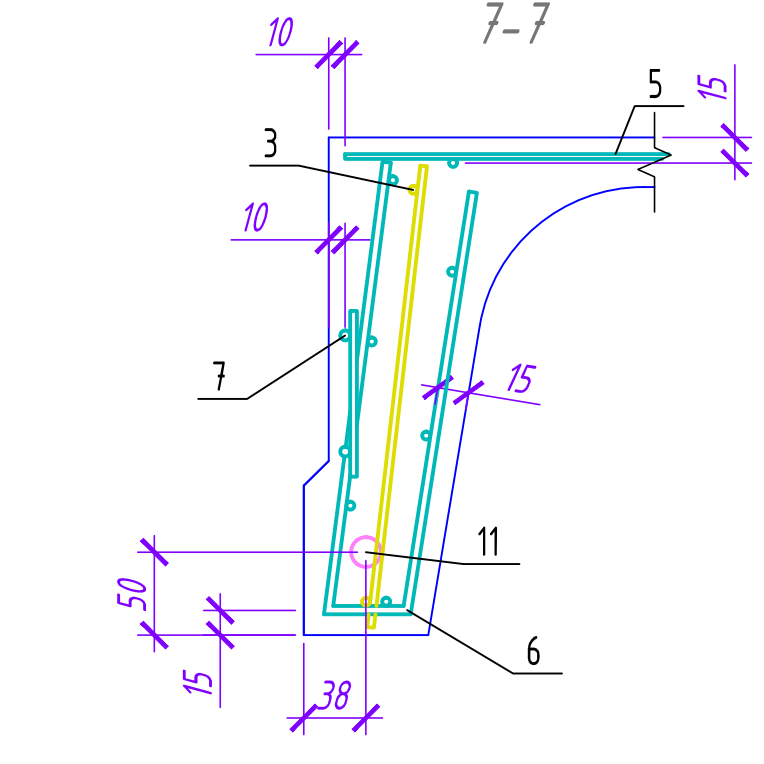
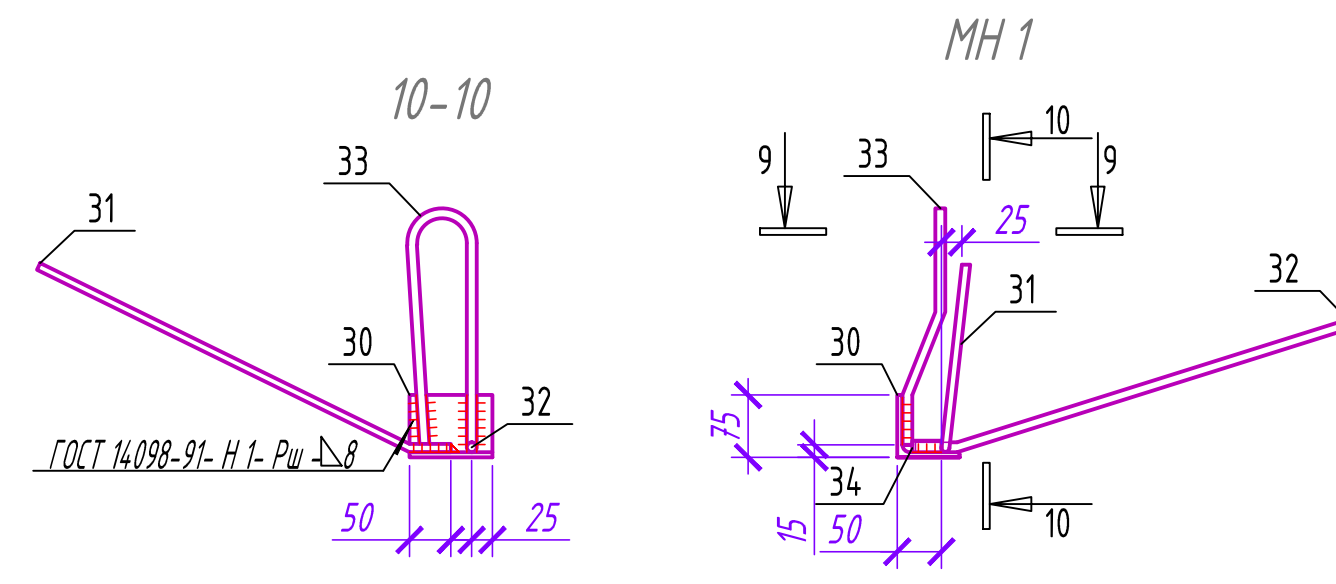
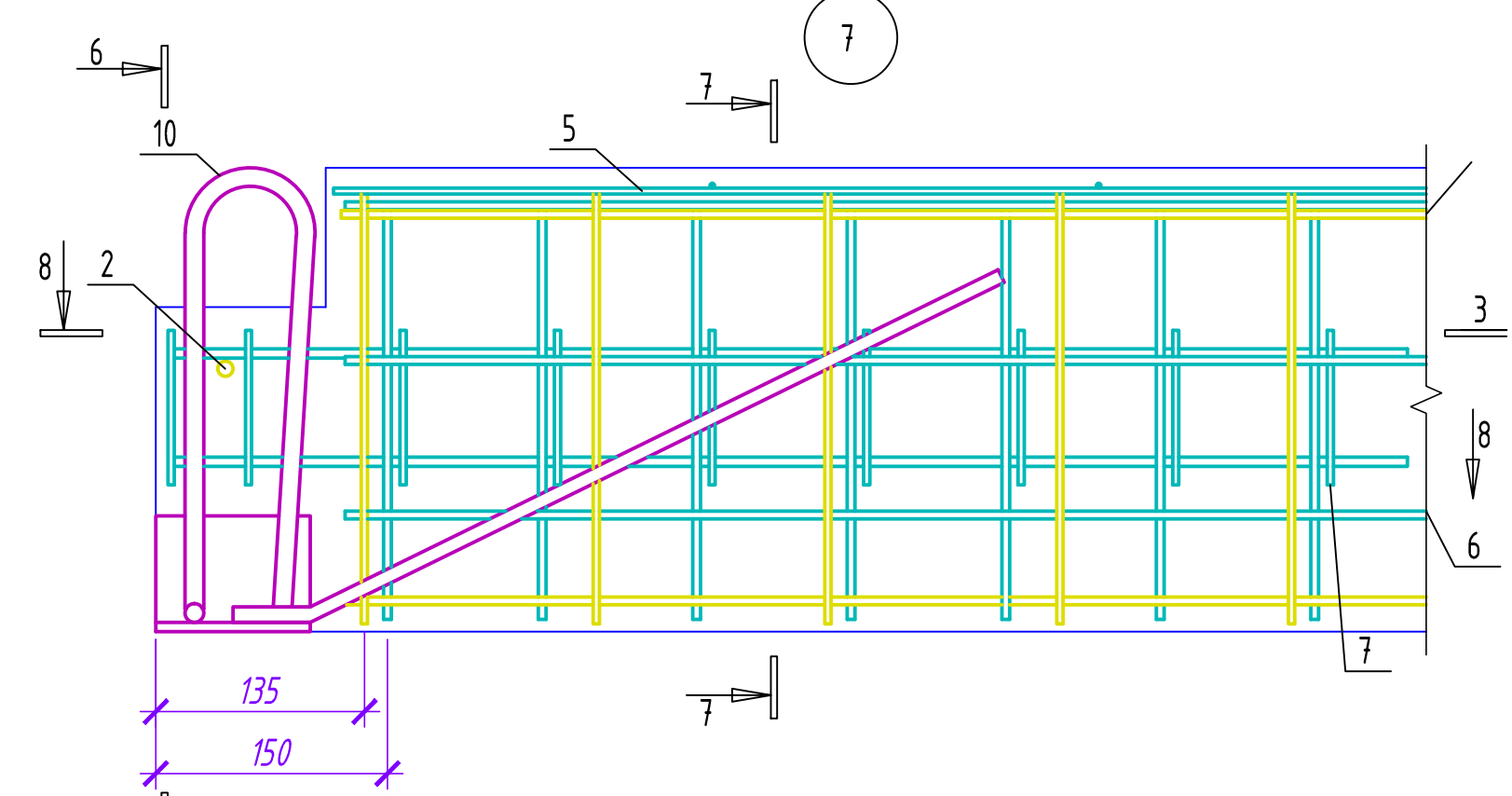
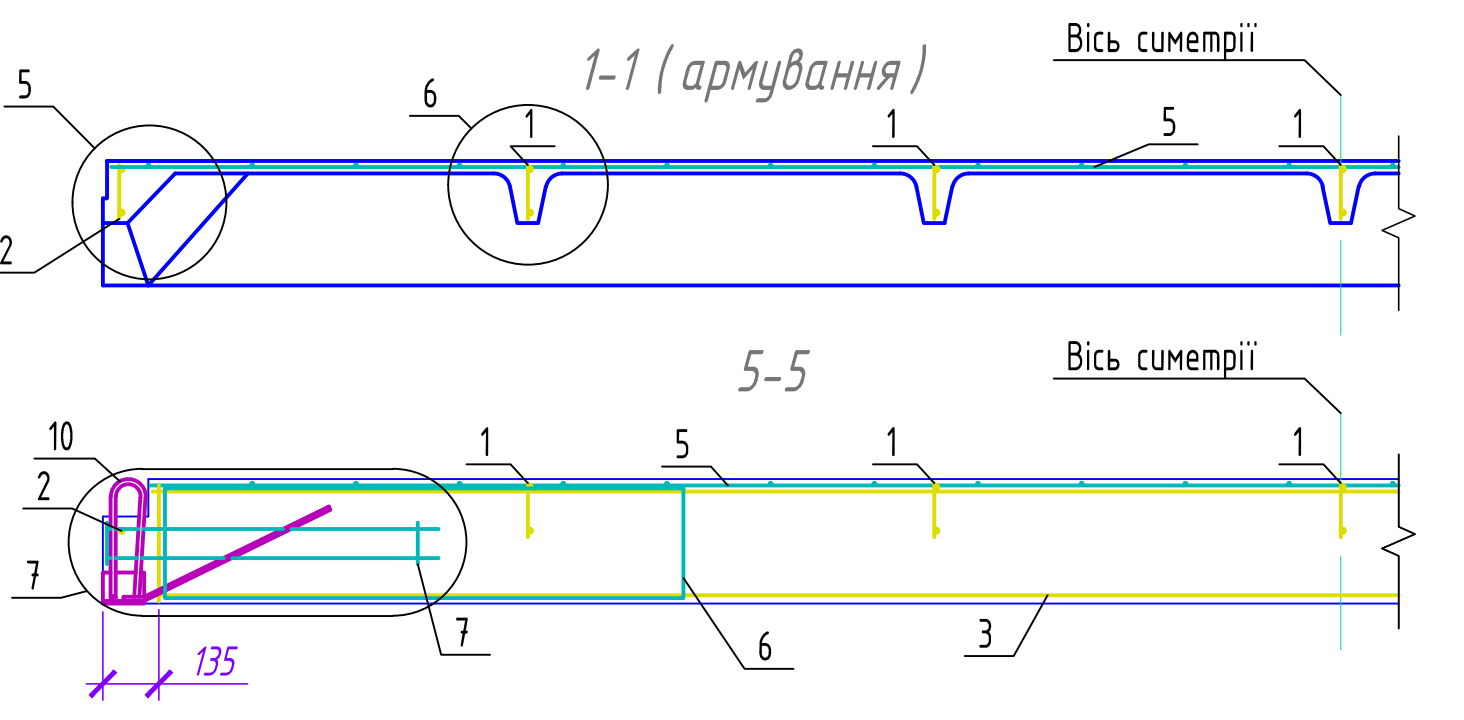
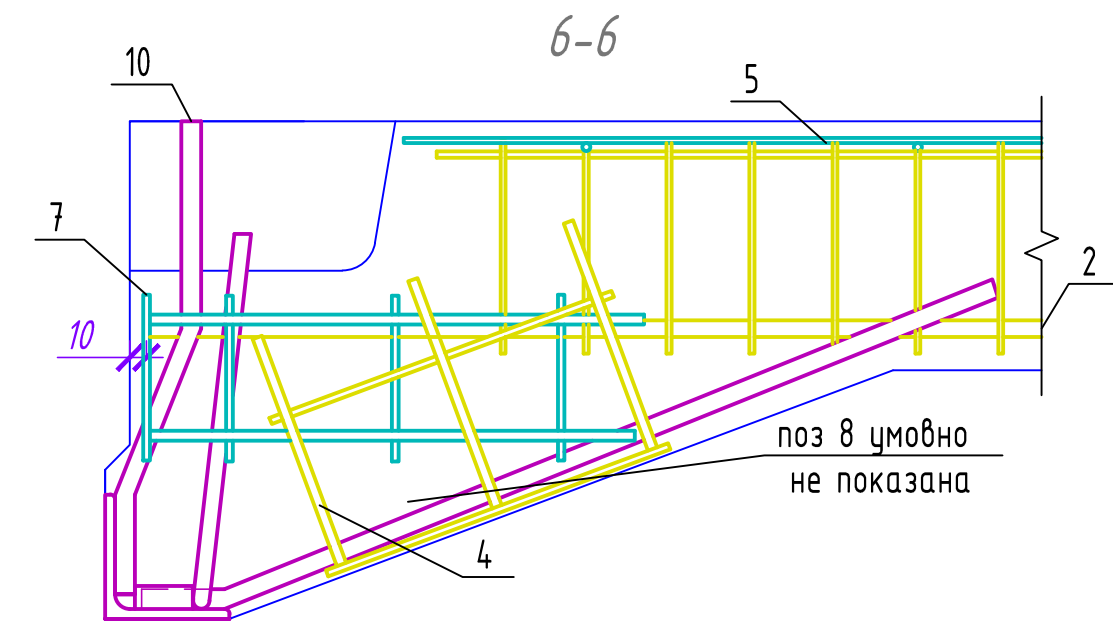
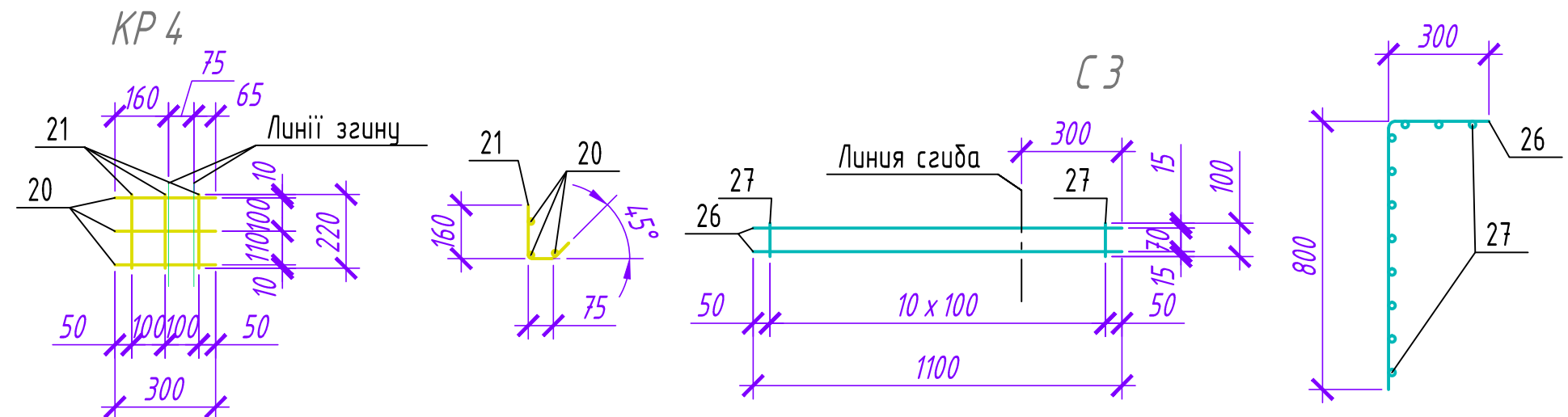
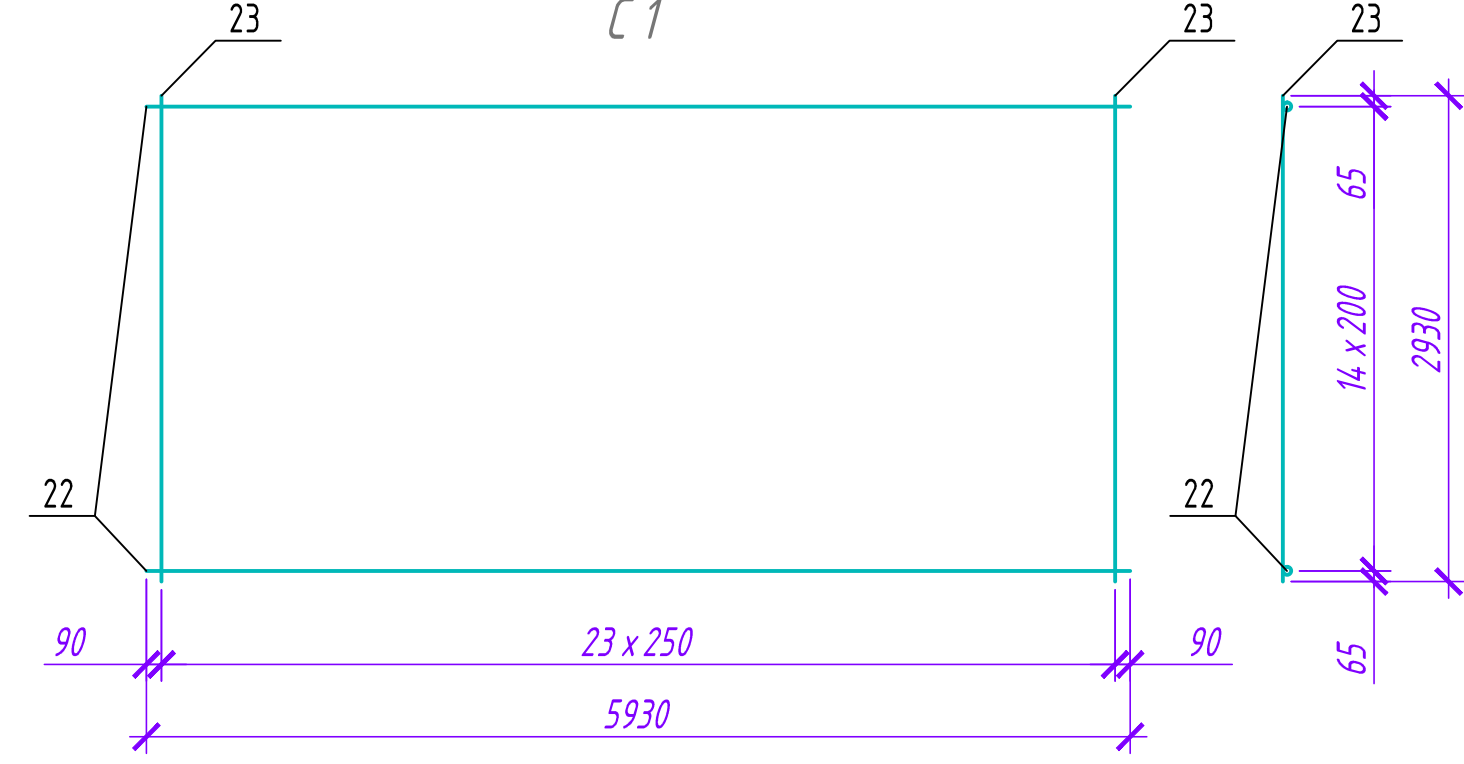
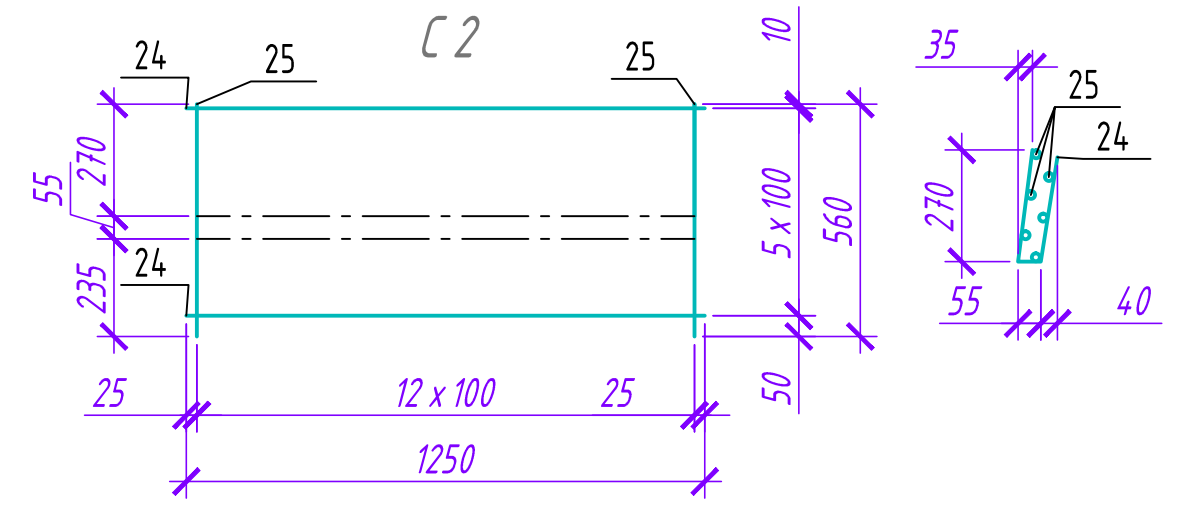
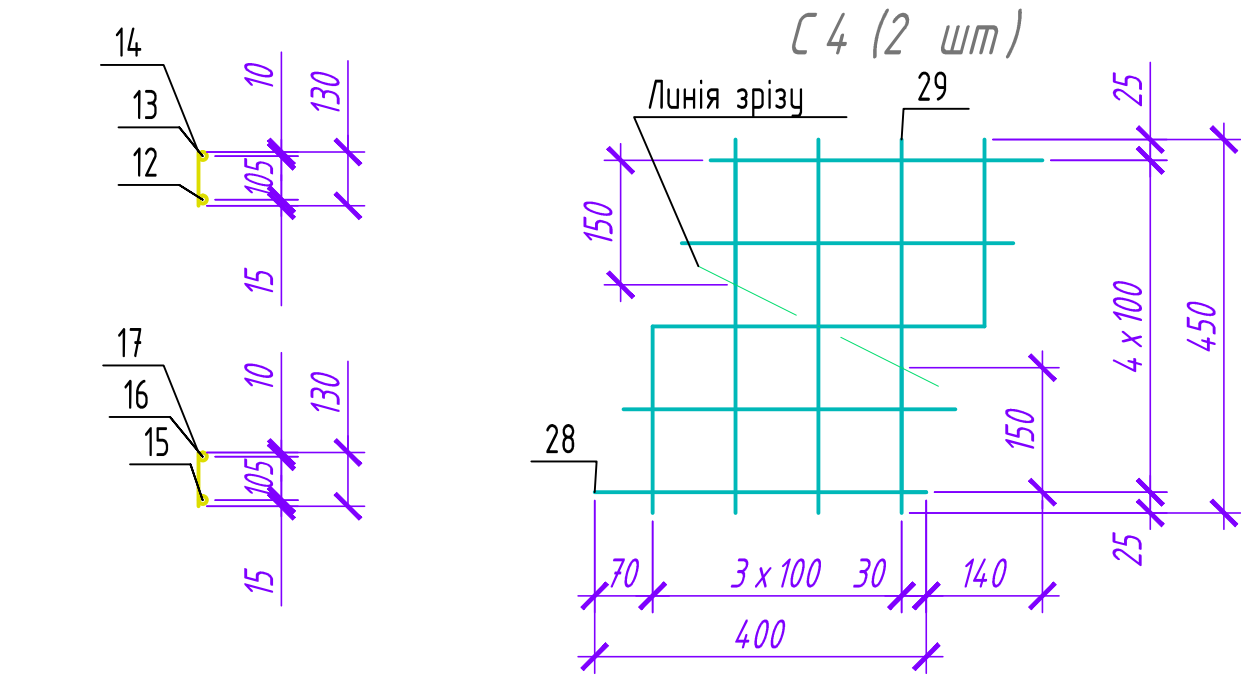
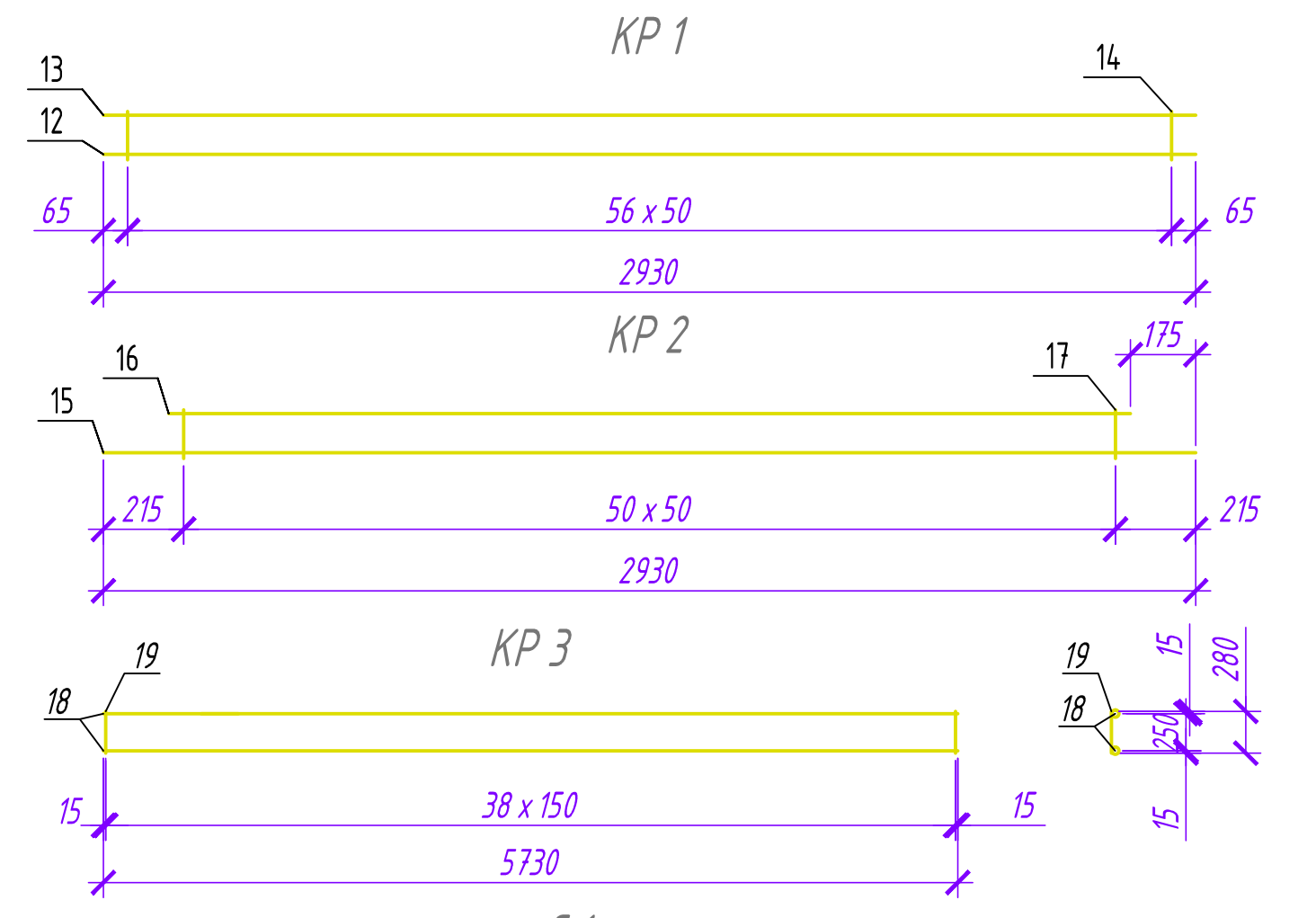
Фасад Г-А



					2 .9976672.			
					Варіантне проектування молочного цеху в с. Супрунівка Полтавської області			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Ліdlис	Дата	Стадя	Аркуш	Аркушів
Виконав						МР	6	12
Керівник								
					Фасад 1-11, Фасад 11-1, Фасад А-Г, Фасад Г-А.			
Н.Контроль								
Зав.кафедри								

РОЗРАХУНОК ТА КОНСТРУЮВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ РЕБРИСТОЇ ПЛИТИ

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
		Плита П 12 (З ПГ 6-3 А IV) Складальні одиниці		
1		Каркас плоский КР 1	1	
2		КР 2	5	
3		КР 3	2	
4		КР 4	4	
5		Сітка арматурна С 1	1	
6		С 2	4	
7		С 3	4	
8		С 4	4	
9		Виріб закладний МН 1	2	
10		МН 2	2	
		Деталі		
		Ø18 А 600 ГОСТ 5781-82* l=6000, 11,99 кг	2	
		Матеріали		
		Бетон класу В 20		1,07 м ³



Відомість витрати сталі на елемент, кг.

Марка елемента	Напружена арматура класу		Вироби арматурні Арматура класу												Вироби закладні Арматура класу												Загальна витрата								
	К 1400		А 600		А 400				А 240				Вр 500				А 400				А 240				С 235										
	ГОСТ 13840-68*	ГОСТ 5781-82*	Разом	ГОСТ 5781-82*	ГОСТ 5781-82*	ТУ 14-170-217-94	Разом	ГОСТ 5781-82*	ГОСТ 5781-82*	ГОСТ 103-76*	ГОСТ 82-70*	ГОСТ 6727-80*	Разом	ГОСТ 5781-82*	ГОСТ 5781-82*	ГОСТ 103-76*	ГОСТ 82-70*	ГОСТ 6727-80*	Разом																
З ПГ 6-3 А IV	-	-	23.97	23.97	23.97	2.75	-	9.03	2.60	14.39	-	-	-	6.15	14.68	12.65	33.48	4.787	-	1.36	1.95	0.17	3.48	2.27	-	2.27	-	-	-	-	-	2.76	2.76	8.51	80.35
2 ФС 24-3 К 7	160.70	160.70	-	-	160.70	17.58	4.235	-	252.64	312.56	4.8.12	1.28	4.9.40	-	-	24.13	24.13	386.08	2.60	-	4.97	-	7.58	-	13.61	13.61	9.10	9.10	20.80	13.56	34.36	-	-	64.65	611.44

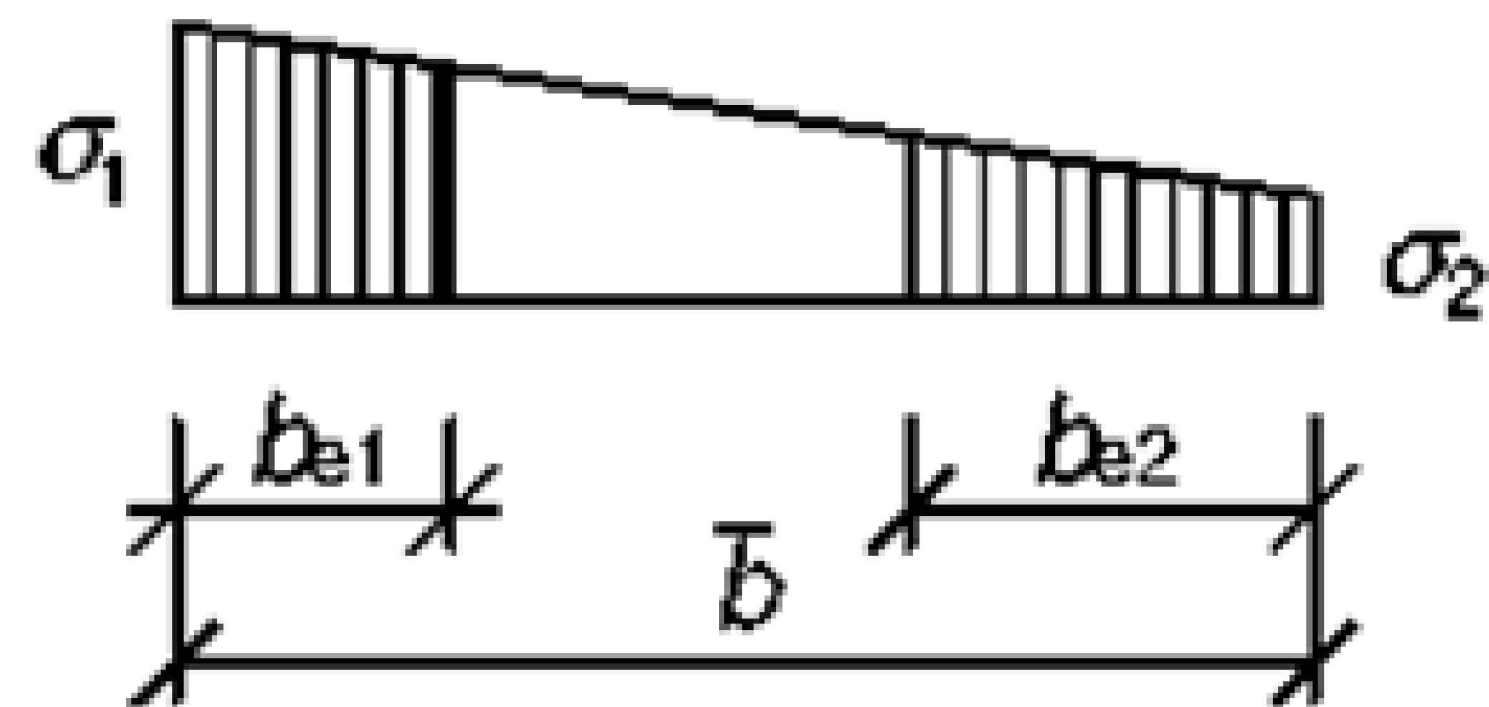
Поз.	Ескіз
31	
32	
33	

- Натяг арматури поз. 11 виконати електротермічним способом.
- Зусилля попереднього натягу одного стержня поз. 11 - 135.1 кН.
- Попередньо напружену арматуру плити відпустити при передаточній міцності бетону R_{пр} = 14 МПа.
- Зварні сітки та каркаси виготовити із застосуванням точкового зварювання по ГОСТ 14.098-91.
- Закладний виріб МН 2 є дзеркальним відображенням закладного виробу МН 1.

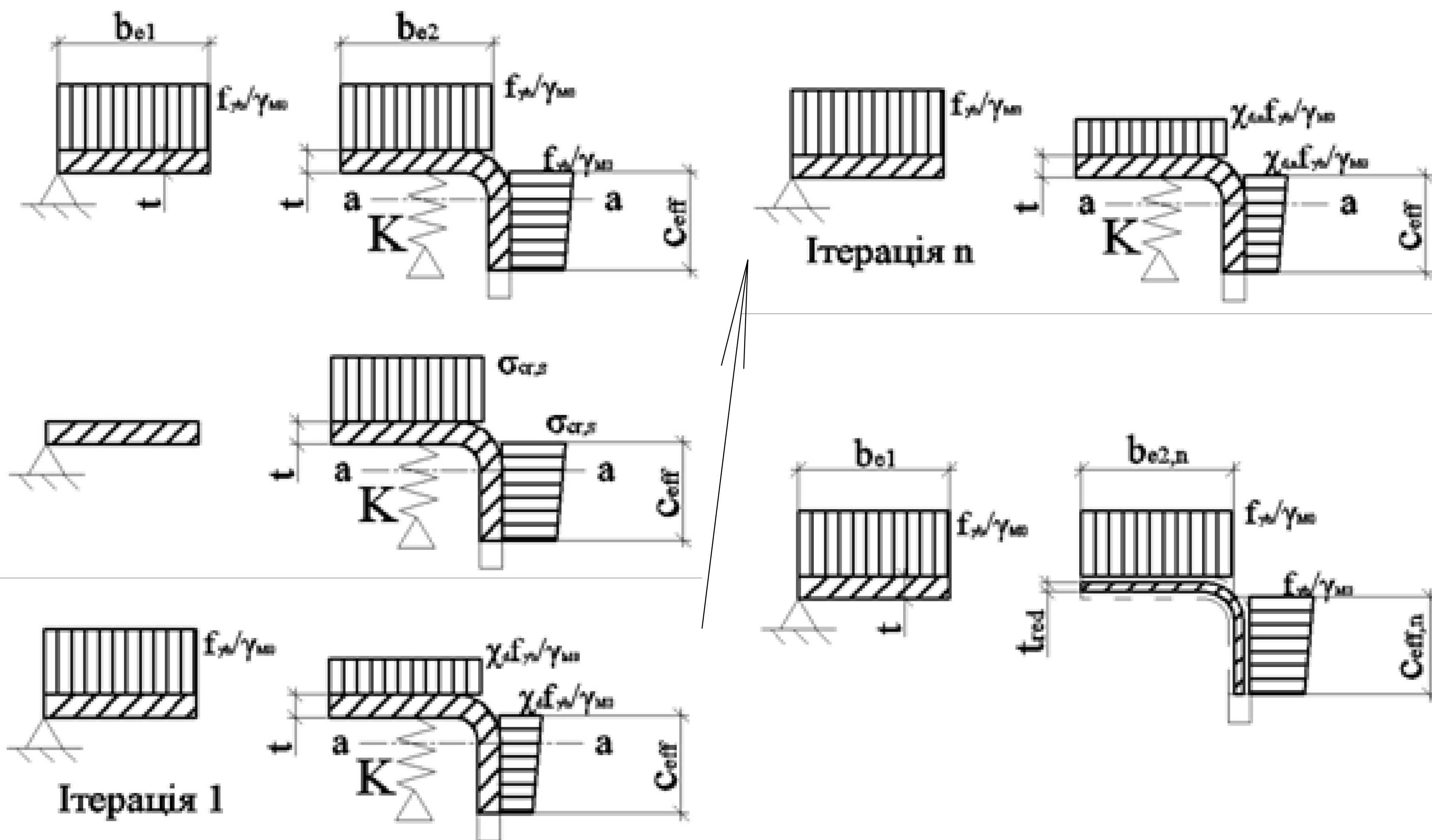
2 .9976672.						
Варіантне проектування молочного цеху в с. Супрунівка Полтавської області						
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис Дата		
Виконав						
Керівник						
Розрахунок залізобетонної ребристої плити покриття				Сталі	Аркуш	Аркушів
				MP	8	12
Схеми армування плити покриття. Специфікації. Відомість витрати сталі						
Н.Контроль						
Зав.кафедри						

РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОНКОСТІННИХ ХОЛОДНОФОРМОВАНИХ ПРОФІЛІВ ЗА ЄВРОКОД 1993-1-3

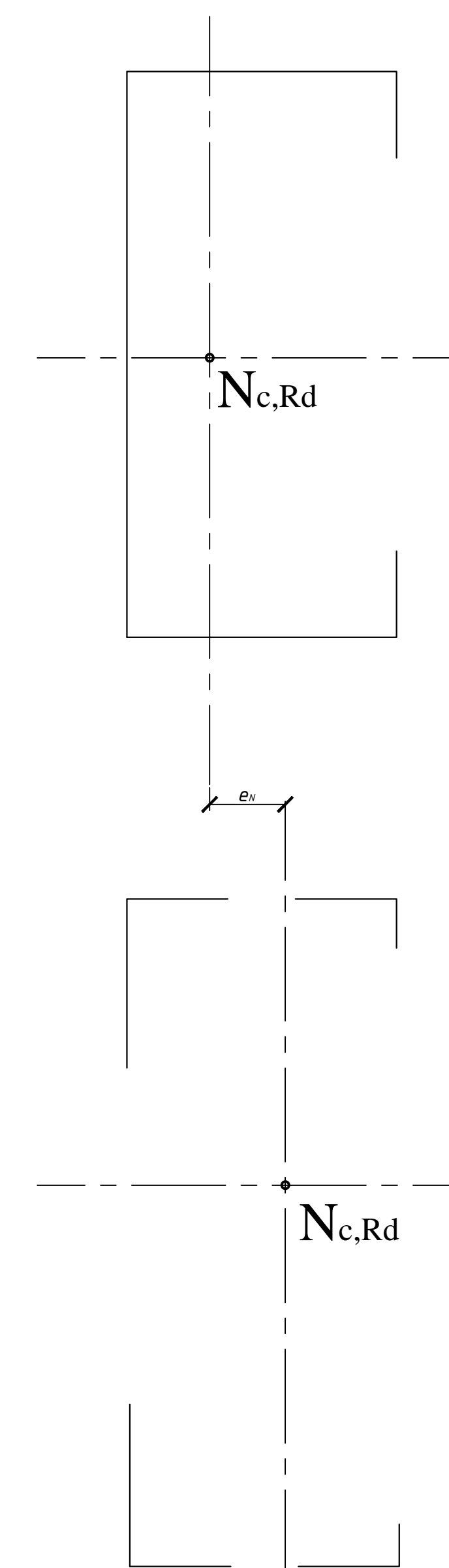
1. Визначення початкових ефективних геометричних характеристик стиснутих частин перерізу:



2. Уточнення характеристик ефективного перерізу крайових елементів жорсткості з урахуванням можливості втрати стійкості форми перерізу (за допомогою ітераційного процесу):



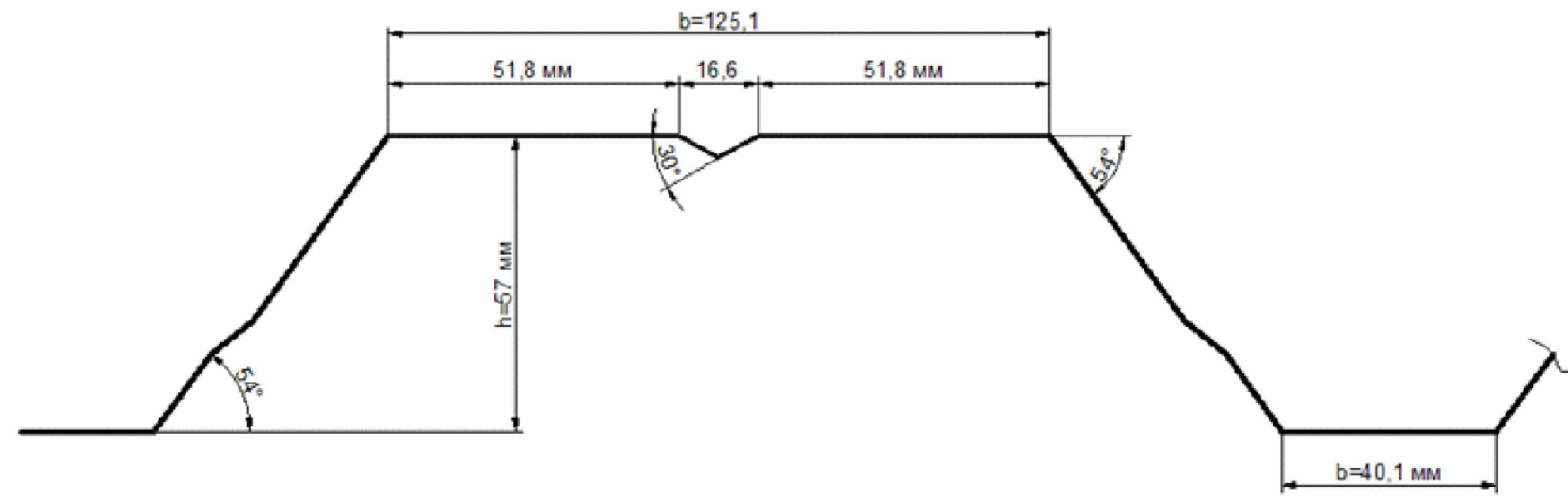
3. Ітеративний перерахунок ефективних характеристик перерізу через зміну положення центру ваги та перерозподіл напружень:



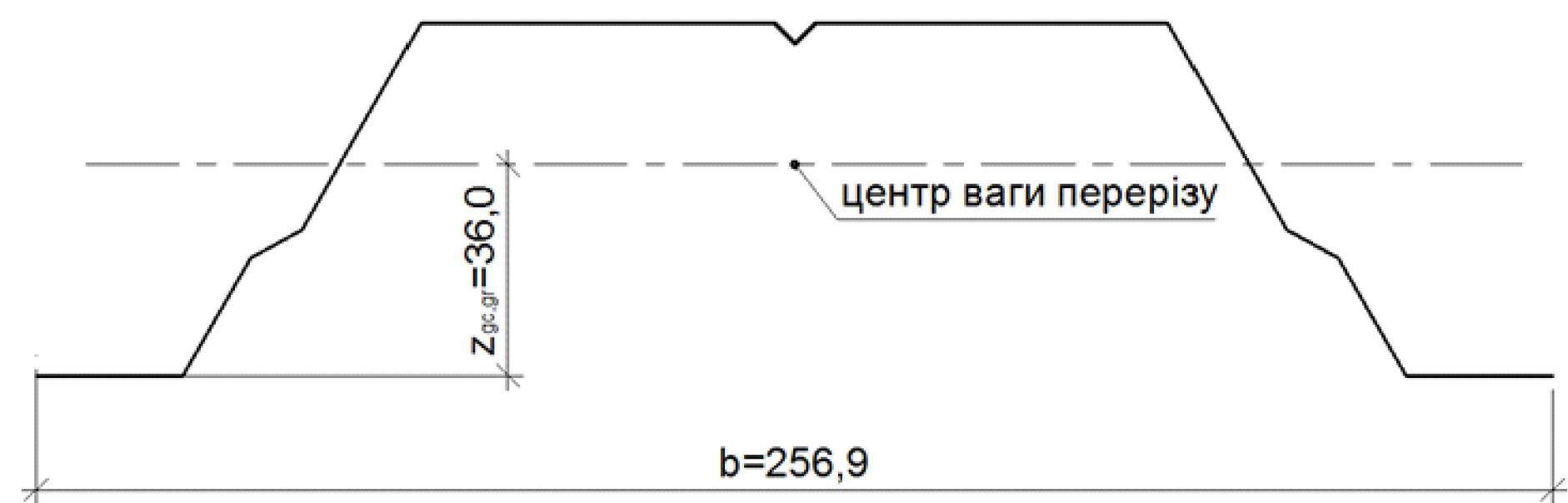
					2 .9976672.			
					Варіантне проектування молочного цеху в с. Супрунівка Полтавської області			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Лідис	Дата	Статя	Аркуш	Аркушів
Виконав						MP	9	12
Керівник						Методика визначення ефективного перерізу холодноформованого стиснутого елемента		
Н.Контроль								
Зав.кафедри								

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЕВОГО ПРОФІЛЬОВАНОГО НАСТИЛУ

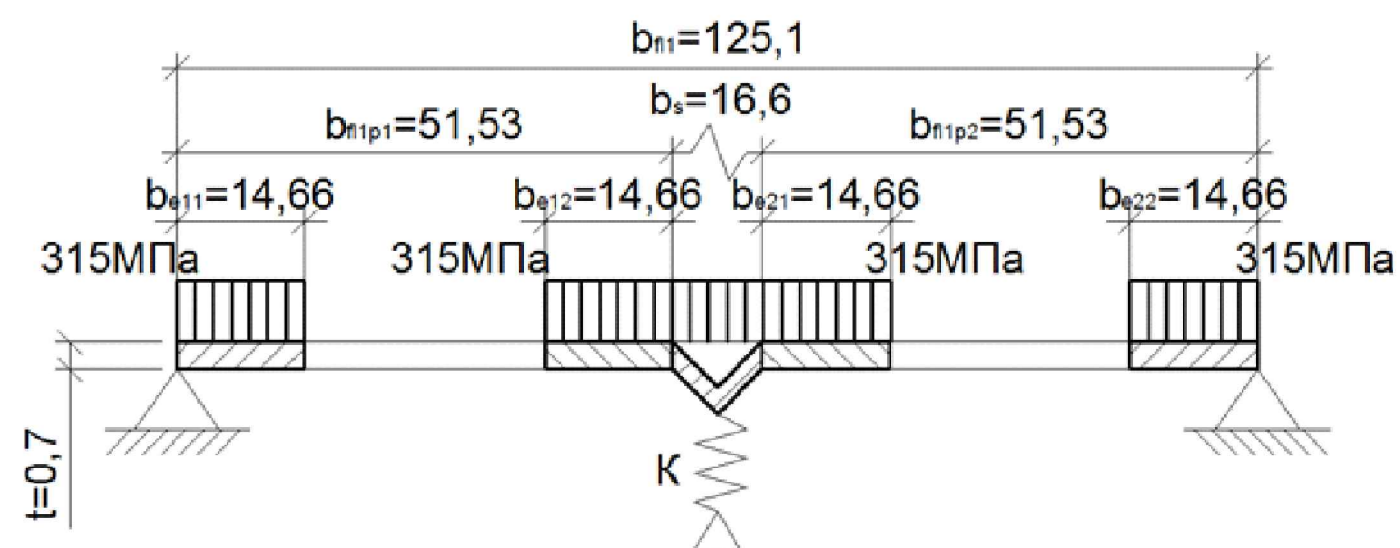
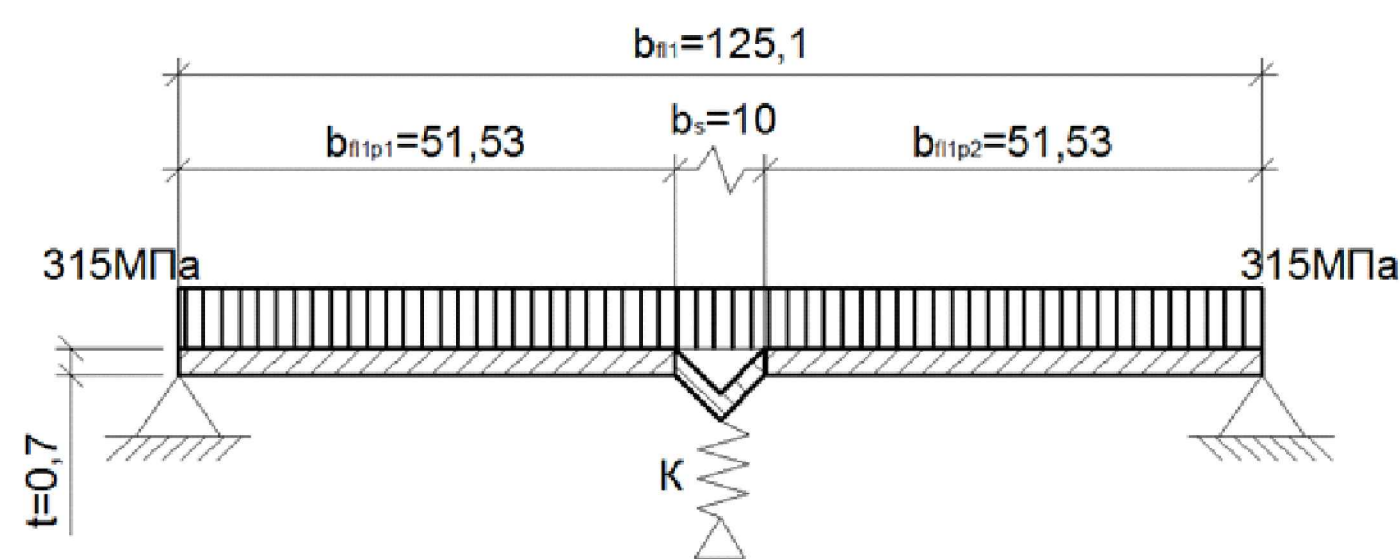
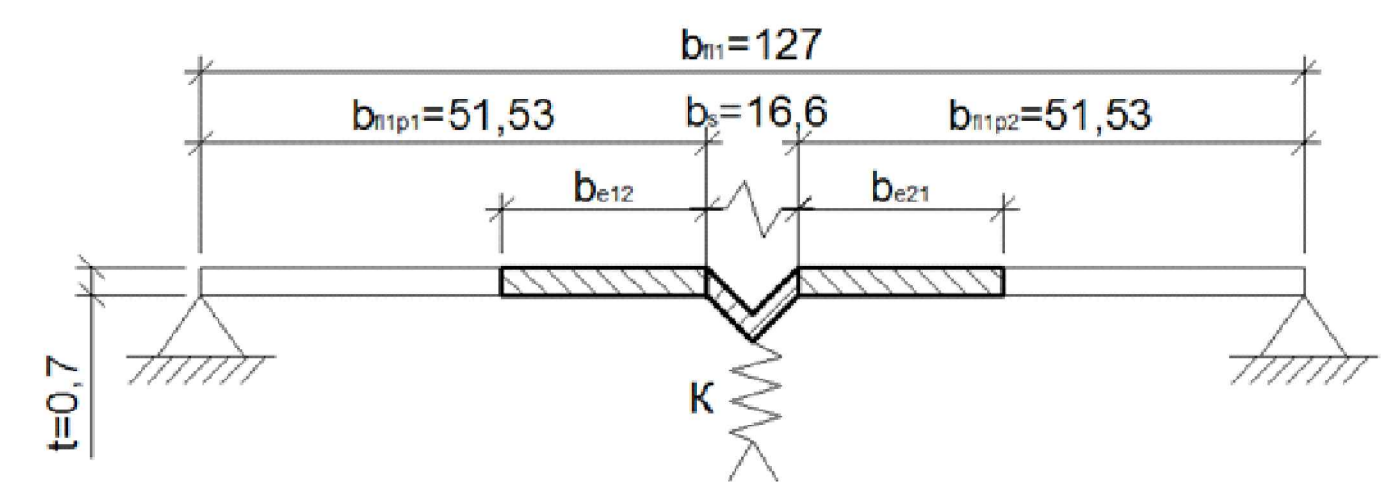
Початковий переріз листа



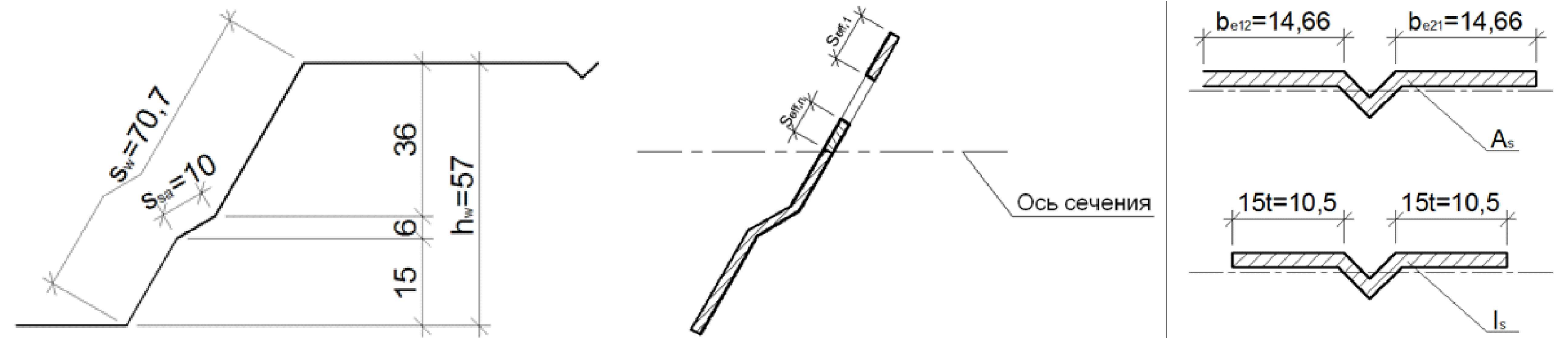
Визначення початкового центру ваги перерізу



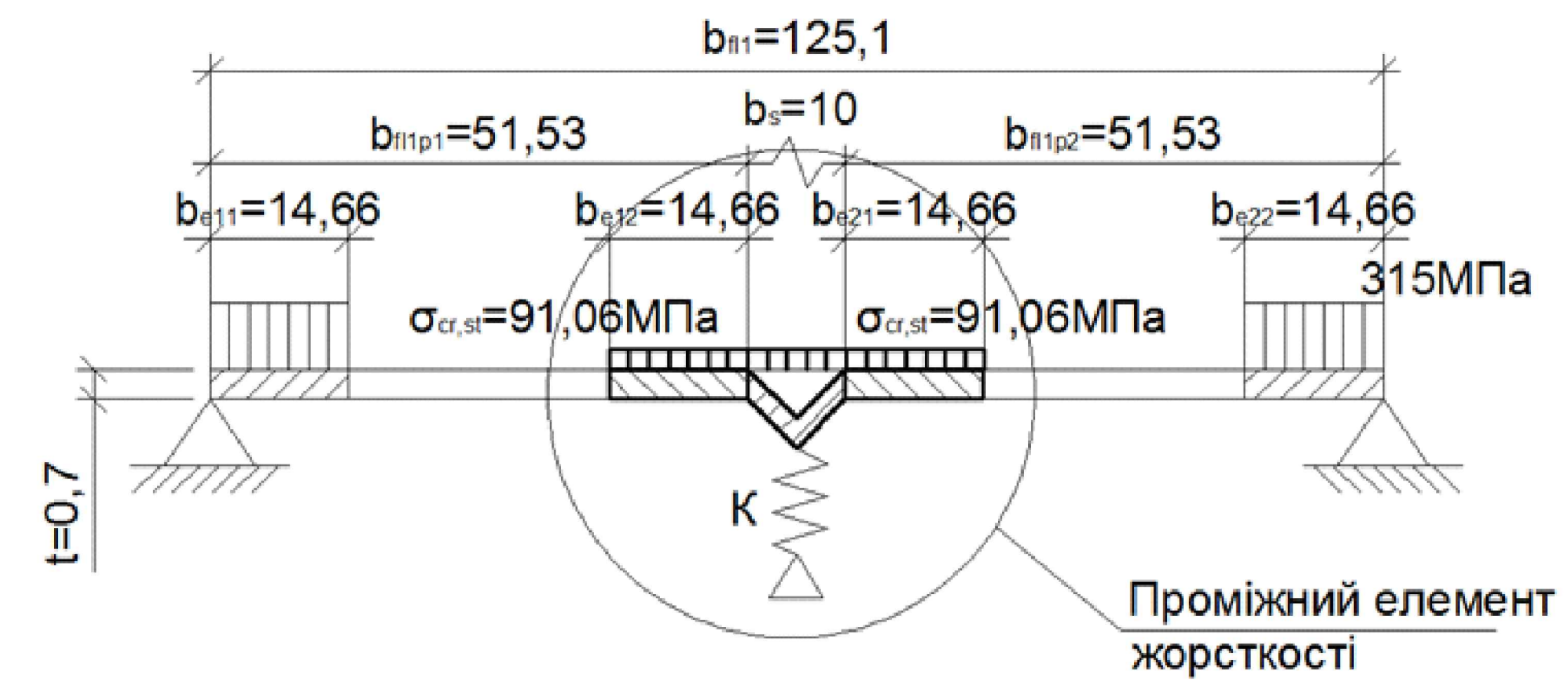
Визначення початкового ефективного перерізу елемента жорсткості полицки



Визначення ефективного перерізу стінки



Остаточний ефективний переріз стиснутої полицки



Остаточний ефективний переріз профілю



					2 .9976672.			
					Варіантне проектування молочного цеху в с. Супрунівка Полтавської області			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Лідис	Дата	Статя	Аркуш	Аркушів
Виконав						MP	10	12
Керівник								
					Визначення ефективних геометричних характеристик сталевих профільованого настилу Т57-07			
Н.Контроль								
Зав.кафедри								

ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ ТА ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО КОНСТРУКТИВНОГО ВИРІШЕННЯ ПОКРИТТЯ

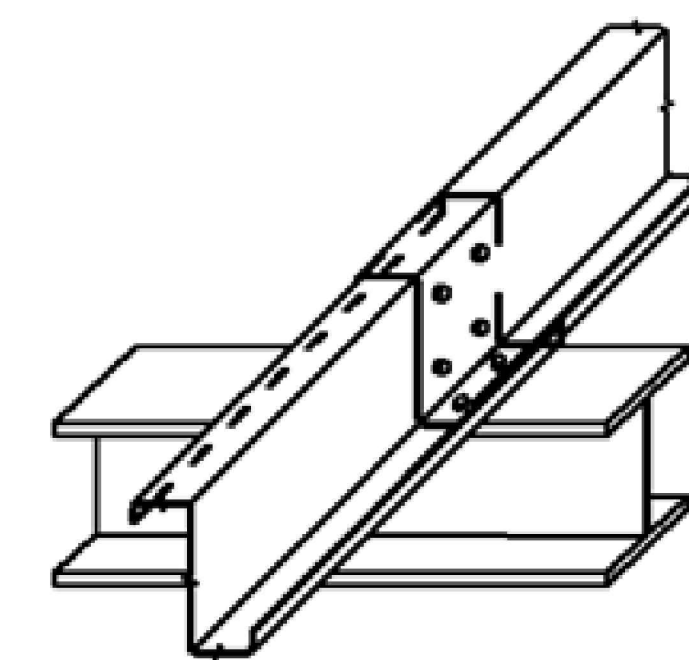
Порівняння вартості варіантів конструктивних вирішень покрівлі

Найменування витрат	ВАРІАНТ №1 профнастил			ВАРІАНТ №2 з/б плити		
	Вартість , тис. грн.			Вартість , тис. грн.		
	всього	у тому числі:		всього	у тому числі:	
будівельних робіт		інших витрат	будівельних робіт		інших витрат	
Прямі витрати в т. ч.	781,86	781,86	-	634,391	634,391	-
Заробітна плата	75,897	75,897	-	67,73	67,73	-
Вартість матеріальних ресурсів	673,164	673,164	-	540,285	540,285	-
Вартість експлуатації будівельних машин і механізмів	32,799	32,799	-	26,376	26,376	-
Загальновиробничі витрати	69,578	69,578	-	59,191	59,191	-
Інші супутні витрати	54,233	-	-	46,552	-	-
Разом	905,671	851,438	54,233	740,134	693,582	46,552
Прибуток	13,477	13,477	54,233	11,634	11,634	46,552
Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій	6,117	-	6,117	5,280	-	5,280
Разом (пп. 1-9)	925,264	864,915	60,350	757,048	705,216	51,832
Податки, збори, обов'язкові платежі, встановлені чинним законодавством і не враховані складовими вартості будівництва (крім ПДВ)	-	-	-	-	-	-
Разом вартість робіт крім ПДВ	925,264	864,915	60,350	757,048	705,216	51,832
Податок на додану вартість (20 %)	185,053	-	185,053	151,410	-	151,410
Всього вартість робіт	1110,317	864,915	245,402	908,458	705,216	203,242

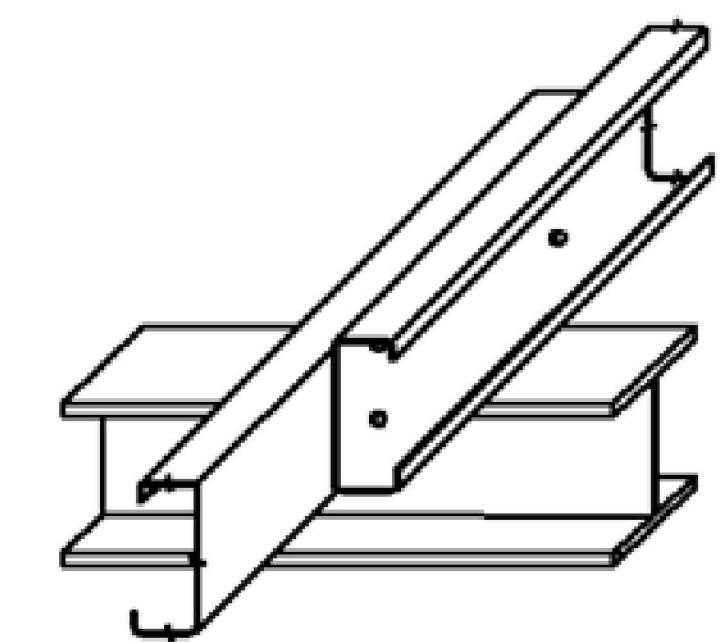
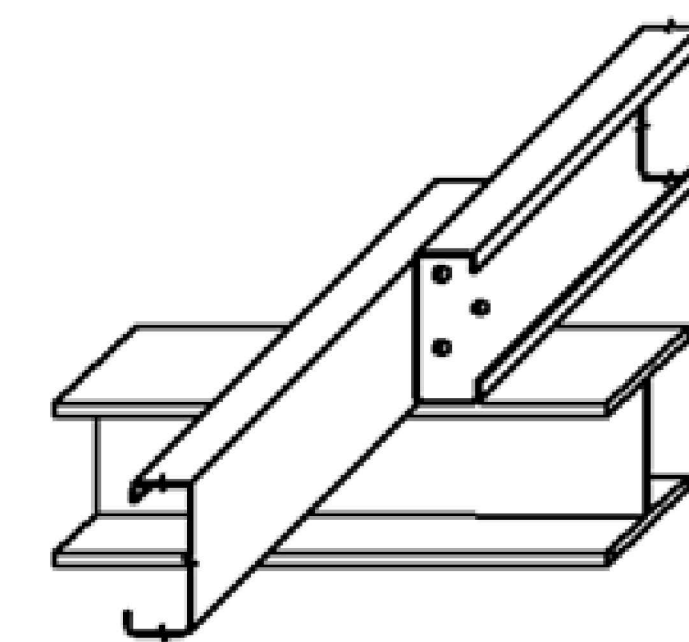
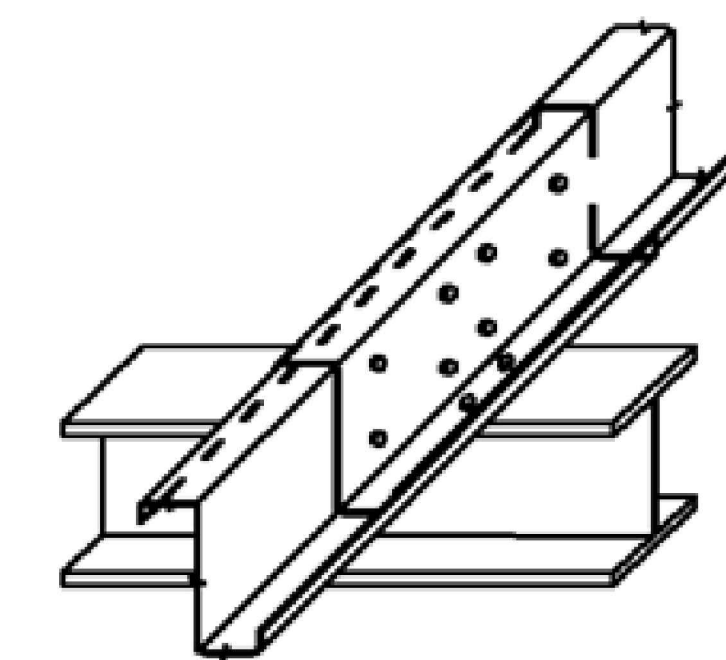
Конструктивні рішення покрівлі з легких сталевих тонкостінних профілів

Забезпечення нерозрізності прогонів:

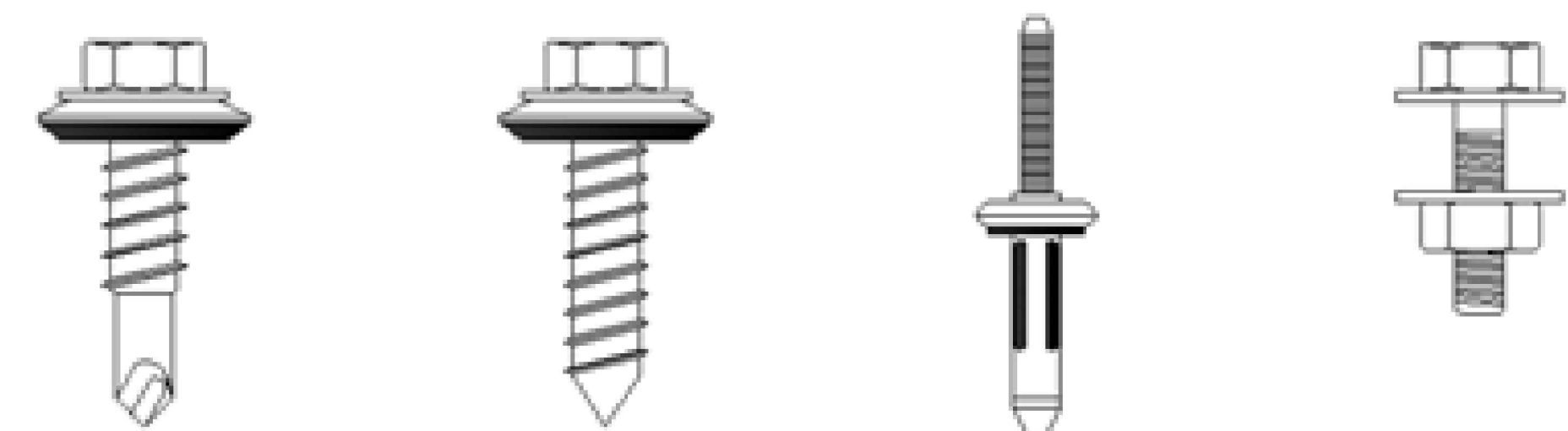
РОЗРІЗНІ



НЕРОЗРІЗНІ



Елементи кріплення прогонів та настилу



					2 .9976672.			
					Варіантне проектування молочного цеху в с. Супрунівка Полтавської області			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Ліпис	Дата	Статя	Аркуш	Аркуші
Виконав						MP	11	12
Керівник								
					Порівняння вартості варіантів конструктивних вирішень покриття			
					Порівняння вартості варіантів конструктивних вирішень покрівлі з ЛСТК			
Н.Контроль								
Зав.кафедри								

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі проведено варіантне проектування каркасу та несучих конструкцій покрівлі молочного цеху у с. Супрунівка Полтавської області

У результаті проведеної роботи:

1. Вивчено технологію виготовлення та використання у будівництві легких сталевих тонкостінних профілів та профільованих листів. Визначено особливості застосування елементів такого типу в якості несучих елементів покрівель. Проведено Розглянуто технологію виробництва ребристих залізобетонних плит.

2. Виконано варіантне проектування каркасу одноповерхової виробничої будівлі молочного цеху та визначено економічно доцільніший варіант.

3. Проаналізовано існуючу європейську методику розрахунку міцності сталевих профільованого настилу, яка враховує вплив втрати місцевої стійкості та стійкості форми перерізу стиснутих ділянок перерізу шляхом використання ефективних геометричних характеристик.

4. Виконано розрахунок та конструювання збірної залізобетонної плити покриття. Проведено розрахунок міцності профільованого настилу за нормами Єврокод для заміни ним збірних залізобетонних плит.

5. Проведено розрахунок та порівняння вартості виконання покриття цеху зі збірних залізобетонних ребристих плит та сталевих профільованого настилу по холодноформованих прогонах та доведено економічну ефективність (22% економії вартості) використання тонкостінних сталевих конструкцій у покриттях будівель.

						2 .9976672.			
						Варіантне проектування молочного цеху в с. Супрунівка Полтавської області			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Ліди́с	Дата	Статя	Аркуш	Аркушів	
Виконав						Загальні висновки	MP	12	12
Керівник									
Н.Контроль						Загальні висновки			
Зав.кафедр									

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПОКРИТТІВ ІЗ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕБРИСТИХ ПЛИТ ТА СТАЛЕВИХ ПРОФІЛЬОВАНИХ НАСТИЛІВ.....	10
1.1. Характеристика технологічного процесу в проєктованій будівлі.....	10
1.2. Технологія покриттів із ребристих залізобетонних плит.....	12
1.2.1. Використання та основні властивості ребристих ЗБ плит.....	12
1.2.2. Вибір сировинних матеріалів.....	16
1.2.3. Особливості виробництва суцільних плоских, ребристих і криволінійних плит і панелей.....	20
1.3. Технологія покриттів зі сталевих профільованих настилів та тонкостінних профілів.....	26
1.3.1 Застосування легких сталевих профілів у будівництві.....	26
1.3.2. Прогони покриття.....	31
1.3.3. Настили покриття.....	37
1.4. Висновки і задачі роботи.....	42
РОЗДІЛ 2. ВИБІР КОНСРУКТИВНОГО ВИРІШЕННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ОСНОВНОГО КАРКАСУ ОДНОПОВЕРХОВОЇ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ МОЛОЧНОГО ЦЕХУ.....	44
2.1. Підбір варіантів конструкцій основного каркасу ОВБ.....	44
2.1.1. Загальні конструктивні вирішення.....	44
2.1.2. Конструкції основного каркасу зі збірних залізобетонних елементів (варіант №1).....	45
2.1.3. Конструкції основного каркасу зі сталевих елементів (варіант №2).....	48
2.1.4. Порівняння варіантів основного каркасу будівлі.....	48

2.2. Об'ємно-планувальне вирішення та опис конструкцій будівлі.....	50
2.2.1. Загальна характеристика об'ємно-планувального вирішення.....	50
2.2.2. Конструктивне вирішення будівлі.....	51
2.3. Вибір варіантів несучих конструкцій покрівлі.....	66
2.4. Висновки.....	67
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ РЕБРИСТОЇ ПЛИТИ	
ПОКРИТТЯ.....	68
3.1 Призначення розмірів і вибір матеріалів плити покриття.....	68
3.2 Розрахунок полиці панелі.....	70
3.3 Проектування поперечного ребра.....	72
3.3.1 Збір навантажень на поперечне ребро. Розрахункова схема.	
Визначення зусиль в поперечному ребрі.....	72
3.3.2 Розрахунок поперечного ребра на міцність по нормальному	
перерізу.....	73
3.3.3 Розрахунок поперечного ребра на міцність по похилому перерізу	
на дію поперечної сили.....	74
3.4 Проектування подовжніх ребер.....	75
3.4.1 Збір навантажень на подовжні ребра. Розрахункова схема.	
Визначення зусиль в подовжньому ребрі.....	75
3.4.2 Розрахунок подовжнього ребра на міцність по нормальному	
перерізу.....	76
3.4.3 Обчислення геометричних характеристик приведенного перерізу..	78
3.4.4 Визначення втрат попередньої напруги і зусилля обтискання.....	79
3.4.5 Розрахунок подовжнього ребра на міцність по похилому	
перерізу.....	80
3.4.6 Розрахунок плити за другою групою граничних станів.....	83
3.5 Висновки.....	85
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ПРОФІЛЬОВАНОГО ТРАПЕЦІСПОДІБНОГО	
НАСТИЛУ ЗА EN 1993-1-3:2006.....	86
4.1. Теоретичні передумови розрахунку сталевого профнастилу.....	86

4.2. Розрахунок профільованого настилу.....	102
4.2.1. Перевірка відповідності геометричних пропорцій умовам п. 5.2 EN1993-1-3.....	102
4.2.2. Розрахунок ефективних геометричних характеристик.....	104
4.2.2.1. Геометричні характеристики повного перерізу.....	104
4.2.2.2. Ефективні геометричні характеристики стислих полиць з проміжними елементами жорсткості з урахуванням впливу втрати місцевої стійкості.....	105
4.2.2.3. Ефективні геометричні характеристики стислих полиць з проміжними елементами жорсткості з урахуванням впливу місцевої втрати стійкості і втрати стійкості форми перерізу.....	108
4.2.3. Ефективні геометричні характеристики стисло-розтягнутої стінки профілю.....	124
4.2.4. Ефективні геометричні характеристики трапецієподібного профільованого листа в положенні “позитив”.....	125
4.3. Висновки.....	127
РОЗДІЛ 5. ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ ТА ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО КОНСТРУКТИВНОГО ВИРІШЕННЯ ПОКРИТТЯ.....	128
5.1. Зведений кошторисний розрахунок вартості улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із ребристих залізобетонних плит.....	129
5.2. Зведений кошторисний розрахунок вартості улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із профільованого настилу.....	145
5.3. Порівняння варіантів.....	161
5.4. Висновки.....	162
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	163
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	164

ВСТУП

Актуальність теми. В останні роки динамічно прискорюється розвиток агропромислової галузі господарства України. Одним із пріоритетних напрямків розвитку є молочна галузь. У результаті притоку інвестицій, виникає можливість збільшення потужностей із виробництва не тільки сировини, але й продуктів із високою доданою вартістю, що спонукає до будівництва нових та розширення можливостей існуючих підприємств

При цьому досвід фінансових криз переконує в необхідності постійного пошуку більш ефективних конструкцій, матеріалів та інженерних вирішень. У той же час, застосування сучасних матеріалів та конструкцій можливе тільки після обґрунтування доцільності та доведення позитивного економічного ефекту від їх застосування. а також освоєння відповідних методик із їх розрахунку та проектування.

Отже, робота присвячена актуальній науково-технічній задачі варіантного проектування конструкцій на прикладі одноповерхової виробничої каркасної будівлі молочного цеху, а також освоєння європейських норм із розрахунку та конструювання покрівель із легких сталевих тонкостінних конструкцій.

Метою роботи є визначення особливостей розрахунку та проектування несучих елементів покрівель із легких сталевих тонкостінних конструкцій.

Завдання дослідження:

- виконати порівняння двох варіантів каркасу будівлі (на основі залізобетонного та сталевих каркасів) та обрати оптимальний варіант;
- виконати розрахунок та конструювання ребристої залізобетонної плити покриття;
- виконати розрахунок несучої здатності сталевих профільованих настилу покриття згідно європейських норм проектування;
- порівняти економічну доцільність застосування того чи іншого варіанту покрівлі та обрати найбільш вигідне рішення.

Об'єкт дослідження: одноповерхова каркасна виробнича будівля молочного цеху.

Предмет дослідження: варіантне проектування основного каркасу та покрівлі будівлі.

Методи дослідження:

- методи будівельної механіки при розрахунку та конструюванні ребристої залізобетонної плити та покриття зі сталевих тонкостінних профілів;

- розрахунок залізобетонних елементів за допомогою програмних комплексів на ЕОМ;

Наукова новизна та практичне значення одержаних результатів полягає в наступному:

- проведено класифікацію покрівель на основі ЛСТК та їх елементів, проаналізовано міжнародний досвід будівництва із застосуванням легких сталевих тонкостінних конструкцій;

- розглянуто сучасні напрямки досліджень ЛСТК, проаналізовано існуючу європейську методику розрахунку міцності холодноформованих елементів та врахування взаємодії прогонів з настилами;

- виконано розрахунок сталевих профільованих настилу за методикою Єврокод 1993;

- виконано варіантне проектування будівлі цеху із виробництва 11,5 тонн молочної продукції за добу в с. Супрунівка.

Обсяг та структура роботи. Дипломна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків та списку використаних літературних джерел із 80 найменувань. Робота викладена на 172 сторінках, із них 164 сторінки основного тексту, в тому числі 76 рисунків та 49 таблиць, і 8 сторінок списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПОКРИТТІВ ІЗ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕБРИСТИХ ПЛИТ ТА СТАЛЕВИХ ПРОФІЛЬОВАНИХ НАСТИЛІВ

1.1. Характеристика технологічного процесу в проектованій будівлі

Цех з виробництва молокопродуктів розрахований на приймання 36 т цілісного молока в добу, переробку його на нежирне згущене молоко з цукром за ГОСТ 4771-60 «Консервы молочные. Молоко нежирное сгущенное с сахаром. Технические условия» і масло вершкове за ГОСТ Р 52969-2008 «Масло сливочное. Технические условия».

Продуктивність цеху :

- з виробництва згущеного молока з цукром - 10 т/зміну;
- з виробництва масла вершкового - 1,5 т/зміну.

Технологічна схема виробництва зображена на рисунку 1.1.

Сировиною для виробництва служить молоко цілісне за ГОСТ Р 52054-2003. «Молоко натуральное коровье – сырье» і цукор за ГОСТ 21-94 «Сахар-песок». Доставка цукру здійснюється автотранспортом, молока - в автомолцистернах відповідно до графіку технологічних процесів :

- тривалість приймання молока - 3 години в зміну;
- тривалість зміни - 8 годин;
- режим роботи підприємства - однозмінний;
- число змін в році - 250.

Санітарну обробку автомолцистерн проводять в приймально-мийному відділенні за допомогою мийного агрегату високого тиску для автомолцистерн ЛМ-300/30/1-А.

Молоко приймає приймальник за об'ємом в приймальному відділенні, оснащеному станцією обліку і приймання молока з фільтрацією П8-ОПМ-25000. Приймання починають за 30 хв. до початку роботи. Охолодження і зберігання молока проводять в 3-х резервуарах для зберігання молока ОМГ- 10, розташованих в приймальному відділенні. Перекачування молока ведуть по

трубопроводах з нержавіючої сталі за допомогою насосів харчових молочних різних потужностей.

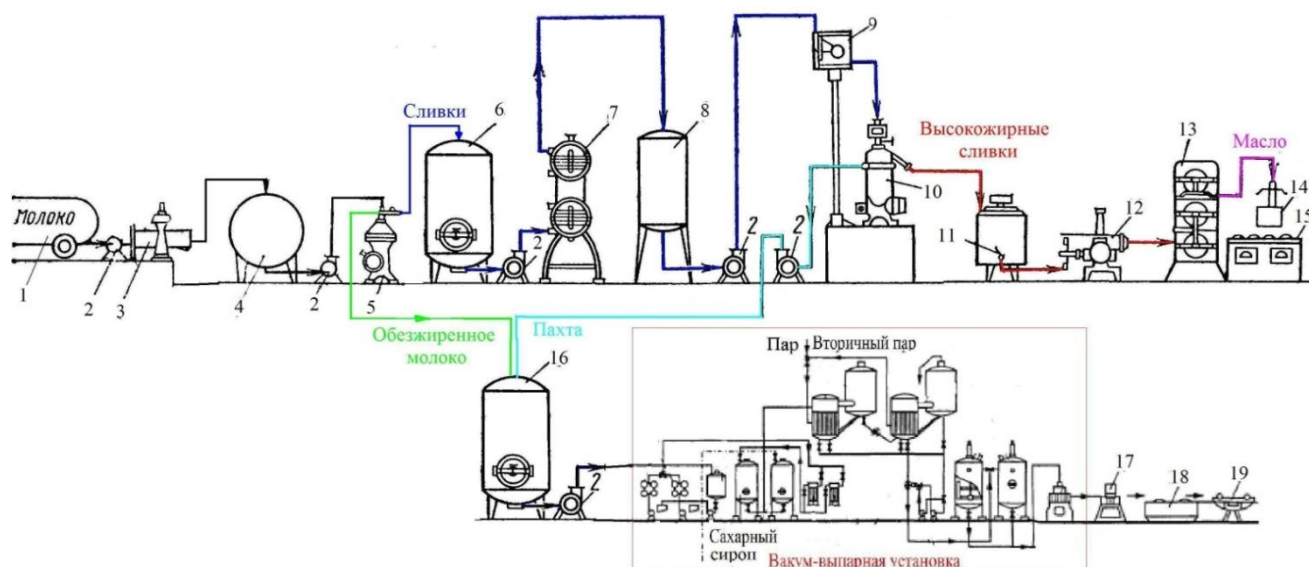


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва: 1 - автомолцистерна, 2 - насос, 3 - станція обліку і приймання молока з фільтрацією, 4 - резервуар для зберігання молока, 5 - сепаратор-вершковідділювач, 6 - резервуар для вершків, 7 - трубчаста установка пастеризації, 8 - дезодоратор, 9 - напірний бачок, 10 - сепаратор високожирних вершків, 11 - ванна для нормалізації, 12 - насос-дозатор, 13 - маслоутворювач, 14 - пакувальна машина, 15 - транспортер, 16 - резервуар для знежиреного молока і пахти, 17 - заочувальна машина, 18 - мийно-сушарний агрегат, 19 - етикетувальна машина

В цехові з виробництва вершкового масла сепаратор-вершковідділювач ОС2-Т3 розділяє цілісне молоко на вершки і знежирене молоко. Вершки надходять в ємність для їх проміжного зберігання, звідки насосом надходять на автоматизовану лінію виробництва вершкового масла П8-ОЛФ-01. Готове масло упаковується на автоматі фасування і упаковки вершкового масла АРМ і надходить в холодильну камеру для проміжного зберігання.

В процесі виробництва вершкового масла залишається пахта, вона змішується зі знежиреним молоком і надходять в ємність для їх проміжного зберігання. З місткості насосом суміш надходить у вакуум-випарну установку А2-ООВ-2, розташовану в цехові з виробництва згущеного молока, куди

подається і готовий цукровий сироп. Готове згущене молоко з цукром надходить в заочувальну машину, звідки після миття і сушки, консервні банки етикетують і вирушають на склад згущеного молока по транспортеру.

Контроль якостей сировини, що надходить, і готової продукції ведуть в хімічній, бактеріологічній лабораторіях і лабораторії важких металів і пестицидів. Тара, що надходить під згущене молоко – консервні банки, – перед загортанням миється в приміщенні миття і зберігання чистої тари.

Цукор, що надходить, зберігається на складі цукру, звідки подається в підготовче приміщення, в якому готується цукровий сироп.

Для миття основного устаткування передбачено відділення централізованого миття. Миття технологічного устаткування здійснюється розчином кальцинованої соди і розчинами кислоти і лугу, що надходять в бак установки В2-0У2-У для подальшої нейтралізації в ньому. Контроль кислотності в резервуарі мийної машини здійснюється за допомогою перетворювача П- 210.

Технологія виробництва максимально автоматизована, передбачається автоматизація роботи насосів, холодильних машин, вентиляційного устаткування. Управління устаткуванням здійснюється як місцево, так і дистанційно з операторської.

Передбачено приміщення для холодильної машини. Як холодильна машина застосована установка 1МКТ-28-2-0, що працює в автоматичному режимі залежно від роботи насосів крижаної води №1 і №2. Управління насосами крижаної води, оборотного водопостачання і вентилятором градирні виробляється ящиком Я5000К.

1.2. Технологія покриттів із ребристих залізобетонних плит

1.2.1. Використання та основні властивості ребристих залізобетонних плит

Застосування збірного залізобетону в промисловому будівництві відноситься до початку 30-х років, тобто до періоду значного зростання темпів індустріалізації будівництва. Для покриттів застосовувалися спочатку

залізобетонні або армопінобетонні плити розмірами 3x0,5 і 2x0,5 м, які укладалися на прогони. Такі покриття володіли певними перевагами в порівнянні з монолітними залізобетонними покриттями; однак роботи з улаштування покриттів із застосуванням дрібнорозмірних плит залишалися досить трудомісткими.

На початку 50-х років були розроблені залізобетонні плити покриттів розміром 6x1,5 м. Застосування таких плит вже здійснювалось за безпрогонною схемою. На початку 60-х років були розроблені більш економічні за вартістю і витратою матеріалів плити покриттів розміром 6x3 м, а плити розміром 6x1,5 м залишені тепер як добірні.

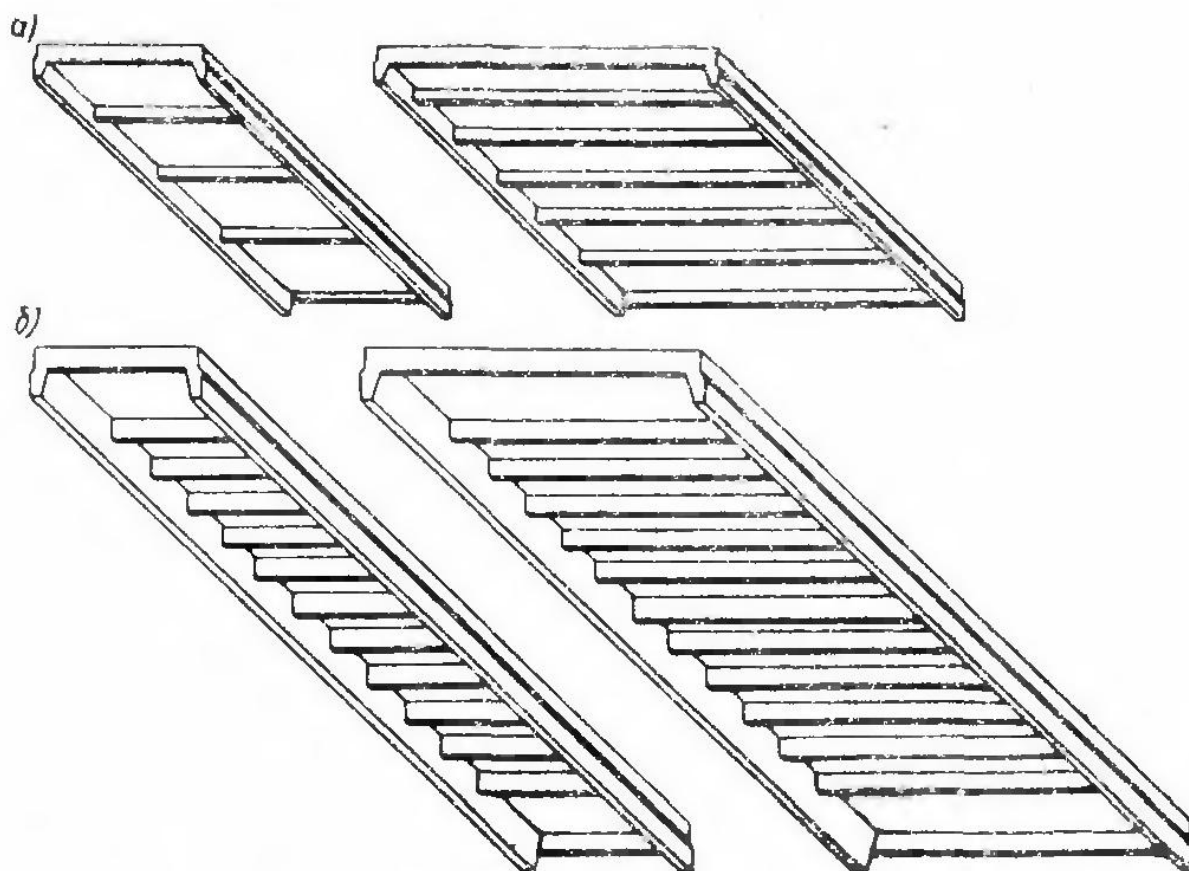
Перехід від прогонної схеми влаштування покриттів до безпрогонної різко скоротив число монтованих елементів, строки монтажу і знизив трудомісткість монтажних робіт.

Подальше вдосконалення конструкцій покриттів було пов'язано зі збільшенням розмірів несучих плит з ціллю їх застосування при кроці ферм 12 м без установки підкрокв'яних ферм. У 1958-1959 рр. на ряді підприємств був освоєний випуск залізобетонних плит розміром 12x1,5 м, а потім і плит розміром 12x3 м.

Широкому застосуванню ребристих залізобетонних плит в покриттях виробничих будівель сприяла їх універсальність. Вони відносно прості у виготовленні і монтажі. Такі плити можуть виготовлятися під різну навантаження без зміни зовнішніх розмірів. У полицях плит між поздовжніми і поперечними ребрами можна влаштовувати отвори для пропуску інженерного обладнання. Плити з небетонуємими полицями можуть бути використані для ділянок покриттів з легкоскридними покрівлями і для влаштування світлових прорізів. [29].

Залізобетонні ребристі плити виготовляють прольотами 6 і 12 м при ширині 1,5 і 3 м. Плити прольотом 6 м можуть бути з попереднім напруженням і без нього, а плити прольотом 12 м – тільки попередньо-напружені. Маса панелей складає від 1500 до 4000 кг.

Рибриста плита з номінальними розмірами в плані 6х1,5 м має полицю товщиною 30 мм, два подовжніх ребра висотою 300 мм і поперечні ребра висотою 140 мм.



8

Рисунок 1.2 – Збірні залізобетонні ребристі плити: а) довжиною 6м;
б) довжиною 12м

Подовжні і поперечні ребра плити армують плоскими зварними каркасами. Полицю армують зварною сіткою. Для кріплення плит до несучих конструкцій покриття по кінцям подовжніх ребер встановлюють коротиші з прокатних кутиків; коротиші приварені до подовжньої робочої арматури.

При ширині плити 3 м поперечні ребра розміщуються частіше (через 1 м), і полиця має товщину 25 мм.

Плити комплексної конструкції мають полицю товщиною 100, 120, 140 і 160 мм з ніздрюватого бетону на легких заповнювачах марки 50 і ребра висотою 200 мм з важкого бетону марки 200. Полицю армують двома зварними

сітками, ребра – плоскими зварними каркасами. В покриттях з плитами комплексної конструкції утеплювач не потрібен. [40]

Отвори для пропуску вентиляційних блоків розташовуються поза несучих ребер. У будинках з поздовжніми несучими стінами при дахах із зовнішнім водостоком плити розвиваються карнизом; з внутрішнім водостоком - мають перепад полиці для влаштування єндови. Заглиблена єндова сприяє стоку води до воронки внутрішніх водостоків.

Плити спираються на стіни на глибину від 90 мм і кріпляться між собою і зі стінами анкеруванням за стропувальні петлі. Плити армуються каркасами і сітками. У зоні сприйняття опорних і монтажних (закладення петель) зусиль вкладається додаткова арматура. Бічні грані плит забезпечені, що утворюють при замоноличуванні настилу розчинну шпонку. Нижні - стельові поверхні плит - підготовляються під фарбування; верхні - підпокрівельні - для захисту від зволоження в період зберігання покриваються бітумними мастиками і можуть бути обклеєні одним шаром руберойду. У будинках заввишки до п'яти поверхів із зовнішнім водостоком застосовуються двошарові плити. Залежно від розрахункової температури -25 і -30° С плити виготовляються відповідно мінімальною висотою 0,37 і 0,41 м, довжиною, розрахованою на товщину зовнішніх стін 0,51 і 0,64 м. У верхній зоні плит передбачені наскрізні вентиляційні канали. Вони можуть бути поздовжніми - циліндричними діаметром 60 мм, з кроком 165 мм, або поперечними - призматичними трикутного перетину з кроком 250 мм, накривають плоским азбестоцементним листом. У тому і іншому випадку мережа каналів доповнюється порожнинами, утвореними в стиках плит. Вентиляція підпокрівельної зони даху перешкоджає утворенню в товщі килима крижаних лінз і парових мішків при підвищеній вологості приміщень. Двошарові плити виготовляються з верхнім шаром з керамзитобетону марки 50, щільністю 900 кг/м^3 і нижнім шаром з керамзитобетону марки 150, щільністю 1600 кг/м^3 або з конструктивного бетону марки 200. Одношарові плити тієї ж конфігурації можуть бути виготовлені з керамзитобетону марки 75. Карнизна частина плити з виносом до

750 мм виконується з бетону, який використовується в нижньому шарі. До закладених в карниз дерев'яних пробок прибиваються сталеві милиці, що огинаються листами зливу. Карнизні вкладиші встановлюються за прорізаючими дах вентиляційними трубами. Їх стійкість в настилі забезпечується монтажними кріпленнями, а потім зварюванням стропувальних петель. Одношарові керамзитобетонні плити без вентиляційних каналів призначені для влаштування дахів з внутрішнім водостоком. Плити виготовляються з керамзитобетону марки 75, щільністю 1000-1200 кг/м³. Мінімальна товщина плит (0,35; 0,40 і 0,45 м) призначається залежно від розрахункової температури зовнішнього повітря та режиму експлуатації будівлі. Плити застосовуються для покриттів приміщень з нормальним вологісним режимом, що не вимагають вентиляції підпокрівельній зоні. [41]

1.2.2. Вибір сировинних матеріалів

Основними компонентами для виробництва ребристих залізобетонних плит є бетонна суміш, із застосуванням різних добавок, і арматурна сталь.

Бетон - найдавніший будівельний матеріал. Він використовувався при будівництві галерей єгипетського лабіринту (3600 років до н.е.), частини Великої Китайської стіни (3 ст до н.е.), найдавніших споруд на території Індії, Італії та інших країн. Однак масове застосування бетону в будівництві почалося з другої половини XIX ст після організації промислового випуску портландцементу.

В даний час бетон - основний будівельний матеріал, що широко застосовується для несучих і огорожувальних конструкцій житлових, цивільних і промислових будівель, а також для зведення спеціальних споруд.

Бетонну суміш, що представляє собою складну багатокомпонентну полідисперсну систему, отримують безпосередньо при замішуванні водою суміші цементу з заповнювачем. У неї входять тонкодисперсні частинки цементу, більші зерна дрібного і крупного заповнювача, що вводяться в ряді

випадків спеціальні добавки, вода і залучене в процес приготування суміші повітря.

Для приготування бетону будівельних конструкцій найбільш широко використовують неорганічні в'язучі речовини. Ці речовини при змішуванні з водою під впливом внутрішніх фізико-хімічних процесів здатні схоплюватися (переходити з рідкого або тістоподібного стану в каменоподібне) і тверднути (поступово збільшувати свою міцність). Розрізняють неорганічні в'язучі речовини водного (цементи) та повітряного (вапно, гіпс тощо) твердіння.

Найбільш широке застосування у виробництві бетону отримав портландцемент. Портландцемент - гідравлічне в'язуча речовина, що твердне у воді (найкраще) або на повітрі; це - порошок сірого кольору, одержуваний тонким помелом клінкеру з додаванням гіпсу. Клінкер отримують шляхом рівномірного випалу до спікання ретельно дозованої сировинної суміші, що містить близько 75-78% CaCO_3 і 22-25% ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$). Для отримання цементу високої якості необхідно, щоб його хімічний склад, а отже, і склад сировинної суміші були стійкі. При помелі до цементного клінкеру можна додавати 10 -20% гранульованих доменних шлаків або активних мінеральних (кремнеземистих) добавок.

В результаті випалення при температурі 1200-1450 ° С утворюються клінкерні мінерали: алюмоферитів кальцію змінного складу $x\text{CaO} * y\text{Al}_2\text{O}_3 * z\text{Fe}_2\text{O}_3$, трьохкальцієвий алюмінат $3\text{CaO} * \text{Al}_2\text{O}_3$, двухкальцієвий силікат $2\text{CaO} * \text{SiO}_2$ і трехкальцієвий силікат $3\text{CaO} * \text{SiO}_2$. Ці чотири сполуки - основні складові частини цементного клінкеру, але два останніх (силікати кальцію) становлять 70 - 80% його маси. Орієнтовний зміст різних мінералів в портландцементі складає: 37 - 60% $3\text{CaO} * \text{SiO}_2$ (умовне позначення C_3S); 15 - 37% $2\text{CaO} * \text{SiO}_2$ або C_2S ; 5 - 15% $3\text{CaO} * \text{Al}_2\text{O}_3$ або C_3A ; 10 - 18% $4\text{CaO} * \text{Al}_2\text{O}_3 * \text{F}_2\text{O}_3$ або C_4AF .

Цементна промисловість випускає, в основному, цементи марок 400-550, а за особливим замовленням - марки 600. Міцність цементу високих марок наростає швидше, ніж цементу низьких марок. Наприклад, міцність цементу

марки 500 вже через 3 доби становить 20 - 25 МПа, тому цементи високих марок є не тільки високоміцними, а й до певної міри швидкотверднучими. Застосування таких цементів забезпечує швидку розпалубку споруд і скорочує терміни виготовлення збірних залізобетонних конструкцій.

У бетоні застосовують великий і дрібний заповнювач, великий заповнювач, зерна якого крупніше 5 мм, підрозділяють на гравій та щебінь. Дрібним заповнювачем в бетоні є природний або штучний пісок. Щебінь отримують шляхом дроблення гірських порід.

Найчастіше в будівництві використовують вапняковий і гранітний щебінь, гравій являє собою пухку суміш вивітрених гірських порід. Зазвичай зустрічаються гравійно-піщані суміші із зернами різної крупності.

Для приготування бетонної суміші використовують водопровідну питну, а також будь-яку воду, яка має водневий показник рН не менше 4 (тобто не кисла, що не фарбує лакмусовий папір у червоний колір). Вода не повинна містити сульфатів більше 2700 мг/л (в перерахунку на SO_4) і всіх солей більше 5000 мг/л, у сумнівних випадках придатність води для приготування бетонної суміші необхідно перевіряти шляхом порівняльних випробувань зразків, виготовлених на даній воді і на звичайній водопровідній.

Для приготування бетонної суміші можна застосовувати морську та інші солоні води, що задовольняють наведеним вище умовам. Винятком є бетонування внутрішніх конструкцій житлових і громадських будівель і надводних залізобетонних споруд в жаркому і сухому кліматі, тому що морські солі можуть виступити на поверхні бетону і викликати корозію сталевих арматур.

Для регулювання властивостей бетону, бетонної суміші та економії цементу застосовують різні добавки в бетон. Їх поділяють на дві групи. До першої належать хімічні речовини, що додаються в бетон в невеликій кількості (0,1-2% маси цементу) для зміни в потрібному напрямку властивостей бетонної суміші та бетону. До другої відносять тонкомолоті матеріали, що додаються в

бетон в кількості 5-20% і більше для економії цементу або для отримання щільного бетону при малих витратах цементу.

Добавки, які регулюють властивості бетонних сумішей: пластифікуючі, тобто збільшують рухливість бетонної суміші; стабілізуючі, тобто попереджуючі розшарування бетонної суміші; водоутримуючі, що зменшують водовідділення.

Добавки, які регулюють схоплювання бетонних сумішей і тверднення бетону: прискорюють тужавлення, сповільнюють тужавлення, прискорюють твердіння, забезпечують твердіння при негативних температурах (протиморозні).

Добавки, які регулюють щільність і пористість бетонної суміші та бетону: повітровтягуючі, газоутворюючі, піноутворюючі, що ущільнюють (повітровидаляючі і кольматуючі пори бетону), добавки-регулятори деформацій бетону, добавки, що розширюють.

Добавки, що надають бетону спеціальні властивості: гідрофобізуючі, тобто зменшують змочування бетону; антикорозійні, тобто підвищують стійкість в агресивних середовищах; інгібітори корозії сталі, що підвищують захисні властивості бетону та сталі; фарбувальні; підвищують бактерицидні та інсектицидні властивості.

Бетон, як і інші кам'яні матеріали, слабо чинить опір згину та розтягу, проте в поєднанні з арматурою його механічні властивості значно поліпшуються. Поліпшенню механічних властивостей бетону сприяє гарне зчеплення його з арматурою, що забезпечує раціональний розподіл навантаження між цими матеріалами. Важливим для спільної роботи є й те, що температурне розширення сталі і бетону, близьке за значенням, зводить до мінімуму внутрішні напруження в зоні контакту при зміні температури, і крім того, бетон надійно захищає арматуру від корозії. Тому конструкції з бетону армують. Для підвищення зчеплення застосовують арматуру періодичного профілю, а також зварні сітки і каркаси.

Для армування бетону використовують, в основному, сталеву арматуру з вуглецевих і низьколегованих сталей.

Сталеву арматуру класифікують: за основною технології - на гарячекатану, термічно зміцнену і холоднотягнуту; за умовами застосування її в конструкціях - на ненапружувану і напружувану; за профілем - на гладку і періодичного профілю; за хімічним складом на марки, які визначаються вмістом основних хімічних елементів; за властивостями - на м'які і тверді; за умовами постачання - на пруткову і бухтову арматурну сталь. Пруткову сталь доставляють у вигляді стержнів довжиною 6-12 м, а за особливим замовленням - до 18 і навіть до 25 м діаметром більше 10 мм в пачках масою до 5 т. В бухтах доставляють арматурну сталь діаметром менше 16 мм і довжиною до 200 м, а також виту дротяну арматуру.

Вітчизняна промисловість випускає арматурні сталі з різними фізико-механічними властивостями діаметром 3-90 мм. Арматурні сталі добре поведуться в експлуатації, наприклад при багаторазових змінах навантаження, змінах температури і т. п. [21].

1.2.3. Особливості виробництва суцільних плоских, ребристих і криволінійних плит і панелей

Промисловість збірного залізобетону знаходиться в стадії швидкого розвитку і технічного вдосконалення. Безперервний розвиток техніки і технології виробництва викликав також інтенсивний розвиток науки про процеси виготовлення збірного залізобетону. Особливе значення в сучасному масовому виробництві залізобетонних конструкцій набули питання теорії раціональної організації технологічних процесів і підвищення використання фондів підприємств.

Промисловість збірного залізобетону потребує фахівців-технологів, здатних організувати виробництво у великих масштабах, вести проектування нових підприємств, керувати роботою великих заводів і комбінатів.

Широке застосування збірного залізобетону дозволило значно скоротити в будівництві витрату металу, деревини та інших традиційних матеріалів, різко підвищити продуктивність праці, скоротити терміни зведення будівель і споруд. Однак намічений на перспективу розвиток будівництва вимагає подальшого підвищення ефективності та якості виробництва і застосування збірного залізобетону.

Технологічний процес виробництва збірних бетонних та залізобетонних виробів складається з низки самостійних операцій, що об'єднуються в окремі процеси. [21]

Плоскі, ребристі і криволінійні плити і панелі залежно від потужності підприємства, обладнання, що використовується, розмірів виробів та інших місцевих умов виготовляють зі стаціонарно-поточною, а також безперервно-і безперервно-поточною (стендовою, агрегатною та конвеєрною) організацією виробництва.

У стаціонарно-поточному (стендовому) виробництві при ущільненні сумішей вібруванням використовують звичайні стенди та спеціальні установки конструкції "Гіпробудіндустрії", що складаються з матриць з відкидними бортами, підйомних рам зі штирями для напруженої арматури і спеціальних бетоноукладачів. Для подачі пари в матрицях є порожнини і передбачена можливість відводу конденсату.

Для формування ребристих плит і панелей способом віброштампування застосовують стенди конструкцій НДІЗБ і "Гіпробудіндустрії".

Тонкостінні криволінійні панелі і панелі двоякою кривизни, що застосовуються для покриття промислових будівель, виготовляють за стендовою технологією на утеплених залізобетонних матрицях за допомогою формувальної машини (див. малюнок нижче). Принцип роботи машини полягає у безперервному формуванні панелей способом ковзаючого віброшаблону. Бетонна суміш з бункера потрапляє на поверхню залізобетонної матриці, створюючи затвор, що перешкоджає витіканню решти суміші. В міру просування вперед задня стінка бункера профілює суміш і зрізує надлишки

суміші, а шар бетону, що залишився на матриці ущільнюється до заданої товщини віброшаблоном. При русі машини вздовж рейок, укладених по обидві сторони матриці, бункер і шаблон переміщуються по бічних напрямних матриці, повторюючи їх кривизну. Завдяки цьому утворюються подовжній і поперечний профілі панелі і виходять вироби заданої товщини.

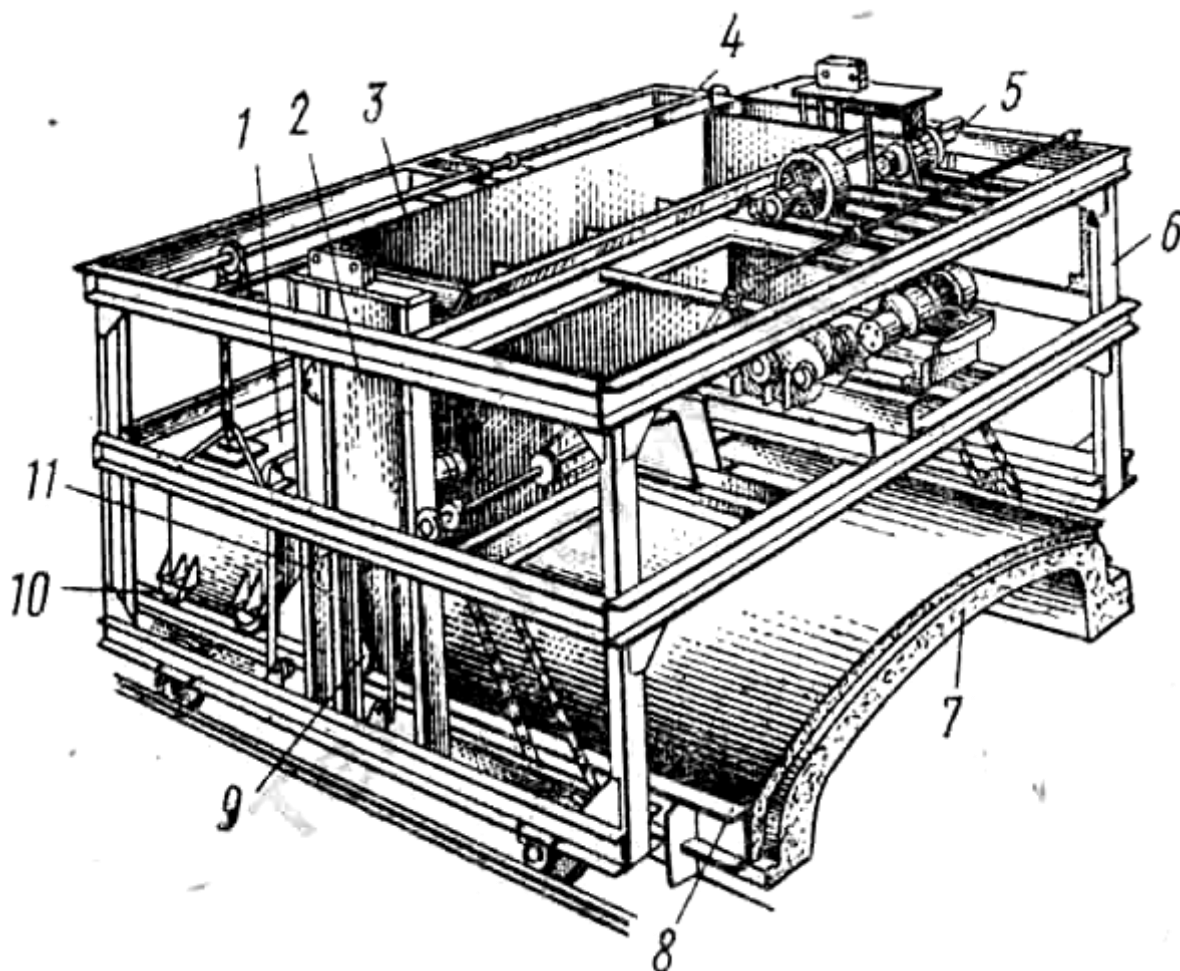


Рисунок 1.3 – Установка для формування криволінійних панелей покриттів:
 1 - віброшаблон, 2 - противага, 3 - бункер, 4 - механізм підйому, 5 - привід пересування, 6 - портал машини, 7 - залізобетонна матриця, 8 - направляюча, 9, 10 - опорні котки, 11 - направляюча каретка

Робоча швидкість просування машини з включеними вібраторами, розташованими всередині віброшаблону, становить 0,5 м/хв. Поверхня виробу загладжується на великій швидкості. Підйом бункера і віброшаблону, необхідний при переміщенні машини з матриці на матрицю, здійснюється механізмом підйому за допомогою тросів. Панелі формують у залізобетонних

матрицях збірно-монолітної конструкції. В торцях матриці встановлюють знімні металеві щити, що утворюють опалубку поперечних ребер панелей.

У виробництві тонкостінних криволінійних панелей застосовують тільки жорстку бетонну суміш, яка при вібрації не сповзає по ухилу матриці. Під час пропарювання матрицю з виробом накривають спеціальним коробом. Перш ніж зняти панель, до неї болтами прикріплюють дві монтажні вантові розпірки з вушками, які використовують для виймання панелі з форми і монтажу. Це дозволяє виготовляти панелі без монтажних петель.

При прямокутній (агрегатній) організації технології використовують звичайні та перекидні форми з ущільненням суміші на віброплощадках. На рисунку 1.4 показано цех з виробництва конструкцій для промислового будівництва продуктивністю 30 тис. м³ на рік (409-10-15). Виготовлення виробів ведеться у формах і на піддонах на двох постах, кожен з яких обладнаний віброплощадкою СМЖ-200А вантажопідйомністю 15 т, поздовжнім формоукладчиком СМЖ-153 і бетоноукладачем СМЖ-162. Проліт обладнаний двома мостовими кранами вантажопідйомністю 15 т з автоматичними захоплювачами СМЖ-46.

Технологічний процес зводиться до наступного: розпалублена форма або піддон піддається чищенню і змащенню за допомогою розпилювача, що підключається до лінії централізованої подачі мастила. При виготовленні попередньо напружених виробів із стержневою арматурою, остання електротермічним способом на установці СМЖ-129 напружується і закріплюється на піддоні. При виготовленні звичайних виробів в піддон або форму укладають арматурний каркас і закладні деталі, після чого форма або піддон мостовим краном переноситься на формоукладчик, де на піддон встановлюють бортоснащення. Формоукладчиком форма або піддон подається на вібромайданчик і автоматично закріплюється на ній.

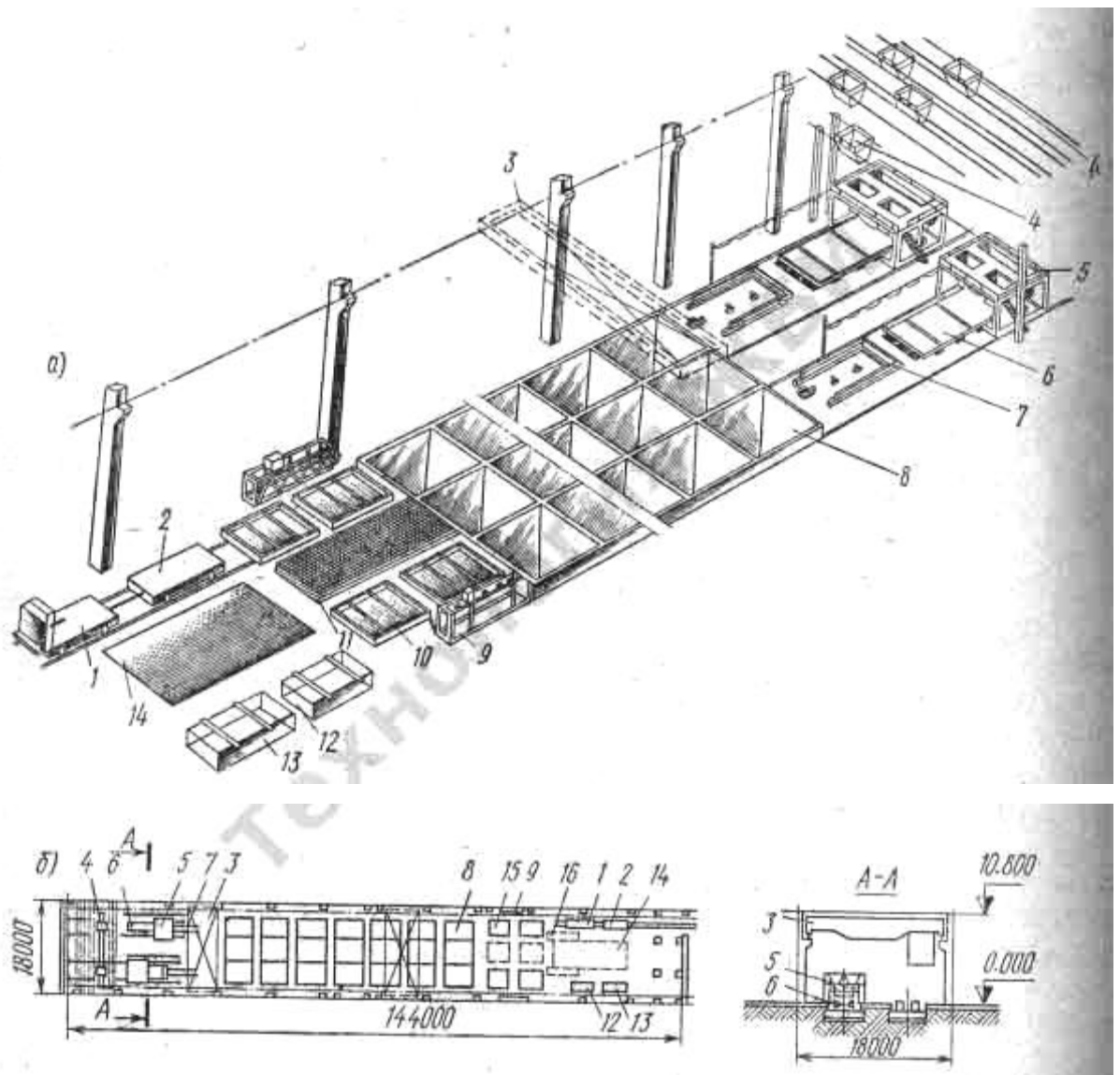


Рисунок 1.4 – Типовий цех з виробництва конструкцій для промислового будівництва з двома формувальними постами 3000х6000мм:

а - технологічна схема, б - план: 1 - самохідний візок для транспортування готових виробів вантажопідйомністю 20 т, 2 - візок-причіп, 3 - кран мостовий електричний вантажопідйомністю 15 т, 4 - роздавальний бункер, 5 - бетоноукладач, 6 - вібромайданчик вантажопідйомністю 15 т, 7 - формоукладчик поздовжній вантажопідйомністю 15 т, 8 - камери пропарювання, 9 - установка для електротермічного натягу стержнів, 10 - форми, 11 - арматура зварна, 12 - стенд для контролю і ремонту виробів, 13 - стенд для збору утеплених панелей, 14 - майданчик складування готової продукції, 15 - пост розпалублення і збору форм, 16 - стелаж для складування стержнів

При виготовленні плоских виробів операції на формувальних постах автоматизовані. У всіх інших випадках управління процесом формування здійснюється дистанційно. Подача бетонної суміші до формувальних постів здійснюється з проміжної естакади самохідними роздавальними бункерами СМЖ-1 ємністю 1,8 м³ безпосередньо в бункери бетоноукладачів.

Арматурні каркаси в готовому вигляді подаються з арматурного цеху до місця розташування постів розпалублення і укладання арматури. Там же розміщена і установка для електротермічного натягу стержнів. Після формування виробів краном знімається бортоснащення і піддон з виробом транспортується до камери тепловологісної обробки. Ямні камери забезпечені пристроями з автоматично діючими кронштейнами СМЖ-293, які залежно від типу і висоти виробів дають можливість встановлювати вироби в 4-6 ярусів. Застосування камер з різною кількістю ярусів вимагає переналагодження напрямних стійок залежно від продукції, яка випускається. Після тепловологісної обробки вироби з камер витягують краном і переносять до постів розпалублення і збору форм. Розпалублені вироби проходять контроль.

При виготовленні тришарових утеплених панелей збір їх здійснюють на стенді. Перекидання шкаралуп панелі ребрами вгору здійснюють за допомогою мостового крану, а з'єднання шкаралуп між собою - електрозварюванням. Виявлені при цьому дефекти усувають, вироби маркують і після витримання вантажать мостовим краном на самохідний візок з причепом і вивозять на склад готової продукції. У зимовий час вироби витримують у цеху протягом 4 годин.

До складу аналогічної лінії з виробництва панелей стін і покриттів промислових будівель в типовому цеху з двома постами, призначеними для виготовлення виробів шириною 1500-3000 мм і довжиною 12000 мм, входять: вібромайданчик СМЖ-199А вантажопідйомністю 24 т, бетоноукладач СМЖ-162, формоукладчик СМЖ-35А, установка для натягування арматури СМЖ-84, ямні камери пропарювання. Проліт обладнаний мостовими кранами вантажопідйомністю 30/5 т з автоматичними захоплювачами СМЖ-50.

Формування виробів цього типу в безперервно-і безперервно-поточковому (конвеєрному) виробництвах здійснюють на прокатних станах і двоярусних конвеєрних лініях з примусовим ритмом (див. малюнок нижче). Останні характеризуються найбільш досконалим устаткуванням. [21]

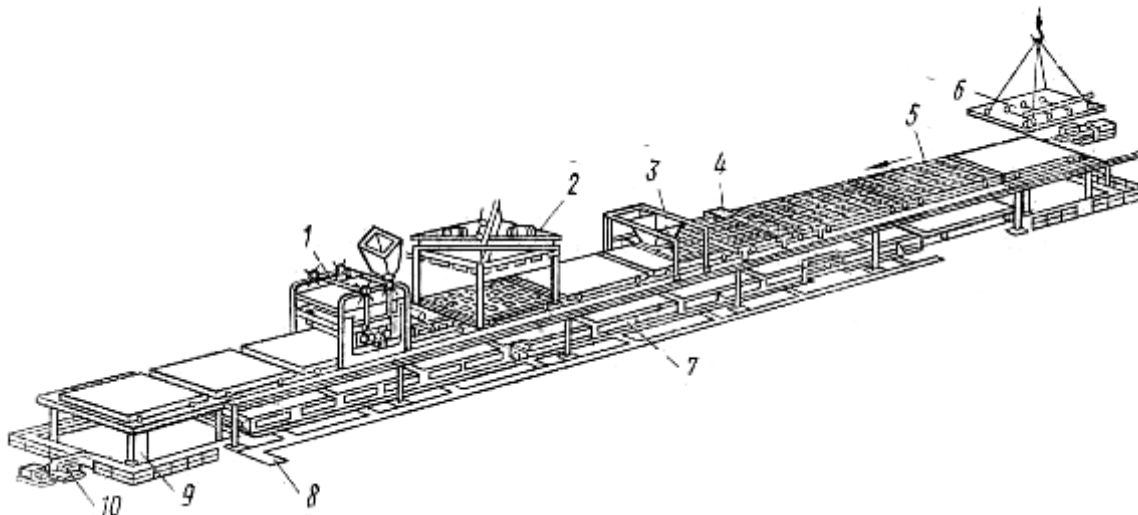


Рисунок 1.5 – Схема двоярусного візкового конвеєра: 1 - калібрувальний пристрій, 2 - профілюючий віброштамп, 3 - бетоноукладач, 4 - машина для навивання арматури, 5 - катучий піддон, 6 - вакуум-підйомник, 7 – камера тепловологісної обробки, 8 - паропровід, 9 - підйомник-знижувач, 10 – гідро штовхач

1.3. Технологія покриттів зі сталевих профільованих настилів та тонкостінних профілів

1.3.1 Застосування легких сталевих профілів у будівництві

В практиці будівництва зарубіжних країн, зокрема Канади, є досвід зведення будівель із ЛСТК висотою в шість поверхів [1]. Рівень розвитку та вивченості цього типу конструкцій в Україні на даний час дозволяє говорити про доцільність будівництва лише об'єктів висотою до трьох поверхів (рис. 1.6). При цьому можливе також улаштування підвального або цокольного поверху із ЛСТК у якості несучих конструкцій. Переваги застосування таких конструкцій проявляються майже на всіх етапах зведення.

Через низьку власну вагу конструкцій вони не потребують масивних фундаментів, що дає змогу зменшити обсяги робіт з їх улаштування. Застосовуються окремі, стрічкові або плитні фундаменти неглибокого закладання. Елементи каркаса будівлі можуть доставлятися на будівельний майданчик як у вигляді окремих профілів, так і крупними елементами (стіновими панелями, фермами тощо), попередньо зібраними на потужностях виробника. Практика показує, що зручність у перевезенні та мала вага елементів конструкцій дозволяє значно зменшити транспортні затрати порівняно із традиційними будівельними матеріалами.

Для монтажу таких будівель достатньо бригади з кількох робітників, що дозволяє зменшити витрати на оплату праці. Монтаж каркаса проводиться залежно від вибраного проектного рішення за допомогою самонарізних гвинтів, болтів або спеціальних з'єднань. Мала власна вага конструкцій дає можливість обходитись без застосування важких вантажопідйомних машин та механізмів. Монтаж може здійснюватись у будь-яку пору року.



Рисунок 1.6 – Каркас двоповерхового житлового будинку із ЛСТК

Тепловий захист зовнішніх стін будівлі забезпечується завдяки розміщенню ефективних утеплювачів у площині каркаса, влаштуванню повітряних прошарків тощо. Можливе також використання так званих термопрофілів, які виготовляються шляхом нарізування просічок у стінці профілю. При цьому забезпечується високий рівень теплозахисту при відносно невеликій товщині огорожувальних конструкцій, що дає значну економію коштів на утеплення та опалення будинку.

Важливим фактором є ще те, що будівля майже не дає усадки в процесі зведення. Це дозволяє проводити внутрішнє та зовнішнє оздоблення безпосередньо після монтажу несучого каркаса. Порівняно велика стійкість до динамічних і сейсмічних навантажень дає змогу зводити будівлі з ЛСТК у районах із рівнем сейсмічності до 7 балів.

Значну увагу при проектуванні слід приділяти питанню пожежної безпеки таких конструкцій, яка забезпечується, зокрема, завдяки виконанню внутрішнього оздоблення приміщень двома шарами гіпсокартону. Великою перевагою є мобільність таких будинків: за необхідності їх можна розібрати, перевезти на нове місце та заново зібрати з відносно невеликими затратами, що складно уявити у випадку будівництва із цегли або монолітного залізобетону. Довговічність таких будинків визначається терміном експлуатації тонкостінних профілів каркаса та складає від 35 до 100 років. Вартість будівництва зменшується порівняно із традиційними методами будівництва на 10 – 50%, при цьому у випадку масового будівництва (котеджні містечка, великі об'єкти) загальна вартість будівництва може зменшуватись ще приблизно на 20%. Економія при будівництві з ЛСТК проявляється як у зниженні вартості матеріалів несучих конструкцій, так і в зменшенні затрат на оплату праці робітників та скороченні термінів будівництва.

Легкі сталеві тонкостінні конструкції знаходять усе більше застосування у промисловому будівництві в Україні. Останнім часом набули великої популярності так звані «універсальні» будівлі (рис. 1.7), які передбачають

можливість зміни конструктивної схеми будівлі через зміну технологічних вимог до неї.

Застосування ЛСТК є чи не найкращим конструктивним вирішенням такої будівлі. Даний тип конструкцій дозволяє зводити виробничі будівлі прогоном до 18 м та висотою до 10 м і дає можливість за необхідності з невеликими затратами змінювати довжину, висоту будівлі та форму її в плані.



Рисунок 1.7 – Каркас «універсальної» будівлі

Універсальність конструктивних вирішень виробничих будівель із застосуванням ЛСТК дає змогу використовувати одні й ті самі споруди за різним призначенням залежно від вимог власника. Простота та швидкість монтажу-демонтажу дозволяє відносно дешево розібрати будівлю, транспортувати на новий виробничий майданчик і зібрати, можливо, зі змінами в її конфігурації, що дає змогу ефективно використовувати ці будівлі в якості тимчасових складів, цехів, ангарів тощо.

Вони можуть бути опалюваними або неопалюваними, при цьому в якості зовнішньої огорожувальної конструкції може виступати металевий профільований лист.

Ефективним є застосування легких сталевих тонкостінних профілів та конструкцій у поєднанні з традиційними будівельними системами.

Використання ЛСТК приводить до зменшення постійних навантажень і полегшення монтажу конструкцій, особливо в умовах обмеженого простору. Забудовники вже відчули істотні переваги застосування таких вирішень для ферм покриття та прогонів при зведенні покриттів будівель різного призначення (рис. 1.8) замість застосування дерев'яних конструкцій.

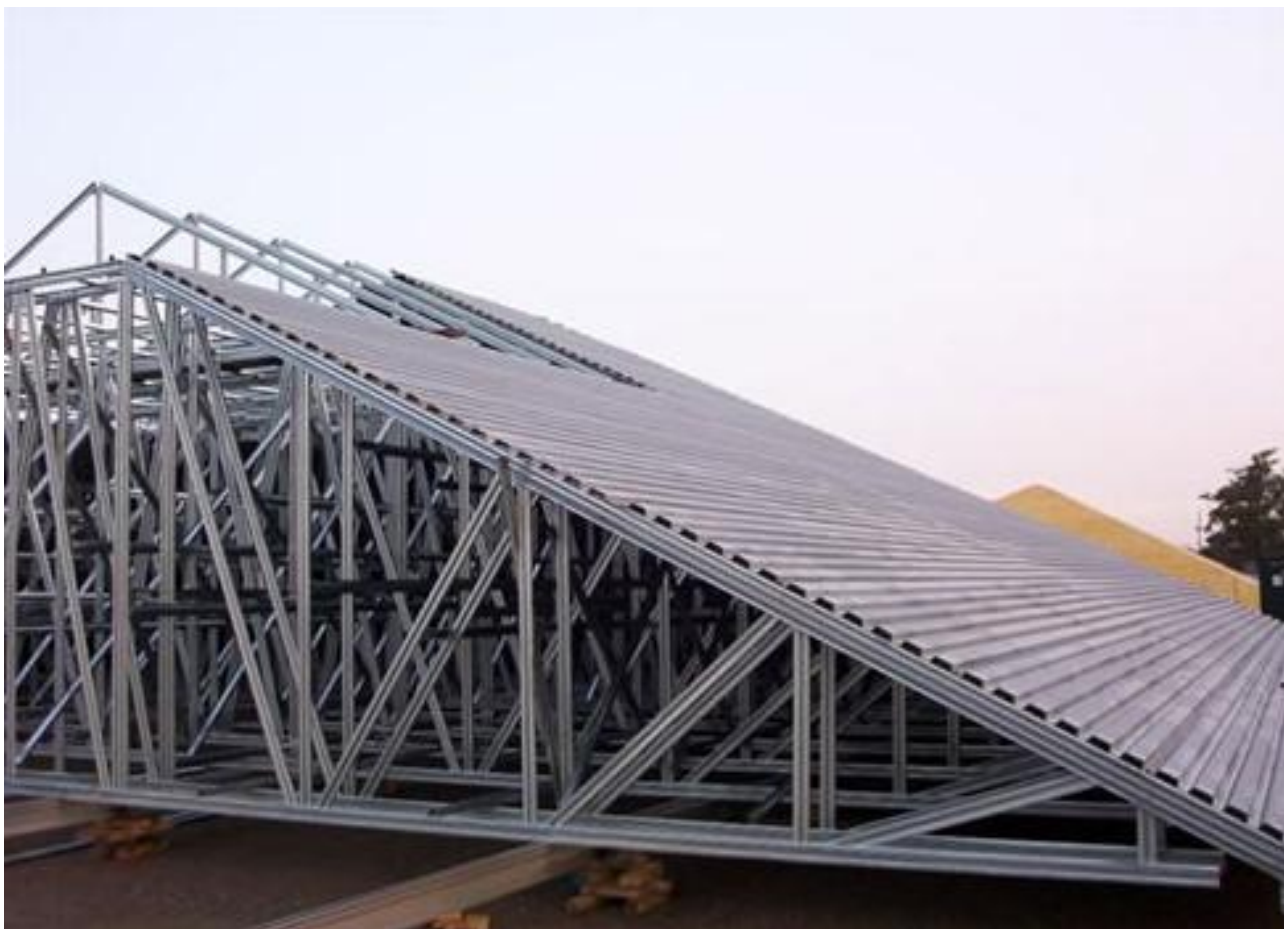


Рисунок 1.8 – Конструкція покриття з фермами з легких тонкостінних профілів

Використання ЛСТК у якості несучих конструкцій перекриттів у поєднанні з легкою бетонною підлогою по профнастилу дозволяє знизити вагу конструкцій перекриттів, зменшити терміни будівництва тощо.

Очевидною є також перевага даного типу конструкцій у якості навісних огорожувальних конструкцій (рис. 1.9) при багатоповерховому будівництві з використанням металевих каркасів або каркасів із монолітного та збірного залізобетону, що набуває в даний час усе більшої популярності.



Рисунок 1.9 – Зовнішня огорожувальна конструкція, виконана із ЛСТК

У даному випадку стінові панелі висотою від одного до трьох поверхів можуть збиратись на потужностях виробника та доставлятись на будівельний майданчик для монтажу в зібраному вигляді або у вигляді окремих профілів з укрупненням безпосередньо на поверсі. Використання для таких конструкцій згадуваних вище термопрофілів дозволяє зменшити товщину зовнішньої стіни, що дає змогу вивільнити додаткову площу приміщення та забезпечити необхідний рівень теплозахисту зі значно меншими затратами порівняно із традиційними конструктивними вирішеннями.

1.3.2. Прогони покриття

Основними несучими конструктивними елементами розглядуваних в даному підрозділі систем покриття є настил та холодноформовані легкі сталеві тонкостінні прогони.

Згідно [43], прогоном називають горизонтальний структурний елемент, котрий є опорою настилу даху та працює переважно на згин від прикладеного до нього навантаження.

Прогони покриття можуть працювати на згин або згин зі стисканням у результаті передачі ним навантажень та впливів від покриття на кроквяну систему будівлі або споруди.

В даній роботі буде розглядатись можливість дії на покриття наступних, найбільш значимих, видів навантажень: постійного від ваги опоряджувальних, гідро- та теплоізоляційних шарів покрівлі та прогону; тимчасового снігового навантаження; вітрового напору або підсосу; дії опорних реакцій. Ми вважаємо не доцільним на даному етапі вивчення ЛСТК в Україні проведення дослідження впливу температурних деформацій, реологічних властивостей матеріалів тощо на напружено-деформований стан елементів покриття, тому всі інші види навантажень нами не брались до уваги.

Як було зазначено вище, прогони в розглядуваних нами системах покриття виготовляються із холодноформованих сталевих тонкостінних профілів.

Легкі сталеві тонкостінні профілі являють собою елементи постійного або змінного по довжині перерізу, виготовлені методами холодного прокатування, штампування або фальцювання із тонкої сталеві стрічки або полоси із вуглеводистої або низьколегованої сталі гарячого або холодного прокату, із цинковим та/або полімерним покриттям або без них [43, 52].

Метод фальцювання представляє собою найпростіший процес, при якому елементи невеликої довжини та простої форми виготовляються з металевого листа шляхом їх згинання. Найбільш розповсюдженим прикладом елементів, що виготовляються таким чином, є віконні відливи. В покрівельних системах таким методом можуть виготовлятися елементи системи відводу поверхневих вод, декоративні елементи, кутові та інші накладки тощо.

Штампування – процес згину елемента по всій його довжині за допомогою нерухомої матриці та штампу шляхом продавлювання (рис. 1.10). Таким

методом зазвичай виготовляють елементи значної ширини, наприклад фальцові настили покрівель або фасадні системи.

Найбільш розповсюдженим на даний час є метод холодного прокату, що використовується для отримання великої кількості однакових елементів із нескладною формою перерізу. За допомогою даного методу можливо виготовляти холоднокатані елементи зі стрічки шириною більше ніж 900 мм та довжиною більше 900 м. Обладнання для виготовлення холоднокатаних елементів (рис. 1.11) являє собою систему із 6-15 парних вальців, які послідовно формують сталеву стрічку до потрібної форми (рис. 1.12).

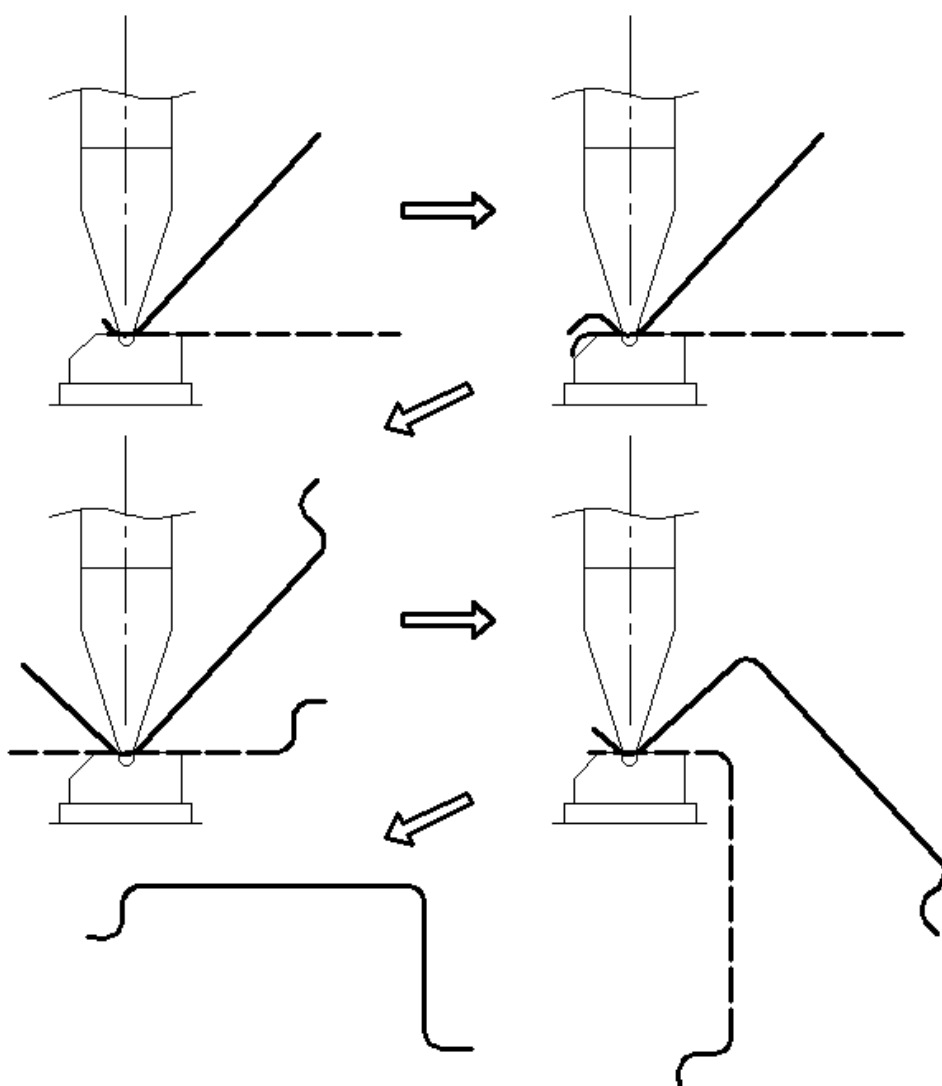


Рисунок 1.10 – Приклад процесу виготовлення холодноформованих елементів методом штампування

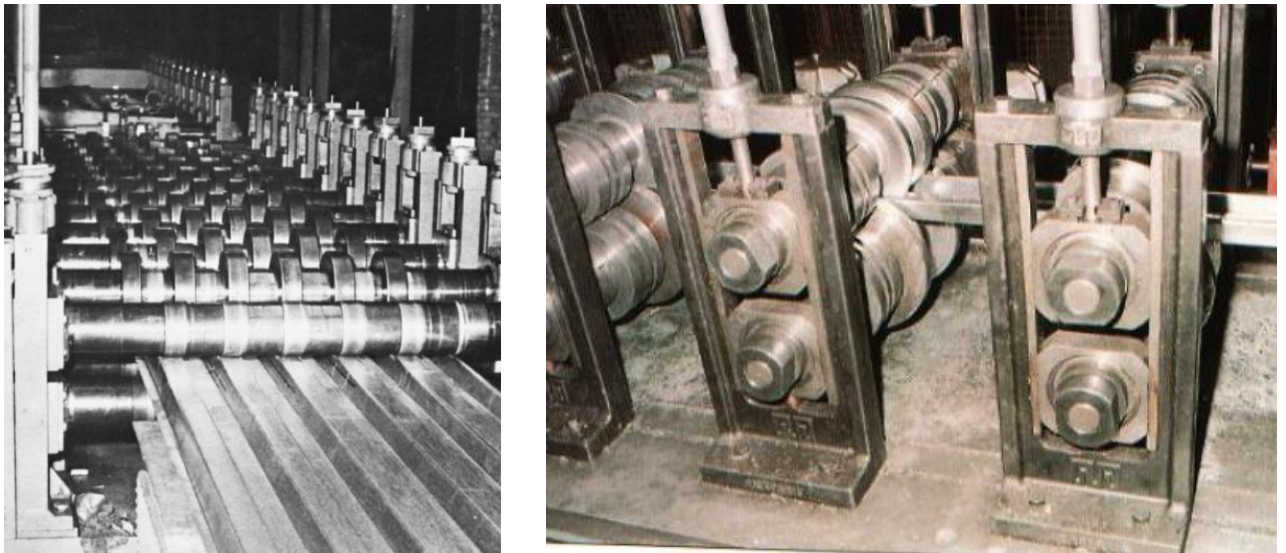


Рисунок 1.11 – Обладнання для прокату холодноформованих елементів:

а) профільованого настилу; б) тонкостінних профілів

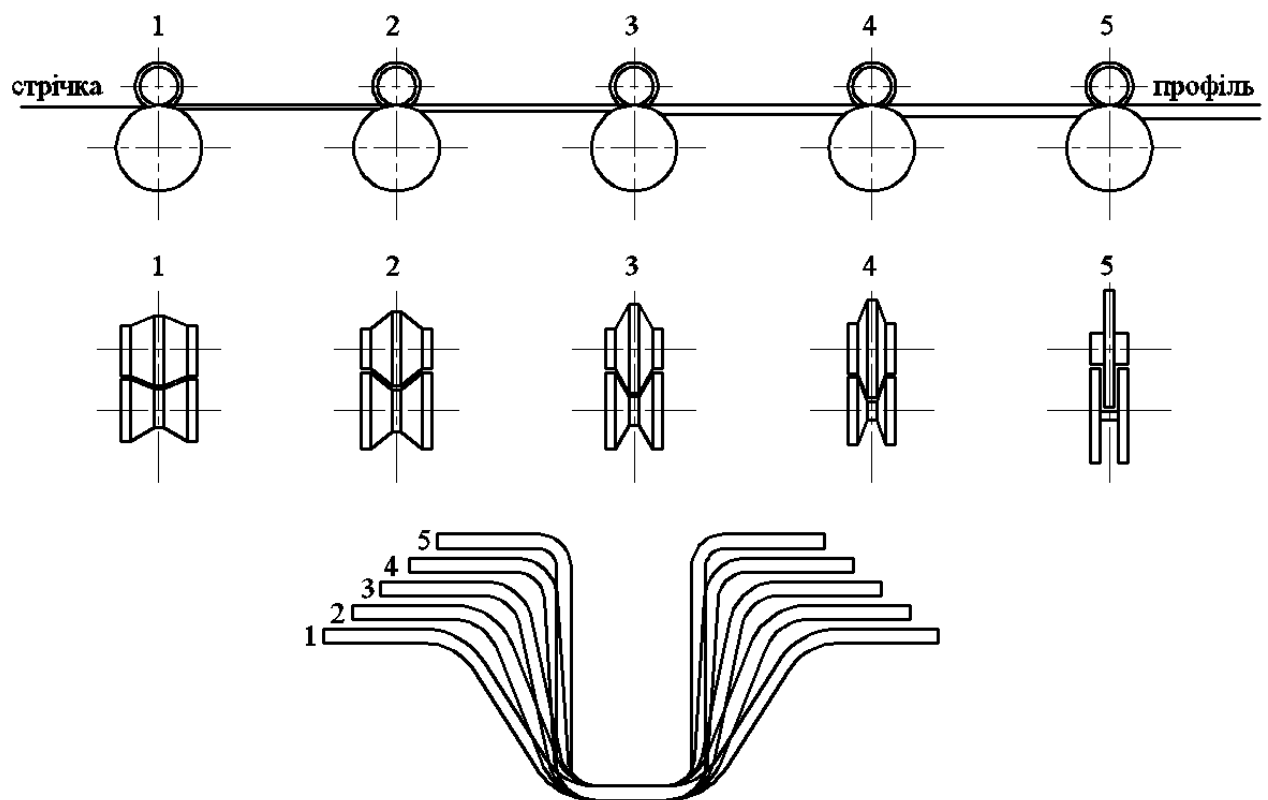


Рисунок 1.12 – Схема виготовлення холодноформованого Ω –подібного профілю: а)схема прокатування; б) профілі вальців; в) стадії гину профілю

Швидкість формування профілю становить від 6 до 92 метрів за хвилину, але зазвичай знаходиться в межах 23-46 м/хв. При холодному прокаті звичайної

вуглецевої сталі товщина елемента повинна становити до 19 мм, для нержавіючої сталі – від 0,2 до 7,6 мм. Після прокатування елемента потрібної довжини відбувається різ металу автоматичним пристроєм, максимальна довжина елементів становить здебільшого 6 або 12 метрів [80]. При цьому холоднокатані конструкції вирізняються з-поміж інших точністю геометричних розмірів. Серед переваг даного способу виготовлення можна виділити високу продуктивність, можливість дотримання малих допусків геометричних розмірів по довжині профілю та високу ступінь збереження покриття металевої стрічки.

Недоліком є висока тривалість налаштування технологічного обладнання на випуск елементів іншого типу перерізу.

Однією із основних переваг технології ЛСТК є можливість формування профілю із найраціональнішим розташуванням металу по перерізу. Гнучкість технологічних ліній для виготовлення холодноформованих елементів, що дозволяє отримувати широкий спектр різноманітних профілів, стала причиною низького рівня стандартизації та уніфікації, особливо на початку розвитку розглядуваного напрямку будівництва (рис. 1.13).

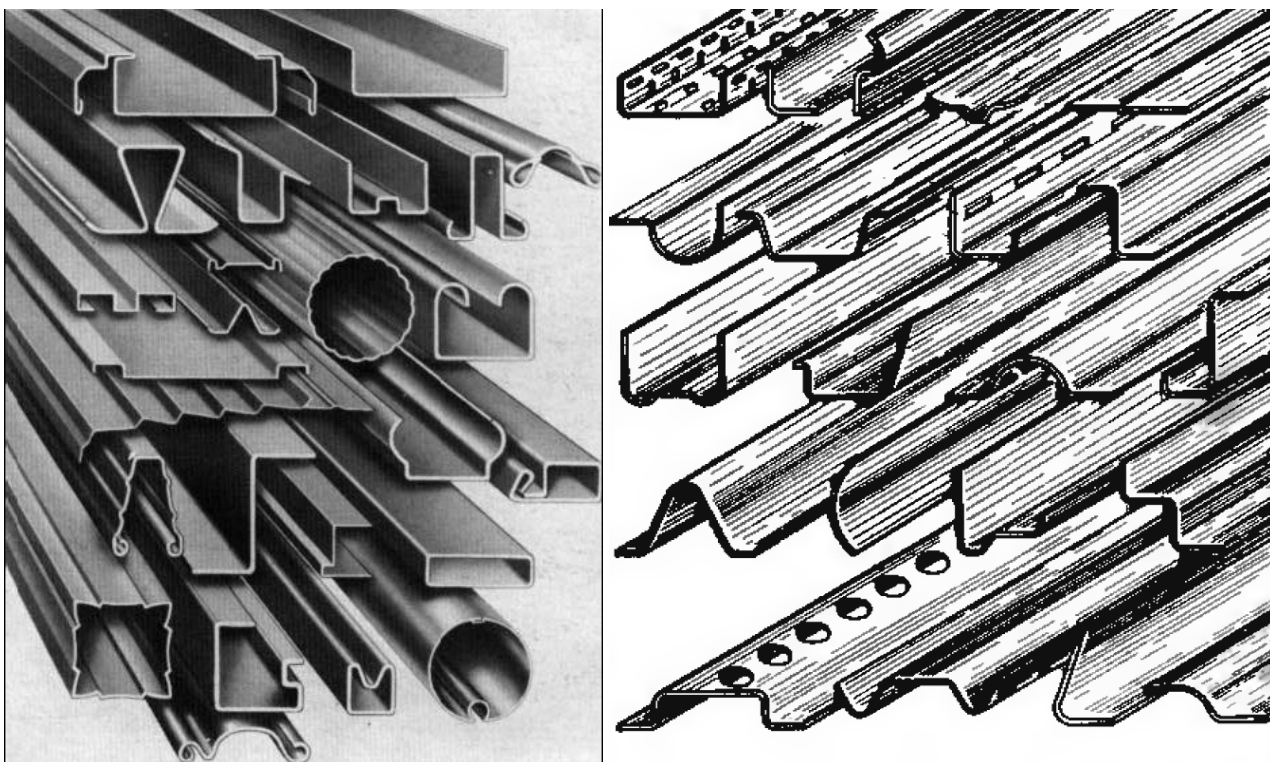


Рисунок 1.13 – Приклади перерізів холодноформованих сталевих профілів, що використовувались на початку розвитку технології [80,39]

Слід зазначити, що і на даний момент кількість типових перерізів, що розглядаються, зокрема, європейськими нормами [52], є досить значною порівняно із гарячим прокатом. При цьому норматив не передбачає можливість розрахунку всіх наведених в ньому форм перерізів.

Конструктивні елементи можуть мати переріз із одиночного (рис. 1.14, а) або із декількох складених профілів відкритого (рис. 1.14, б) або закритого перерізу (рис. 1.14, в). Найбільш вживаними є, С-, S-, Z-, Σ - та Ω -подібні профілі, швелери, кутики, двотаври, таври та квадратні перерізи. В якості прогонів покриття найчастіше застосовуються С- та Z-подібні елементи. Висота перерізу профілю становить зазвичай від 50 до 300 мм (в деяких випадках – до 450 мм), товщина – 1-4 мм [80], але дані параметри не є виключними.

При розрахунках елементів їх перерізи розглядається як такі, що складаються із плоских ділянок, з'єднаних радіальними елементами (викружками). Діючий СНиП [п.п. 7.22-7.27; 37] наводить граничні співвідношення товщини металу елемента до ширини плоских ділянок профілю, які зазвичай суттєво менші значень нормативів Європи [52] та США [43] та потребують окремого розрахунку для кожного випадку.

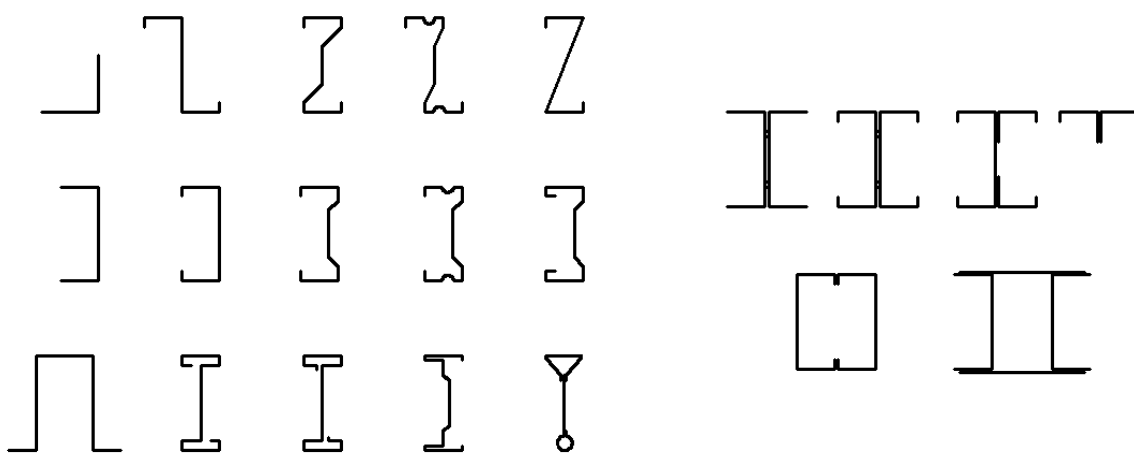


Рисунок 1.14 – Типи перерізів профілів за [52]:

- а) одиночні профілі відкритого перерізу; б) складені відкриті перерізи;
в) закриті складені перерізи

Плоскі ділянки профілів можуть бути посилені поздовжніми або поперечними елементами жорсткості у вигляді відгинів та згинів, лінійних чи криволінійних канавок, або кутиків жорсткості, прикріплених болтами; одиночними або подвійними крайовими відгинами.

Для забезпечення теплозахисних властивостей покриття використовуються термопрофілі. В більшості випадків це – швелер, С- або Σ -подібний профіль із кількома рядами поздовжніх просічок невеликої ширини, що виконуються внапуск у стінці профілю. Вважається, що просічки забезпечують значне подовження «містка холоду», підвищуючи тим самим термічний опір стінки профілю. Хоча дане твердження потребує подальшого вивчення (див. розділ 6), термопрофілі на даний час широко застосовуються в практиці зведення покриттів будівель і споруд.

1.3.3. Настили покриття

Настилом покриття є плоский несучий елемент, що виконує функцію передачі помірних просторово розподілених навантажень, що діють на покриття в межах кроку прогонів, у вигляді лінійно розподіленого на розташовані нижче несучі конструкції, захисту інших шарів покриття від дії вологи, вітру та інших несприятливих факторів, а також служить дисковою в'яззю для прогонів.

Висота сталевого настилу покриття варіюється здебільшого в межах 35-200 мм, а товщина – від 0,3 до 2 мм.

Настили покриття можна класифікувати за способом кріплення до прогонів покриття:

- настили із отворами (рис. 1.15, а);
- фальцові системи (рис. 1.15, б).

Фальці формуються кількарізним згинанням країв панелей настилу, паралельних ухилу покрівлі, та зчепленням їх при монтажі. Всередину фальців часто закладаються також ущільнюючі матеріали. Основними видами фальців є горизонтальний, планковий та вертикальний (стоячий).

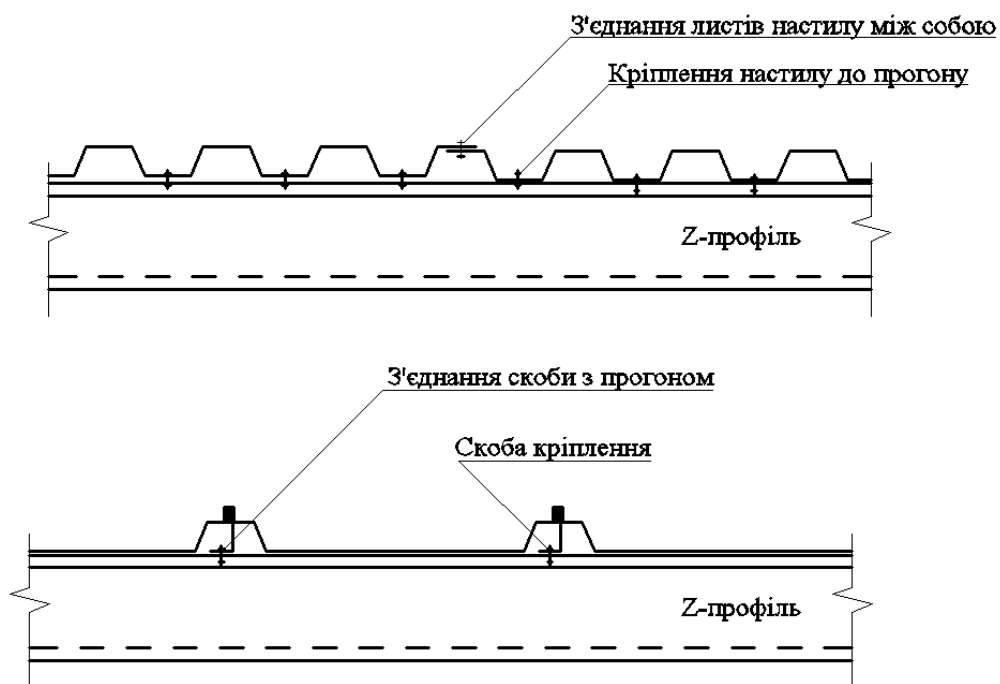


Рисунок 1.15 – Кріплення до прогонів настилів покриття із використанням профільованих настилів (а) та фальцових настилів (б)

Системи зі стоячим фальцем забезпечують умовно суцільну поверхню, яку можна вважати за гідроізоляційну мембрану. Крім карнизу та гребеню даху, такий настил приєднується до прихованих скоб, з'єднаних із полицею прогону самонарізним гвинтом. Існує два основних типи таких скоб: нерухома (рис. 1.16, а) та плаваюча (рис. 1.16, б).

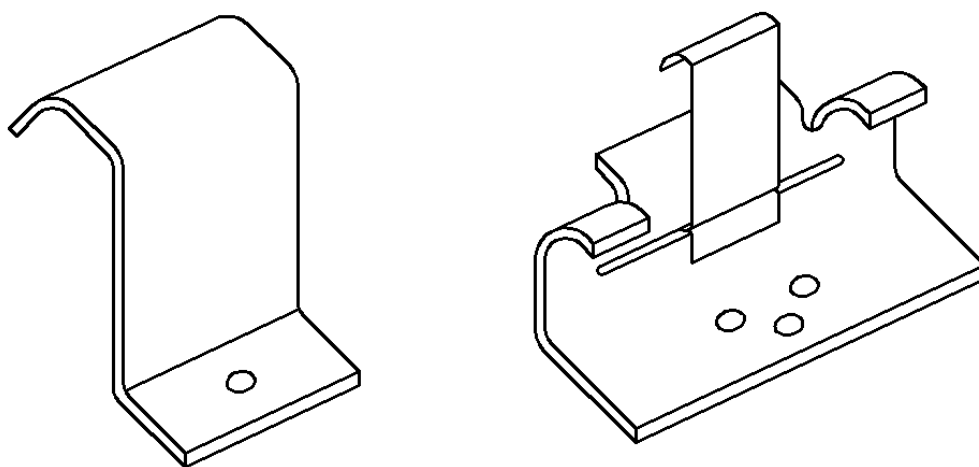


Рисунок 1.16 – Скоби кріплення фальцових настилів: а) нерухома; б) плаваюча

При такому конструктивному рішенні переміщення від нерівномірного розширення або звуження елементів покрівлі під дією температури нівелюються переміщеннями панелі відносно скоби або частин скоби між собою. Горизонтальне розкріплення верхньої стиснутої полицки прогону в такому випадку сильно залежить від типу панелі та скоби.

Кріплення настилу до несучих елементів відбувається біля карнизного вузла, для забезпечення можливості температурних переміщень на гребні покрівлі.

Максимальна довжина панелі вздовж ухилу покрівлі з умови транспортування становить зазвичай не більше 18 м, тому при більш широких схилах даху панелі з'єднуються із кількох частин за допомогою самонарізних гвинтів та спеціальних елементів.

Тож такий тип покрівель все ж потребує утворення отворів в матеріалі настилу, але при цьому їх кількість зменшується на близько 80% [72].

Панелі настилу можуть виконуватись у двох основних типах: коритному (рис. 1.17, а) або трапецієвидному (рис. 1.17, б). Основні типи фальців для таких систем наведені в таблиці 1.1.

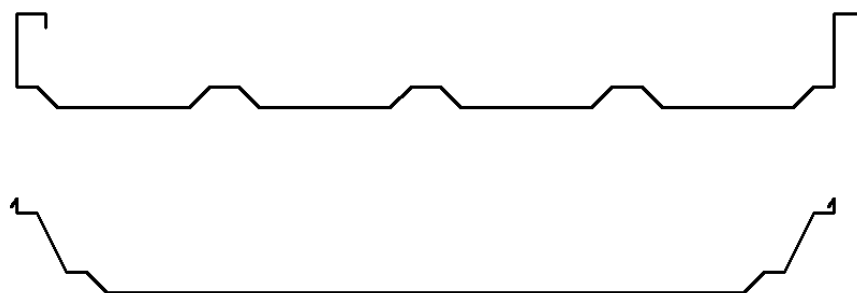


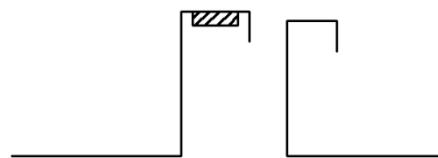
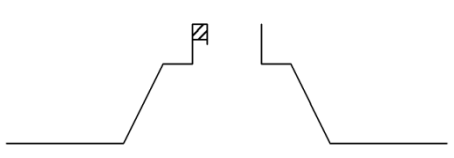
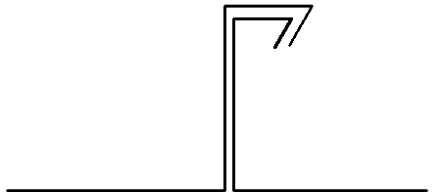
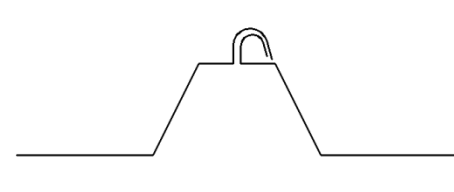
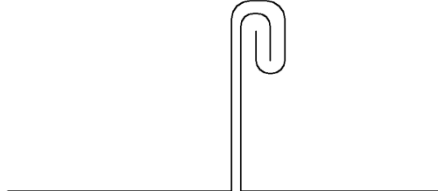
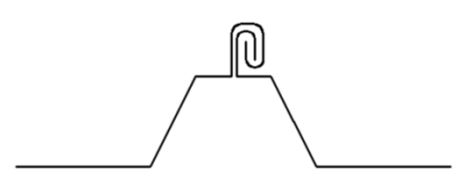
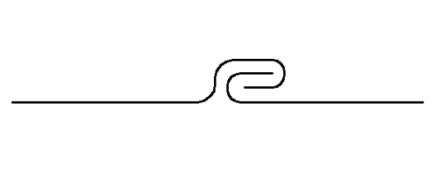
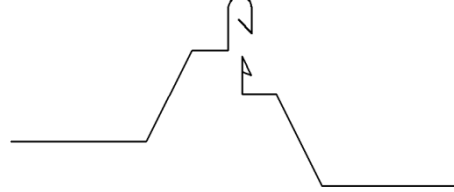
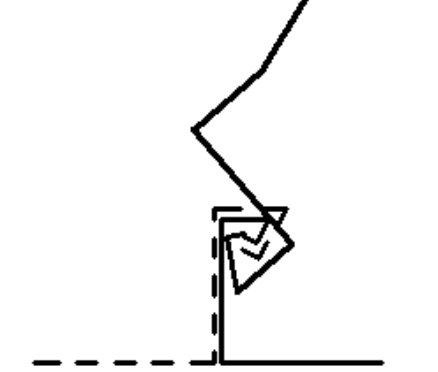
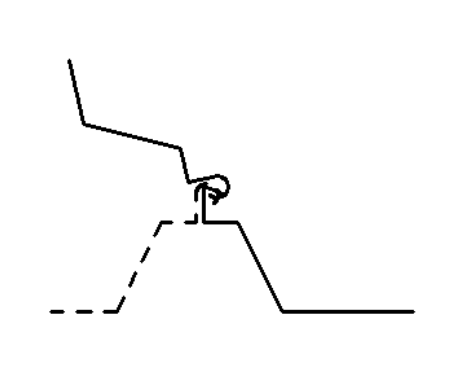

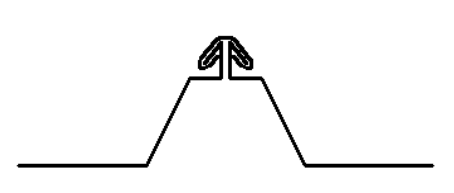
Рисунок 1.17 – Основні типи панелей настилу: а) коритна; б) трапецієвидна

Замість окремих сталевих панелей за допомогою тих самих методів можуть застосовуватись сандвіч-панелі із двох шарів металу та утеплювача.

При застосуванні настилу іншого типу сталеві хвилясті або профільовані листи (рис. 1.18) безпосередньо з'єднуються із верхньою полицкою прогону та між собою за допомоги самонарізних, самосвердлильних гвинтів або заклепок

(рис. 1.19). Вздовж ухилу покрівлі листи настилу з'єднуються внапуск із використанням ущільнюючих матеріалів.

Таблиця 1.1 – Найпоширеніші типи фальців залежно від типу настилу

Тип фальцу	Трапецієподібні панелі	Коритні панелі
Простий		
Гофрований		
Закручений		
Плоский (для коритних – фальц з фіксатором)		
Закручений з фіксатором		
З планкою		

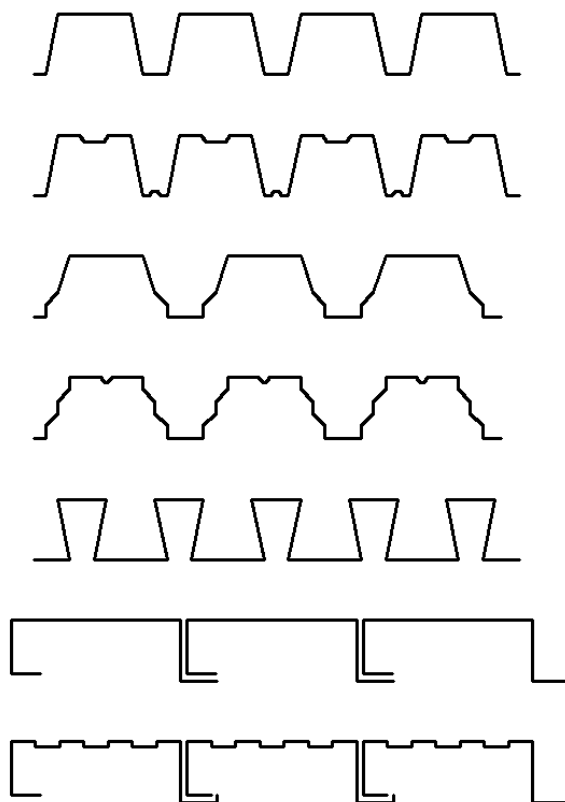


Рисунок 1.18 – Профільований настил покриття

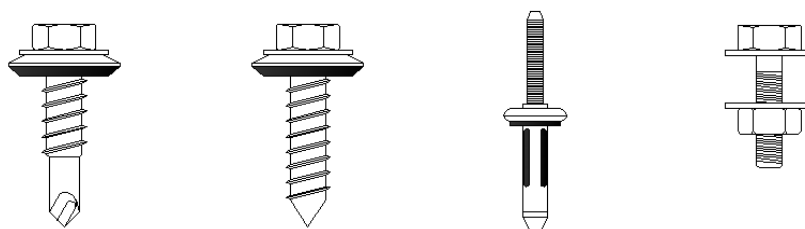


Рисунок 1.19 – Основні типи метизів кріплення ЛСТК:

а) самонарізний гвинт; б) самосвердильний гвинт; в) заклепка; г) болт.

Основною перевагою такого вирішення є забезпечення настилом розкріплення стиснутої полички прогону в горизонтальній площині, а при гравітаційному навантаженні – також і від кручення [60].

Недоліком є необхідність виконання великої кількості отворів, що можуть згодом призводити до порушення герметичності даху та корозії. Такі отвори збільшуються під впливом температурних деформацій профлиста, що може вести до значного зменшення несучої здатності з'єднання, особливо на висмикування. Проблема герметичності частково вирішується застосуванням

ущільнюючих гумових шайб. Впливом температурних деформацій можна нехтувати при ширині даху до 18 м [72].

Для забезпечення теплоізоляційних якостей покрівлі необхідно розірвати «місток холоду» між металевою покрівлею та прогоном. У системах зі стоячим фальцем таку проблему можна вирішити введенням у простір між панелями теплоізоляційних вставок, що не є можливим при настилі, приєднаному за допомогою самонарізних гвинтів. В такому випадку доречним може бути застосування другого шару теплоізоляції, що «підшивається» під прогони та кріпиться за допомогою обрешітки зі сталевих Ω -подібних профілів, розташованих перпендикулярно до напрямку прогонів.

Також в системах покриття із використанням легких сталевих тонкостінних профілів у якості настилів використовують OSB- та QSB-листи у поєднанні із різного роду гідроізоляційними матеріалами.

1.4. Висновки і задачі роботи

1. У даному розділі розглянуто та проаналізовано технологію виготовлення залізобетонних ребристих плит покриттів та легких сталевих тонкостінних конструкцій.

2. Технологія будівництва із легких сталевих тонкостінних профілів є відносно новою і перебуває на стадії активного вивчення. Одним із найбільш ефективних застосувань легких сталевих тонкостінних профілів є використання їх в якості несучих елементів покриттів.

3. В країнах СНД процес вивчення ЛСТК перебуває на початковому етапі, а існуючі норми часто не дозволяють розраховувати такі конструкції через їх високу гнучкість. У зв'язку з початком гармонізації українських норм із європейськими найбільш доцільним є орієнтуватись саме на норми Єврокод при освоєнні конструкцій такого роду.

4. При виборі конструктивного рішення будівлі та, зокрема, типу покриття, доцільно проводити варіантне проектування з метою визначення

найбільш ефективного типу конструкцій з урахуванням усіх переваг та недоліків варіантів.

Все це дозволяє сформулювати **мету та задачі роботи**.

Метою роботи є визначення особливостей розрахунку та проектування несучих елементів покрівель із легких сталевих тонкостінних конструкцій.

Завдання дослідження:

- виконати порівняння двох варіантів каркасу будівлі (на основі залізобетонного та сталевих каркасів) та обрати оптимальний варіант;

- виконати розрахунок та конструювання ребристої залізобетонної плити покриття;

- виконати розрахунок несучої здатності сталевих профільованих настилу покриття згідно європейських норм проектування;

- порівняти економічну доцільність застосування того чи іншого варіанту покрівлі та обрати найбільш вигідне рішення.

РОЗДІЛ 2

ВИБІР КОНСТРУКТИВНОГО ВИРІШЕННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ОСНОВНОГО КАРКАСУ ОДНОПОВЕРХОВОЇ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ МОЛОЧНОГО ЦЕХУ

Метою даного розділу є вибір оптимального типу несучих конструкцій каркасу будівлі цеху. В рамках роботи порівнюється два варіанти каркаса, найбільш часто застосовувані у практиці будівництва:

1. Залізобетонний - колони і ригелі залізобетонні, крок рам 6 м;
2. Металевий - колони і ригелі сталеві, подовжній сталевий фахверк.

Для вирішення поставленої задачі необхідно виконати підбір основних несучих конструкцій каркасу будівлі та обрати більш вигідний варіант. Для спрощення розрахунків на даному етапі прийнятним є вибір типових конструкцій колон, ферм тощо згідно існуючих серій.

2.1. Підбір варіантів конструкцій основного каркасу ОВБ

2.1.1. Загальні конструктивні рішення

Майданчик будівництва розташований в с. Супрунівка Полтавського району Полтавської області.

У результаті збору навантажень на будівлю отримано наступні значення навантажень:

- повне розрахункове навантаження на покрівлю (снігове та постійне, без урахування власної ваги плит покриття або профільованого настилу) – $2,21 \text{ кН/м}^2$;
- граничне розрахункове значення вітрового навантаження – $0,27 \text{ кН/м}^2$.

В результаті теплотехнічного розрахунку було обрано наступні конструкції огорожень будівлі:

- стіни виробничого корпусу - тришарові стінові сандвіч-панелі товщиною 100 мм із утеплювачем з мінеральної вати щільністю 110 кг/м³.
- покрівля, варіант 1 – по залізобетонних ребристих плитах з

утеплювачем з мінераловатних плит змінної щільності 115-200 кг/м³ (середня - 135 кг/м³) товщиною 200 мм;

- покрівля, варіант 2 – профільований лист по прогонах з утеплювачем з мінераловатних плит змінної щільності 115-200 кг/м³ (середня - 135 кг/м³) товщиною 200 мм.
- стіни виробничо-побутового корпусу – двошарове стінове огороження: несучий шар – цегляна кладка і утеплювач з мінераловатних плит щільністю 145 кг/м³ товщиною 100 мм.
- покриття виробничо-побутового корпусу - по залізобетонним круглопустотним плитам з утеплювачем з мінераловатних плит змінної щільності 115-200 кг/м³ (середня - 135 кг/м³) товщиною 180 мм.

Конструкції огорожень представлені на рисунку 2.1.

2.1.2. Конструкції основного каркасу зі збірних залізобетонних елементів (варіант №1)

Метою даного етапу проектування було згідно визначених навантажень підібрати основні конструкції каркасу будівлі згідно існуючих типових серій.

По серії 1.465.1-21.94 «Плити залізобетонні ребристі розміром 3х6 м для покриттів одноповерхових виробничих будівель» і розрахунковому навантаженню на плиту підбираємо плити залізобетонні ребристі розміром 3х6 марки ЗПГ6- 3АІV.

По серії 1.463.1-16 «Ферми крокв'яні залізобетонні сегментні для покриттів одноповерхових виробничих будівель прольотами 18 і 24 м» і розрахунковому навантаженню підбираємо залізобетонні розкосні ферми марки 2ФС24-3К7.

По серії 1.423.1-3/88 «Колони залізобетонні прямокутного перерізу для одноповерхових виробничих будівель заввишки до 9,6 м без мостових опорних кранів» підбираємо колони залізобетонні марки 1К72-4М2.

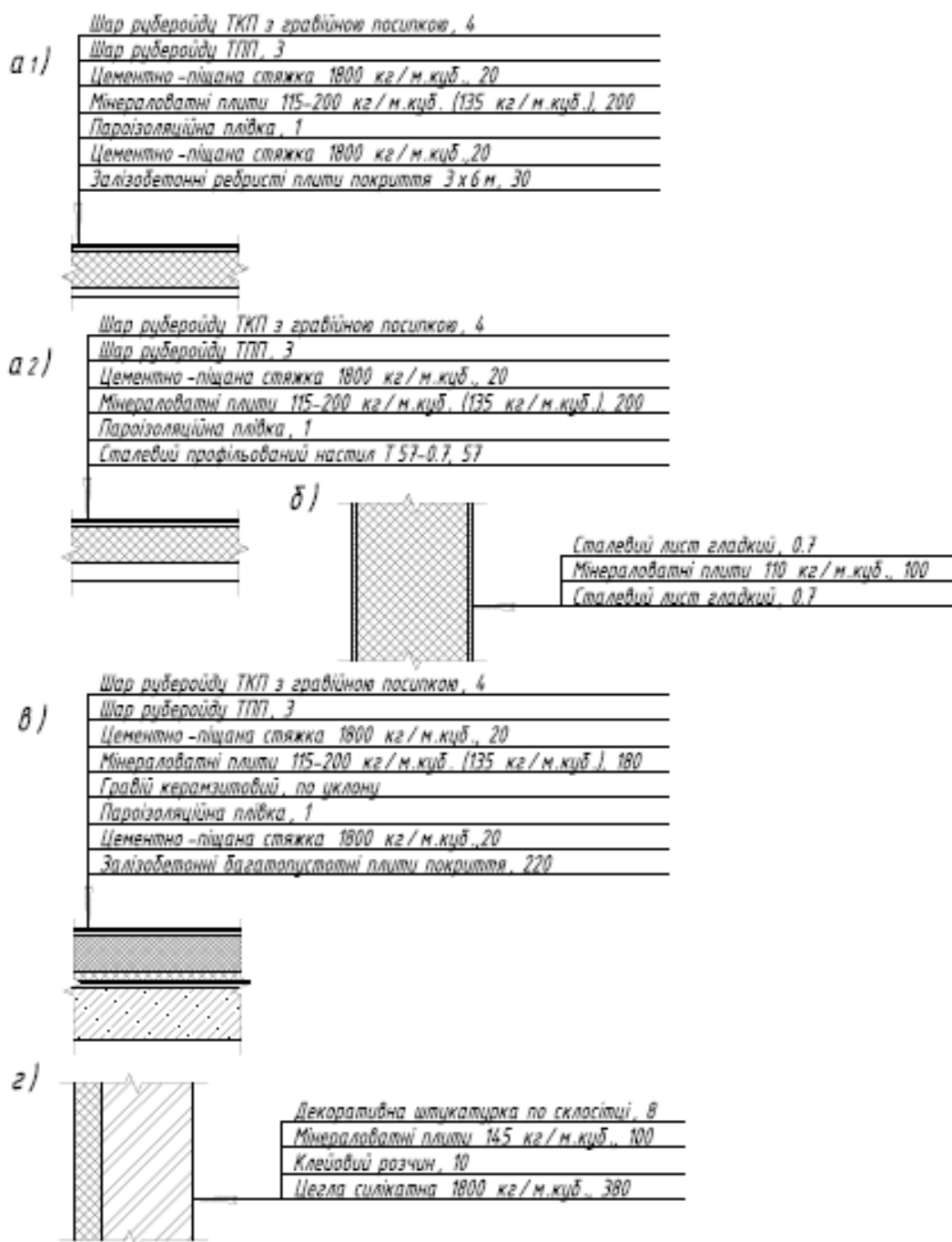


Рисунок 2.1 – Огороджувальні конструкції будівлі: а) конструкція покриття виробничого корпусу; б) конструкція стінового огороження виробничого корпусу; в) конструкція покриття виробничо-побутового корпусу, г) конструкція стінового огороження виробничо-побутового корпусу.

Схема розташування колон, кровляних конструкцій та плит покриття

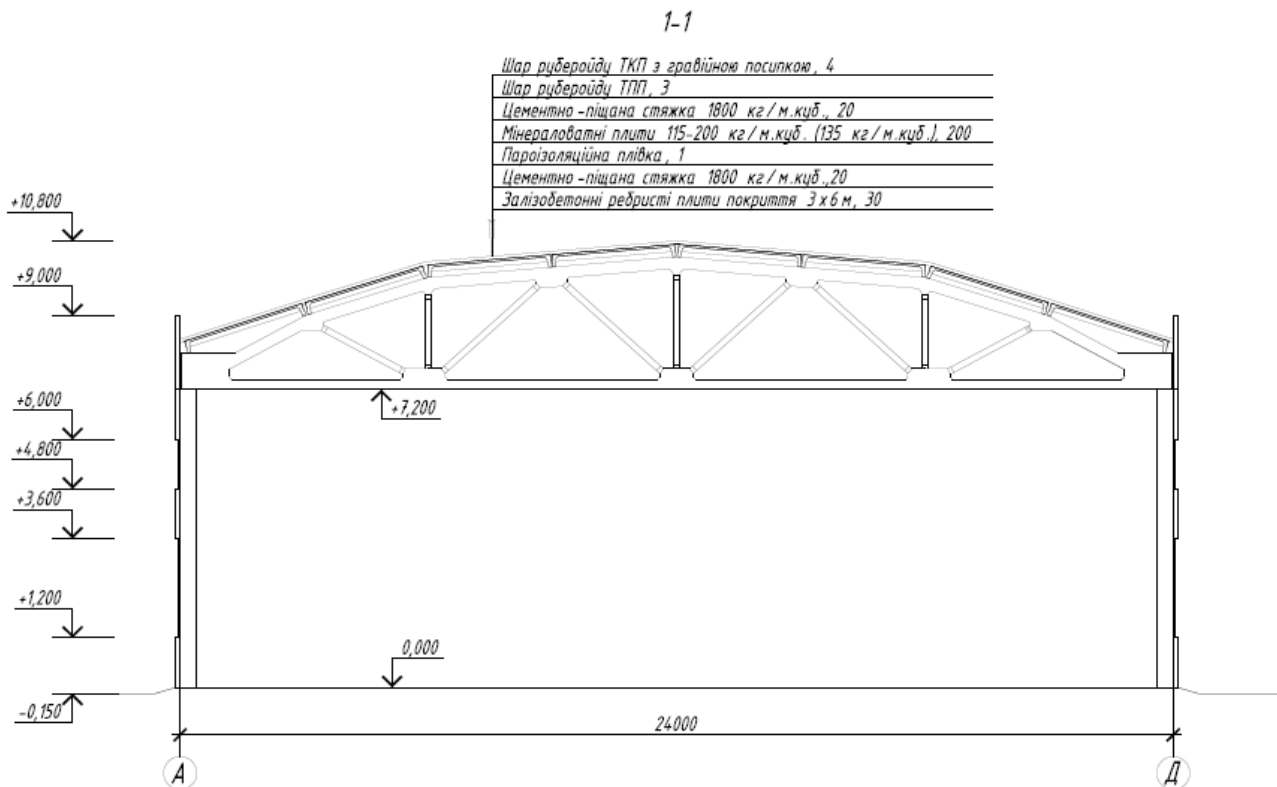
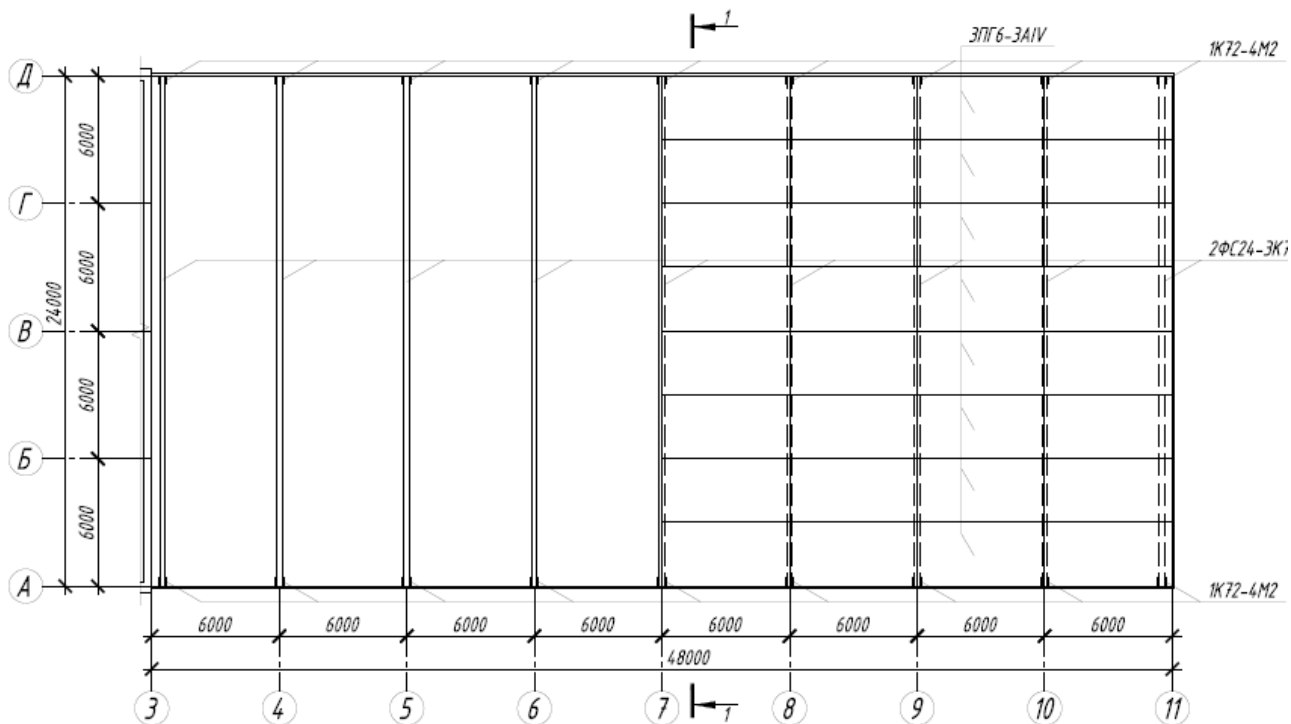


Рисунок 2.2 – Варіант 1. Залізобетонний каркас

2.1.3. Конструкції основного каркасу зі сталевих елементів (варіант №2)

Згідно каталогу навантажень Pruszynski підбираємо профільований настил Т57 товщиною 0,7 мм.

По серії 1.462.3-17 «Сталеві гратчасті прогони виробничих будівель прольотом 12 м» по розрахунковому навантаженню на прогін підбираємо прогін ПР- 11,3.

По серії 1.460.2-10/88 «Сталеві конструкції покриттів одноповерхових виробничих будівель з фермами з парних кутиків» і розрахунковому навантаженню на ферму підбираємо сталеві ферми марки ФС24- 45.

По серії 1.460.2-10/88 «Сталеві конструкції покриттів одноповерхових виробничих будівель з фермами з парних кутиків», підбираємо наступні в'язі шатра: вертикальні зв'язкові ферми Т1 і ВС, розпірки а1, розкоси б1 і розтяжки в2.

По серії 1.460.2-10/88 «Сталеві конструкції покриттів одноповерхових виробничих будівель з фермами з парних кутиків» при прив'язці «250» підбираємо сталеві опорні стійки марки СК-3.

По серії 1.423.3-8 «Сталеві колони одноповерхових виробничих будівель без мостових опорних кранів» підбираємо сталеві колони марки КБ72.12-1-К.

По серії 1.427.3-9 «Сталеві конструкції фахверка одноповерхових виробничих будівель» підбираємо стійку фахверка марки Т5.

2.1.4. Порівняння варіантів основного каркасу будівлі

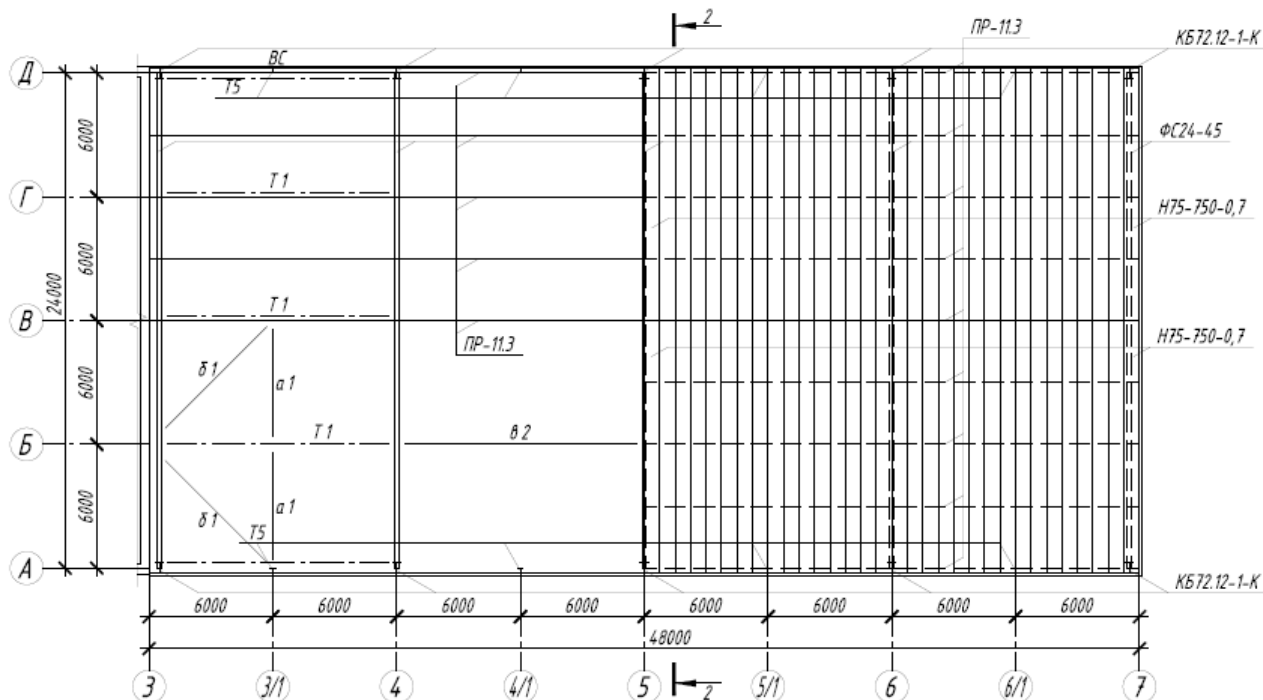
Для обраних варіантів було визначено основні техніко-економічні показники, приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Техніко-економічні показники варіантів

№ п/п	Найменування показників	1 варіант	2 варіант
1	Витрата бетону, м3	155	0
2	Витрата сталі, т	12,262	64,688
3	Витрати праці, люд-год	5420	9191
4	Вартість монтажу, грн	372 021	744 042
5	Розрахункова вартість конструкції, грн	15 924 878	18 516 886
6	Приведені витрати, грн	16 526 838	19 216 824

Порівняння техніко-економічних показників розглянутих варіантів показує, що більш економічним конструктивним рішенням є 1 варіант.

Схема розташування в'язей та прогонів по верхнім поясам ферм (в осях В-Д, 3-5), в'язей по нижнім поясам ферм (в осях А-В, 3-5), листів профільованого настилу



2-2

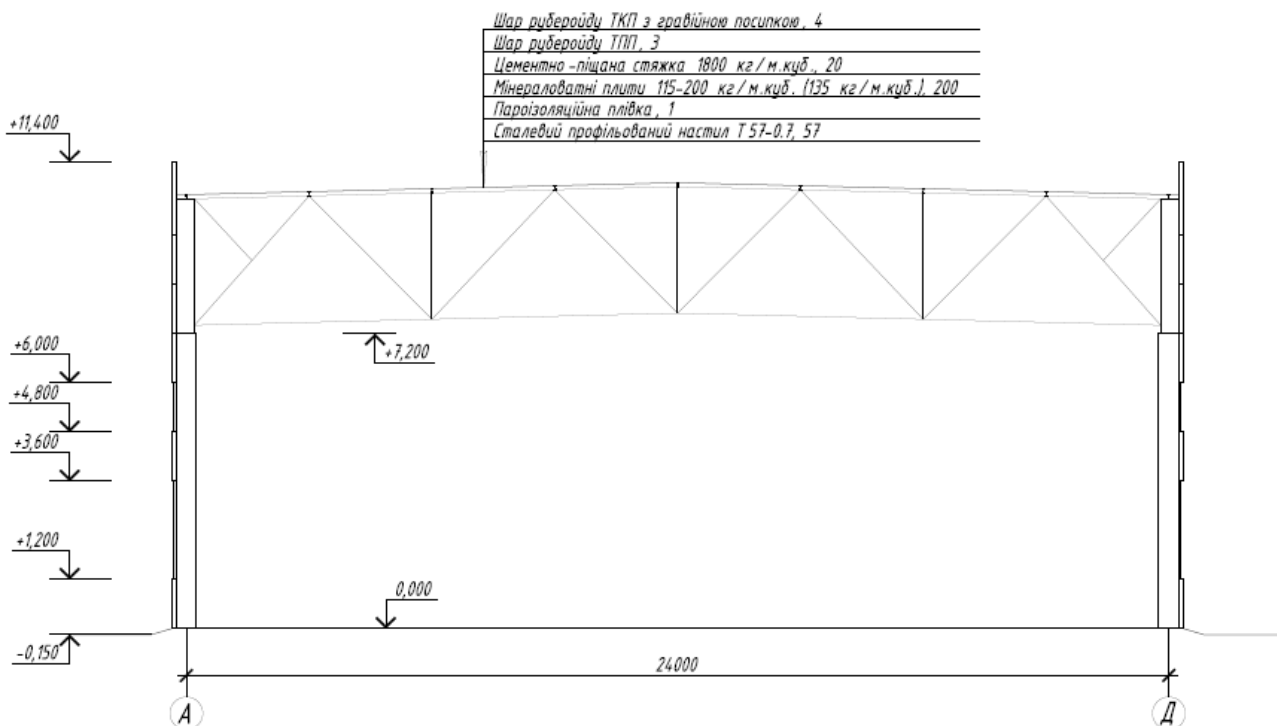


Рисунок 2.3 – Варіант 2. Металевий каркас

Приймаємо залізобетонний каркас будівлі з наступними несучими конструкціями:

- плити залізобетонні ребристі розміром 3х6 марки ЗПГ6- 3АІV;
- залізобетонні ферми розкосів марки 2ФС24-3К7;
- колони залізобетонні марки 1К72-4М2.

2.2. Об'ємно-планувальне вирішення та опис конструкцій будівлі

2.2.1. Загальна характеристика об'ємно-планувального вирішення

Проектована будівля має Г-подібну форму в плані. У виробничій частині будівля закладена каркасною з розмірами в осях 3-11 – 48 м, А-Д – 24 м і має один проліт 24 м з висотою до кроквяної конструкції 7,2 м, із вбудованою антресолюю та з прибудованим цегляним двоповерховим виробничо-побутовим корпусом з розмірами в осях 1-3 – 15 м, Б-Д – 18 м з висотою першого поверху 4,8 м, другого – 3,3 м

При ухваленні об'ємно-планувальних рішень були враховані наступні вимоги:

- оптимальне розміщення проектованої будівлі на відведеній території;
- забезпечення технологічного процесу;
- забезпечення природного освітлення;
- забезпечення зручностей для робочого персоналу.

Запроектowana будівля розміщена на відведеній території таким чином, що основні виробничі приміщення спрямовані на південний захід, що дозволяє якнайповніше використовувати природне освітлення.

Висота будівлі у виробничій частині вибрана з умови розміщення технологічного устаткування, зокрема установка вакуум-випарна А2-00В-2 має висоту 6,5 м, з урахуванням проміжку між конструкціями і вимогами уніфікації прийнята висота до низу кроквяної конструкції 7,2 м

Побутове обслуговування працюючого персоналу передбачене в блоці санітарно-побутових приміщень, прибудованому до цеху, у складі якого: пральня, прасувальна; чоловічий і жіночий гардероби вуличного, домашнього і

спеціального одягу; приміщення для сушки одягу і взуття; комори чистого і брудного одягу; чоловічий і жіночий туалети; комора прибирального інвентарю; душові і кімната особистої гігієни жінки.

Основні виробничі приміщення: приймально-мийне відділення, цех з виробництва вершкового масла, склад пакувального матеріалу, холодильна камера, цех з виробництва згущеного молока, відділення централізованого миття, склад дезозасобів, склад цукру, склад готової продукції і приміщення для прийому тари.

Кімната майстра і головного інженера, хімічна лабораторія, кабінет завідуючої виробництвом розташовані на другому поверсі антресолі в каркасній частині будівлі.

Для сполучення між поверхами в будівлі запроектовано чотири сходові клітини, одна розташована в блоці санітарно побутових приміщень, три інших у виробничих приміщеннях (цех з виробництва згущеного молока, і цех з виробництва вершкового масла), також в каркасній частині будівлі передбачені сталеві пожежні сходи ззовні будівлі.

Техніко-економічні показники об'ємно-планувального вирішення будівлі:

- Загальна площа будівлі: $P_0 = 1948 \text{ м}^2$
- Площа зовнішніх стін: $Z = 1614 \text{ м}^2$
- Будівельний об'єм будівлі: $V_{\text{стр}} = 17982 \text{ м}^3$
- Об'ємний коефіцієнт: $K_2 = V_{\text{стр}}/P_0 = 9,23$
- Коефіцієнт компактності будівлі: $K_3 = V_{\text{стр}}/Z = 11,14$
- Коефіцієнт економічності форм: $K_4 = P_0/V_{\text{стр}} = 0,108$

2.2.2. Конструктивне вирішення будівлі

Виробничий корпус запроектований з жорсткими поперечними рамами, що складаються зі збірних залізобетонних колон і крокв'яних несучих конструкцій. Закладення колон у фундамент жорстке, а сполучення крокв'яних конструкцій і колон шарнірне. Жорсткість споруди забезпечується горизонтальним диском покриття і жорсткістю поперечної рами. У вбудованій антресолі по осі 4/1 в

осях Г-Д і по осі Г в осях 3/1-4/1 розташовані діафрагми жорсткості на першому поверсі і на відмітці 4.800 розташовані в осях 4/1 - 9/1 зв'язкові плити. Крок колон 6 м, крок крокв'яних конструкцій 6 м

Схема розташування колон і крокв'яних конструкцій зображена на рисунку 2.4, Схема розташування ригелів і зв'язкових плит на відм. 4,800 - на рисунку 2.5.

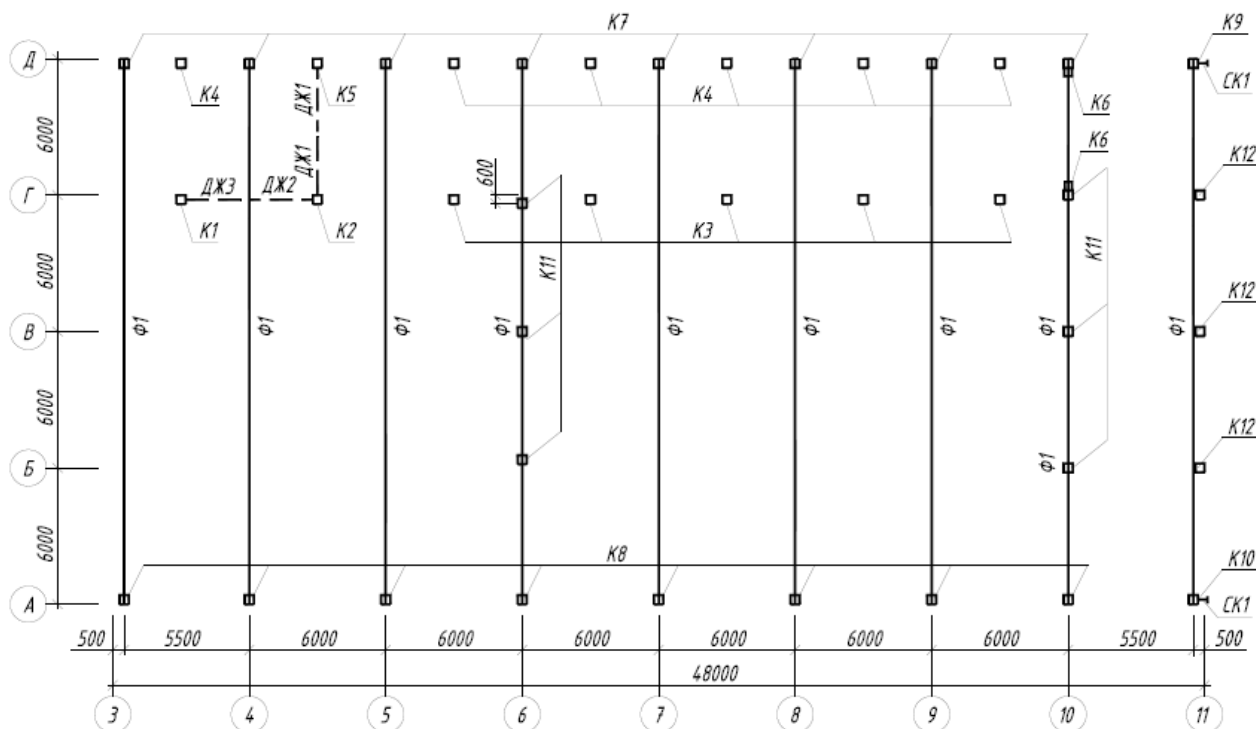


Рисунок 2.4 – Схема розташування колон і крокв'яних конструкцій

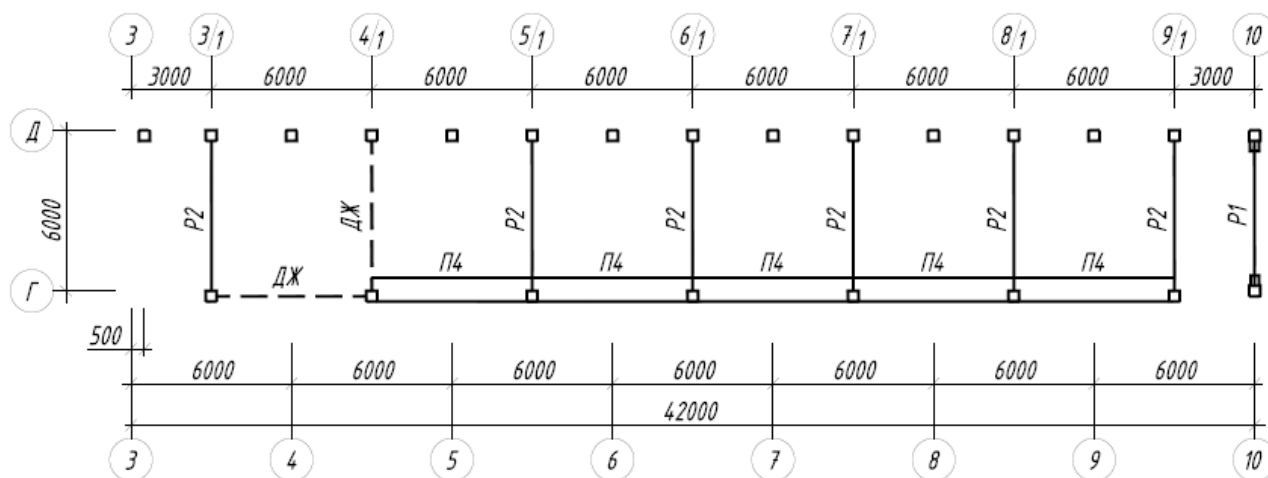


Рисунок 2.5 – Схема розташування ригелів і зв'язкових плит на відм. 4.800

У вбудованій антресолі крок колон 6 м зміщений на 3м відносно колон каркаса будівлі.

Двоповерховий цегляний виробничо-побутовий корпус запроектований з подовжніми несучими стінами, перекривається круглопустотними збірними залізобетонними плитами. В осях 1-2, Г-Д запроектована сходова клітина. Товщина несучих зовнішніх стін 490 мм, внутрішніх - 380 мм.

Фундаменти

Глибина закладення фундаментів призначена в результаті спільного розгляду інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов будівельного майданчика, сезонного промерзання і пучиності ґрунтів, конструктивних і експлуатаційних особливостей будівлі, величини і характеру навантаження на основу. Відмітка уступу фундаменту - 0,15 м.

У каркасній частині будівлі застосовуються монолітні залізобетонні фундаменти ФМ1 і ФМ3 – під колони перерізом 400x400 мм і ФМ2 – під фахверкові колони. Під колони антресолі і колони, що розташовані всередині будівлі застосовуються збірні фундаменти Ф1 марки Ф-18.9-1, з розмірами підшови 1800x1800 мм і заввишки 0.9 м. Під діафрагму жорсткості виконується монолітний залізобетонний фундамент ФМ4.

У цегляній частині будівлі застосовуються стрічкові збірні залізобетонні фундаменти. Залізобетонні фундаментні блоки заввишки 0,6 м встановлюються в два ряди по висоті з перев'язкою на фундаментні плити завтовшки 0,3 м. Відмітка низу підшови фундаментної плити - 1,650 м

Схема розташування фундаментів представлена на рисунку 2.6.

Таблиця 2.2 – Специфікація залізобетонних фундаментів під колони і фахверки

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
Ф1	1.020-1/87 вип. 1-1	Ф 18.9-1	17	4	
ФМ1	1.412.1-6	Ф5.2.1.1	16	6	
ФМ2	1.412.1-6	Ф6.2.1.1	3	8,5	
ФМ3	1.412.1-6	Ф4.1.2.1	2	6	
ФМ4	-	ФМ4	2	-	

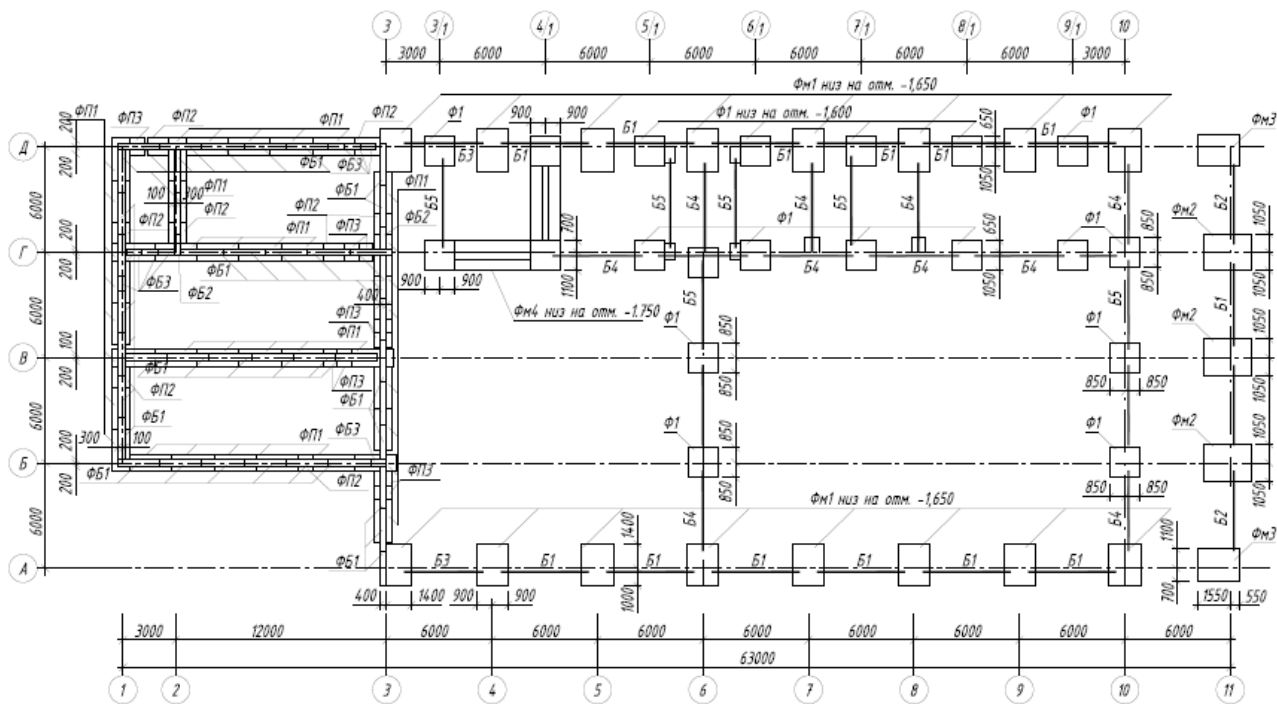


Рисунок 2.6 – Схема розташування фундаментів

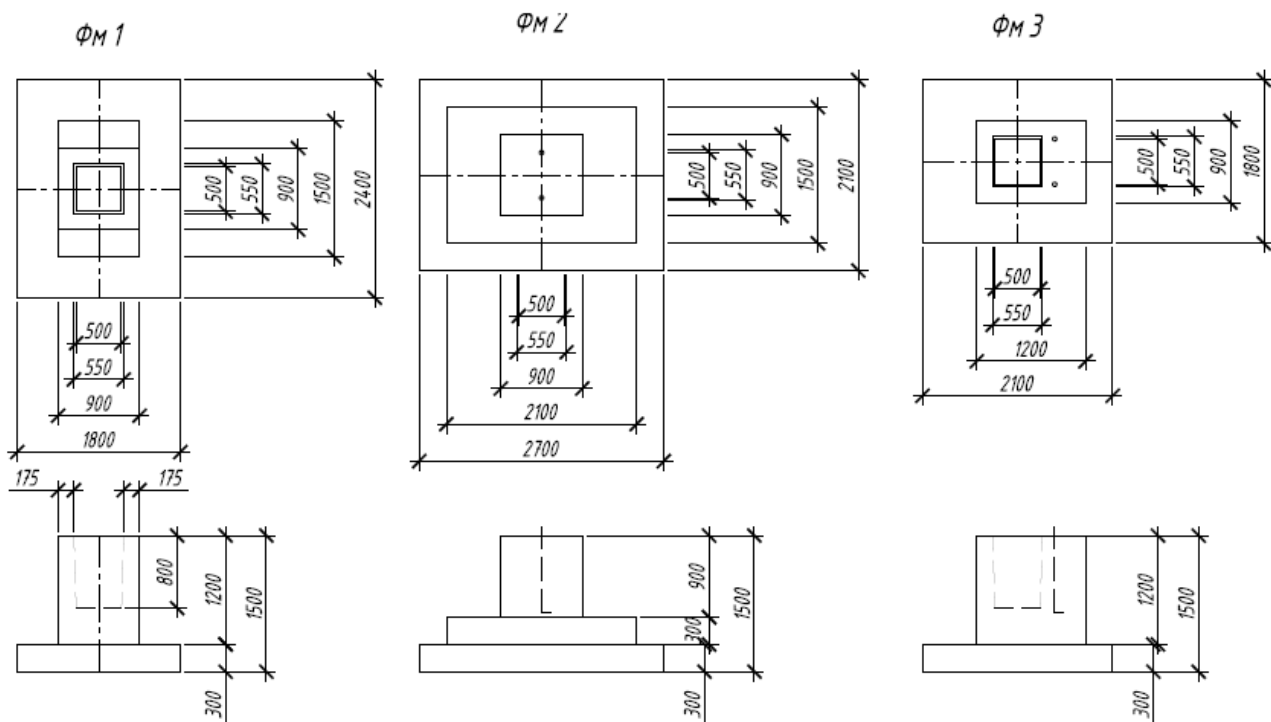


Рисунок 2.7 – Залізобетонні монолітні фундаменти

Таблиця 2.3 - Специфікація залізобетонних збірних стрічкових фундаментів

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
ФП1	ГОСТ 13580-85	ФЛ10.24-1	36	1,38	
ФП2	ГОСТ 13580-85	ФЛ10.12-1	8	0,65	
ФП3	ГОСТ 13580-85	ФЛ10.8-1	9	0,42	
ФБ1	ГОСТ 13579-78	ФБС24.4.6-Т	78	1,30	
ФБ2	ГОСТ 13579-78	ФБС12.4.6-Т	4	0,64	
ФБ3	ГОСТ 13579-78	ФБС9.4.6-Т	18	0,47	

Фундаментні балки

Для передачі ваги стінових панелей і внутрішніх перегородок на фундамент використовуються фундаментні балки таврового перерізу заввишки 450 мм.

Фундаментні балки встановлюються на приливи фундаментів по шару розчину марки 100 завтовшки 20 мм.

Таблиця 2.4 - Специфікація залізобетонних фундаментних балок

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
Б1	1.415-1 вип. 1	ФББ - 17	13	1,5	
Б2	1.415-1 вип. 1	ФББ - 13	2	1,4	
Б3	1.415-1 вип. 1	ФББ - 14	2	1,3	
Б4	1.415-1 вип. 1	ФББ - 2	11	1,3	
Б5	1.415-1 вип. 1	ФББ - 1	7	1,6	

Колони

В каркасній частині будівлі застосовані залізобетонні колони квадратного перерізу 400x400 мм завдовжки 8,1 м з кроком 6 м. Відмітка оголовка колони 7,2 м. Колони вбудовані антресолі також мають квадратний переріз 400x400 мм, крок колон 6 м, кріплення ригеля антресолі здійснюється до консолей колон заввишки 150 мм і вильотом 150 мм.

1КБО 48-2.22
(К1, К2, К3, К4, К5)

1К72-4М2
(К7, К8, К9, К10)

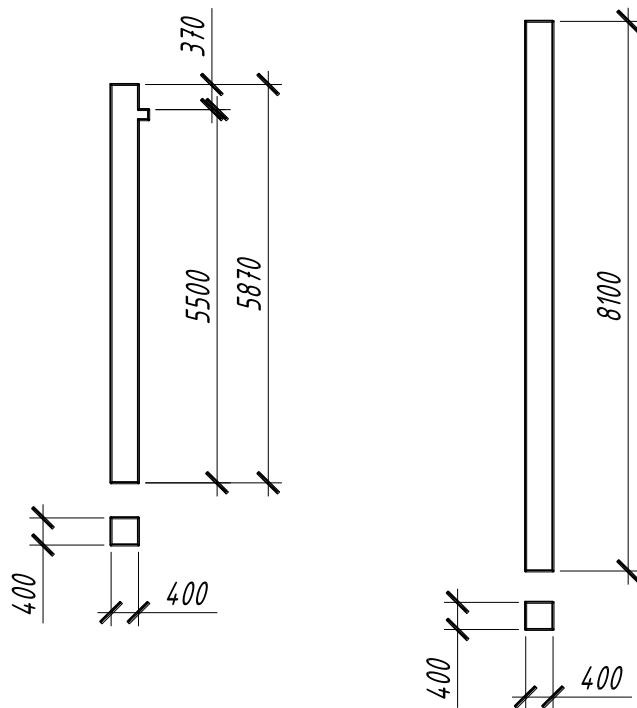


Рисунок 2.8 – Залізобетонні колони

Таблиця 2.5 - Специфікація залізобетонних колон

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
К1	1.020-1/87 вип. 2-7	1КБО 48-2.22-1	1	2,4	
К2	1.020-1/87 вип. 2-7	1КБО 48-2.22-2	1	2,4	
К3	1.020-1/87 вип. 2-7	1КБО 48-2.22-3	5	2,4	
К4	1.020-1/87 вип. 2-7	1КБО 48-2.22-4	6	2,4	
К5	1.020-1/87 вип. 2-7	1КБО 48-2.22-5	1	2,4	
К7	1.423.1-3/88 вип. 1	1К72-4М2- 1	8	3,2	
К8	1.423.1-3/88 вип. 1	1К72-4М2- 2	8	3,2	
К9	1.423.1-3/88 вип. 1	1К72-4М2- 3	1	3,2	
К10	1.423.1-3/88 вип. 1	1К72-4М2- 4	1	3,2	
К11	1.423.1-3/88 вип. 1	1К72-4М2- 5	6	3,2	

Для кріплення сталевих ригеля Р-1 запроєктовані сталеві колони К6 перерізом 140х180 мм, виконані з двох зварених швелерів.

Таблиця 2.6 - Специфікація сталевих колон

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
К6	-	КС- 1	2	0,15	

Фахверки

Фахверкові колони призначені для кріплення торцевих стінових панелей. Фахверкові колони виконані залізобетонними, завдовжки 8,5 м.

Таблиця 2.7 - Специфікація фахверкових колон і стійок

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
К12	1.030.1-1.4	БКФ85 - 1 - 1	3	3,15	
СК1	1.030.1-1.4	Стійка фахверкова СФ7	2	0,42	

Кров'яні конструкції і ригелі

Для перекриття прольоту у виробничій частині будівлі довжиною 24 м застосовані залізобетонні розкісні ферми марки 2ФС24-3К7 по серії 1.463.1-16 «Ферми кров'яні залізобетонні сегментні для покриттів одноповерхових виробничих будівель прольотами 18 і 24 м». Відмітка низу кров'яної конструкції – 7,2 м.

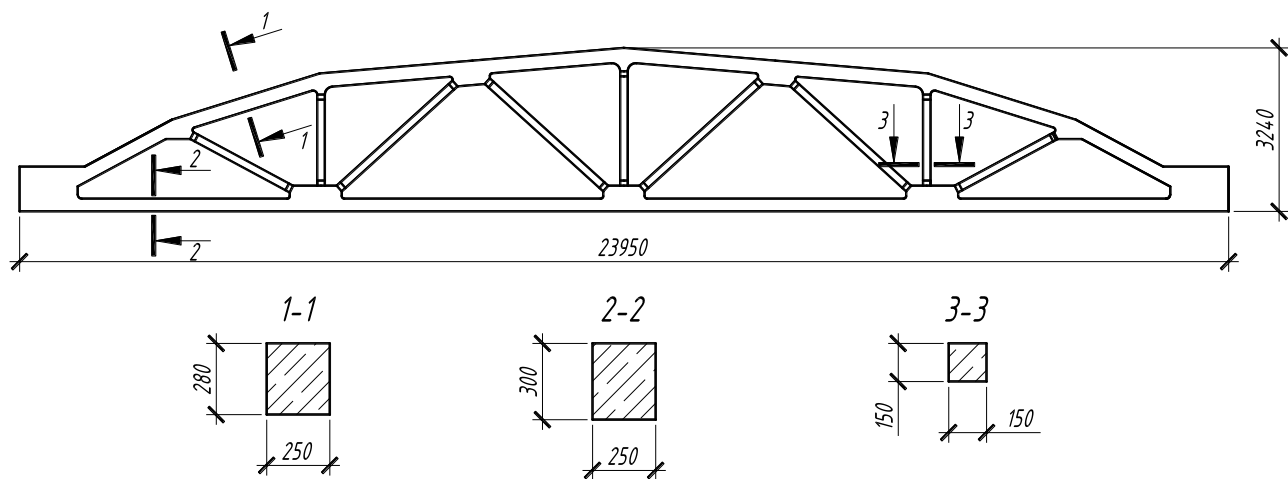


Рисунок 2.9 – Ферма кров'яна залізобетонна сегментна 2ФС24-3К7

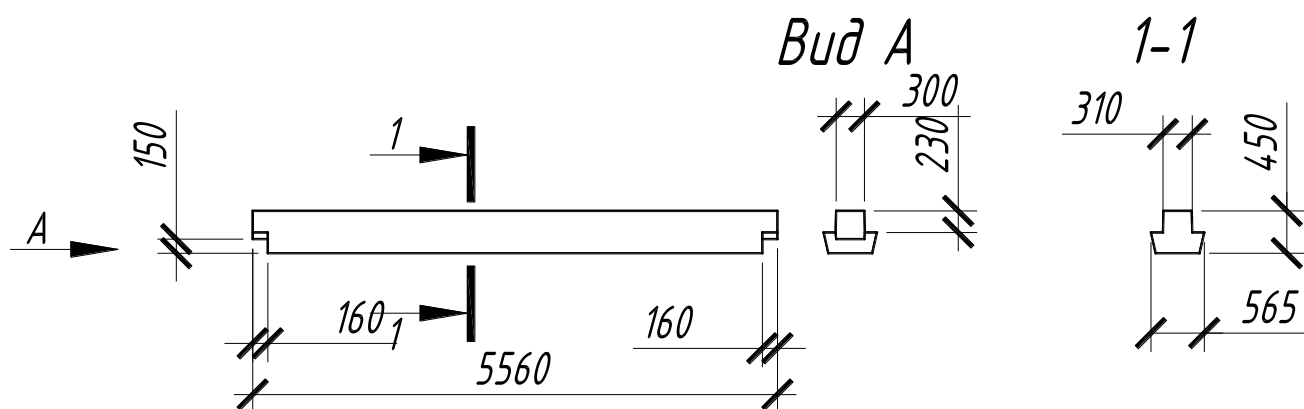


Рисунок 2.10 – Ригель РДП 4.56-90 АтV

Таблиця 2.8 - Специфікація кров'яних конструкцій і ригелів

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
Ф1	1.463.1-16 вип. 3	2ФС24-3К7	9	11,2	
Р1	ГОСТ 8239-89	Двугавр Б- 24	1	0,147	
Р2	1.020-1/87 вип. 3-1	РДП 4.56-90 АтV	6	2,55	

Діафрагми жорсткості

Діафрагми жорсткості проектуємо по серії 1.020-1/87.

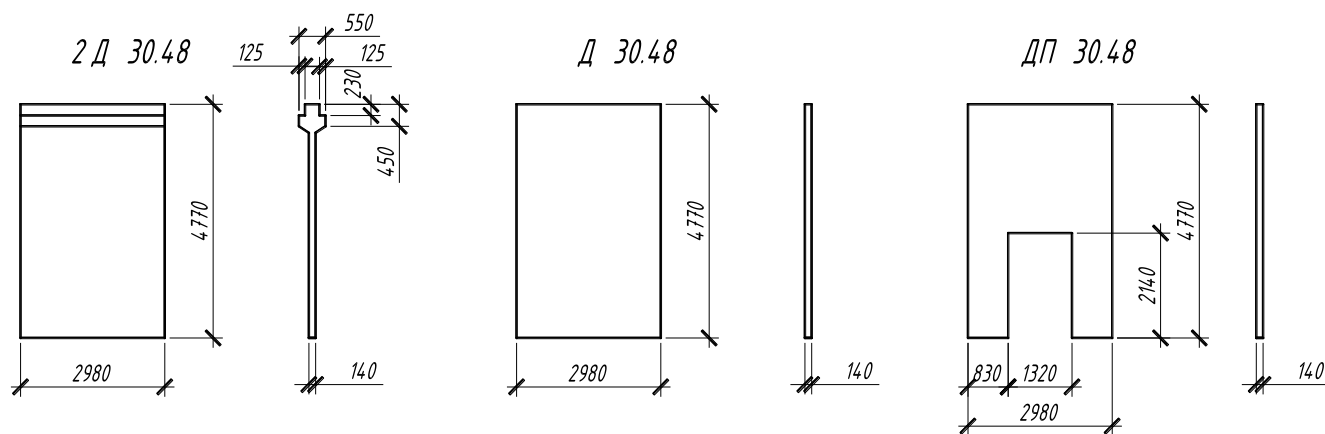


Рисунок 2.11 – Діафрагми жорсткості

Таблиця 2.9 - Специфікація діафрагм жорсткості

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
ДЖ1	1.020-1/87 вип. 4-1	2Д 30.48	2	5,98	
ДЖ2	1.020-1/87 вип. 4-1	Д 30.48	1	5,48	
ДЖ2	1.020-1/87 вип. 4-1	ДП 30.48	1	4,14	

Плити покриття і перекриттів

Несучими елементами огорожувальної частини покриття в каркасній частині будівлі є збірні залізобетонні ребристі плити 6х3 м. В місцях установки водоприймальних воронки і під вентиляційні короби запроектовані плити з отворами.

Для покриття і перекриття у виробничо-побутовому цегляному корпусі застосовуються збірні круглопустотні залізобетонні плити, завдовжки 6 м, шириною 1,5, 1,2 м і 1 м, заввишки 220 мм.

Для перекриття антресолі застосовуються збірні круглопустотні залізобетонні плити завдовжки 6 м і 3 м, шириною 1,2 м і 1,5 м.

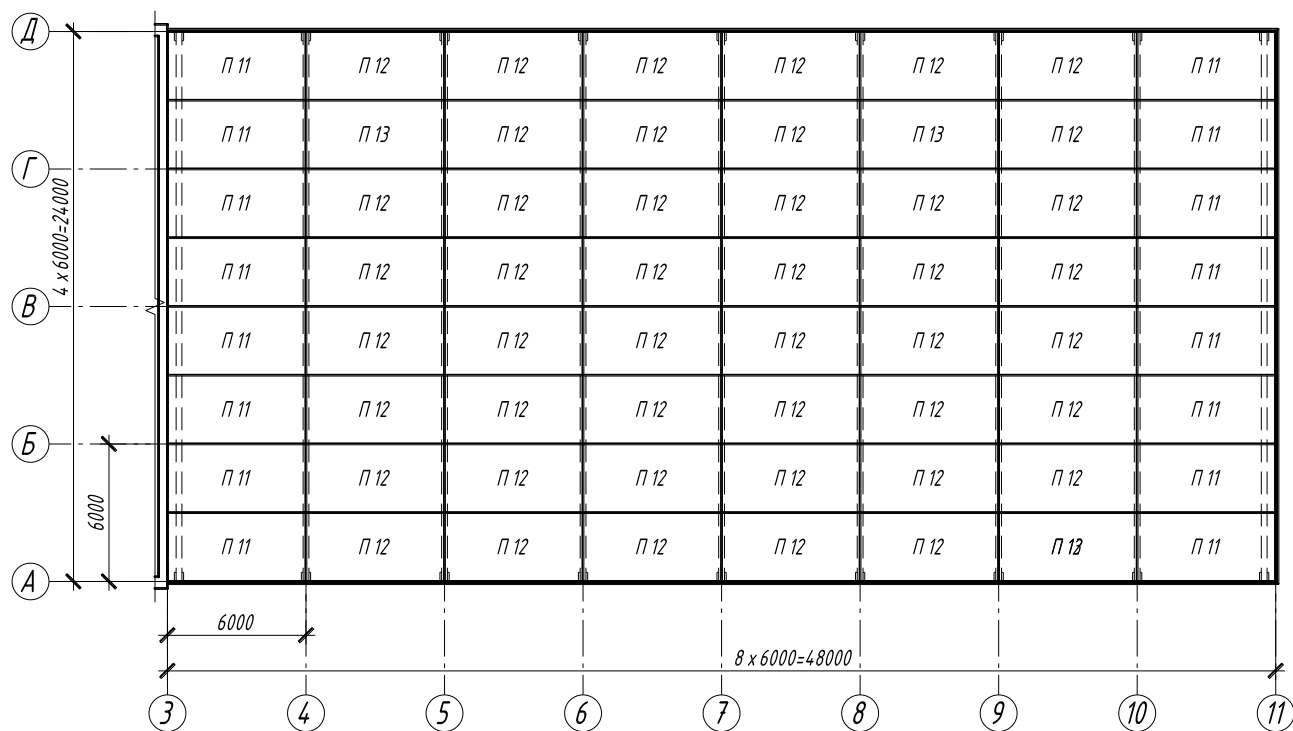


Рисунок 2.12 – Схема розташування плит перекриття на відм. +4,800

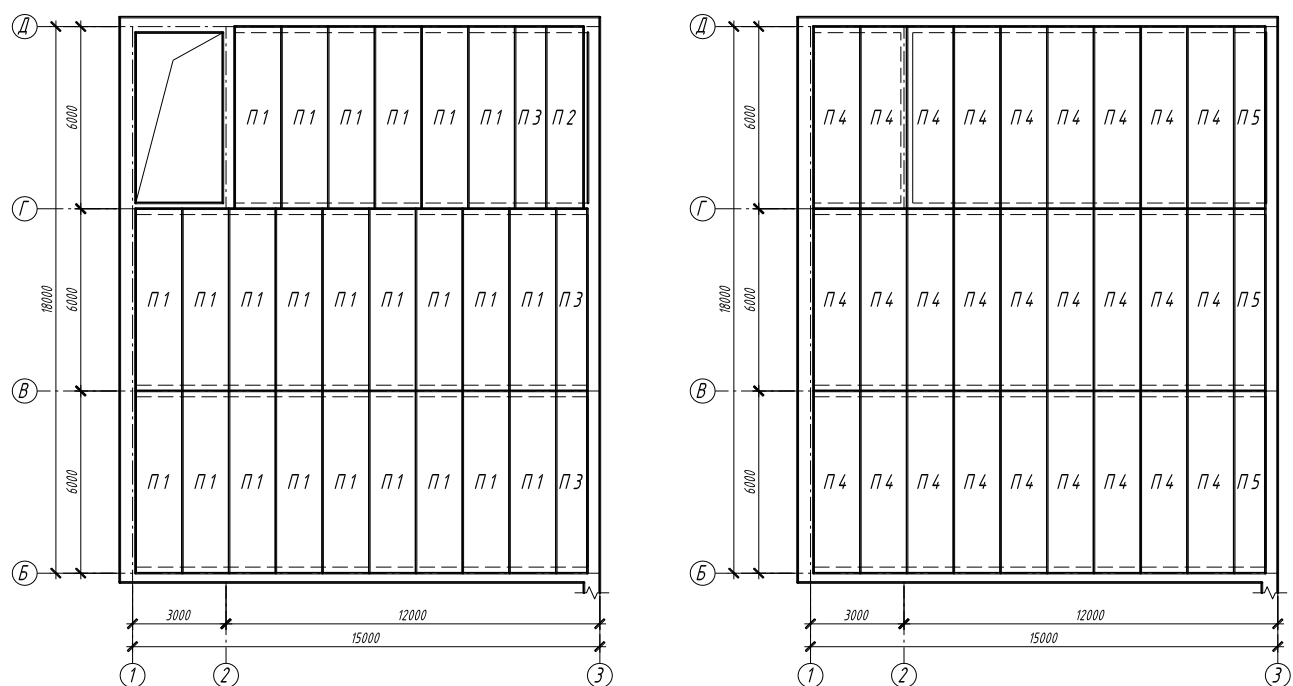


Рисунок 2.13 – Схеми розташування плит перекриття в осях 1-3
на відм. +4,550 і +7,800

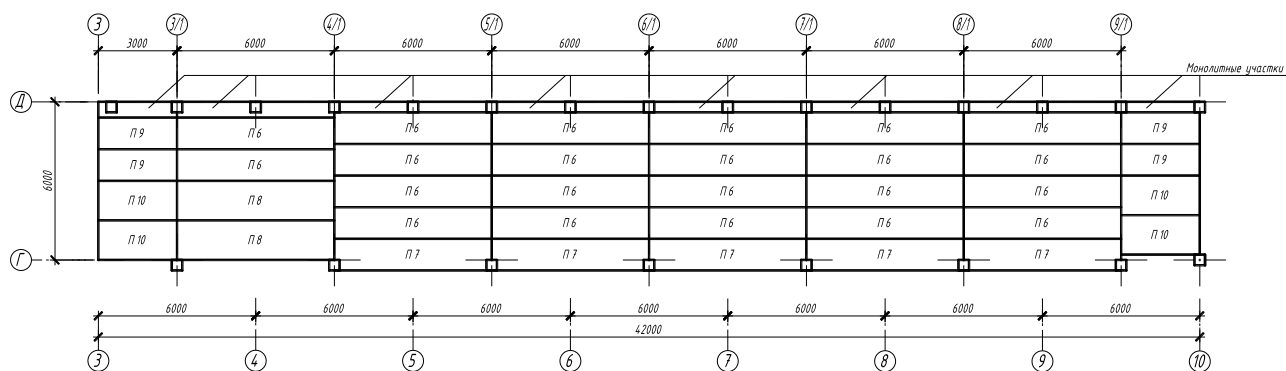


Рисунок 2.14 – Схеми розташування плит перекриття в осях 3-10 і Г-Д
на відм. +4.800

Таблиця 2.10 - Специфікація залізобетонних плит покриття і перекриття

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
П1	1.141-1 вип. 63	ПК 60.15-8АтVТ	24	2,8	
П2	1.141-1 вип. 63	ПК 60.12-8АтVТ	1	2,1	
П3	1.141-1 вип. 63	ПК 60.10-8АтVТ	3	1.725	
П4	1.141-1 вип. 63	ПК 60.15-4АтVТ	27	2,8	
П5	1.141-1 вип. 63	ПК 60.10-4АтVТ	3	1.725	
П6	1.041.1-3 вип. 1	ПК56.12-10АтV	22	2	
П7	1.041.1-3 вип. 1	ПК56.12-10АтV-1	5	1,6	
П8	1.041.1-3 вип. 1	ПК56.15-10АтV-1	2	2,6	
П9	1.141-1 вип. 60	ПК 30.12 - 8т	4	1,08	
П10	1.141-1 вип. 60	ПК 30.15 - 8т	4	1,425	
П11	1.465.1-21.94 вип. 1	ЗПГ6- 3АІV-1	16	2,68	
П12	1.465.1-21.94 вип. 1	ЗПГ6- 3АІV-2	46	2,68	
П13	1.465.1-21.94 вип. 1	ЗПВ6- 3АІV-3	2	3,28	

Зовнішні стіни

В якості зовнішніх огорожувальних конструкцій у виробничому корпусі застосовуються сандвіч-панелі товщиною 100 мм. Кріплення стінових панелей до колон здійснюється на дюбелях. Вертикальні стикові шви заповнюють мінеральною ватою і закриваються фасонними елементами із пофарбованої оцинкованої сталі.

У виробничо-побутовому корпусі зовнішні стіни цегляні двошарової конструкції товщиною 490 мм. Несучий шар з цегли силікатної (380 мм), утеплюючий – із мінераловатних плит товщиною 100 мм, оздоблювальний шар – декоративна штукатурка по склосітці (10 мм).

Сходи

Для сполучення між поверхами в будівлі запроектовано чотири сходові клітини, одна розташована в блоці санітарно побутових приміщень і виконана із залізобетонних майданчиків 1ЛПФ28.11-5 і маршів ЛМФ39.14.17-5, для підйому на другий поверх застосовано три марші з двома міжповерховими майданчиками на позначках 1500 м і 3150 м. У виробничих приміщеннях (цех з виробництва згущеного молока і цех з виробництва вершкового масла) є три сталеві сходові клітини з міжповерховими майданчиками на позначці 3600 м, дві з яких ведуть з приміщень цехів на другий поверх антресолі, одна – з цеху з виробництва вершкового масла на другий поверх виробничо-побутового корпусу. Також передбачена сталеві сходи зовні будівлі, що ведуть на другий поверх і розміщені в каркасній частині будівлі. Передбачена також сталеві сходи для підйому на покрівлю виробничого корпусу з боку фасаду А-Г.

Таблиця 2.11 - Специфікація сходових майданчиків і маршів

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
ЛП1	ГОСТ 9818-85	1ЛПФ28.11-5	3	1,10	
ЛМ2	ГОСТ 9818-85	ЛМФ39.14.17-5	3	1,43	

Перемички

Над дверними і віконними отворами встановлюються залізобетонні перемички, закладені в масив кам'яної кладки.

Таблиця 2.12 - Специфікація перемичок

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
ПР1	ГОСТ 948-84	3ПБ30- 8	1	0,197	
ПР2	ГОСТ 948-84	5ПБ30- 37	1	0,410	
ПР3	ГОСТ 948-84	8ПБ10- 1	10	0,028	
ПР4	ГОСТ 948-84	8ПБ13- 1	33	0,035	
ПР5	ГОСТ 948-84	8ПБ16- 1	4	0,042	
ПР6	ГОСТ 948-84	9ПБ13- 37	9	0,074	
ПР7	ГОСТ 948-84	9ПБ16- 37	63	0,088	
ПР8	ГОСТ 948-84	9ПБ21- 8	6	0,118	
ПР9	ГОСТ 948-84	9ПБ25- 8	4	0,140	
ПР10	ГОСТ 948-84	10ПБ21- 27	3	0,246	
ПР11	ГОСТ 948-84	10ПБ25- 37	2	0,292	

Ворота, двері та вікна

Двоє воріт розміщено в каркасній частині будівлі в осях 10-11 для скрізного проїзду автомобільного транспорту. Ворота в зовнішніх стінах двостворчасті розміром 3500x3600мм. Для в'їзду і виїзду транспорту передбачені пандуси.

Відповідно до розмірів стінових панелей прийняті віконні панелі з подвійним склінням. Вікна у виробничому корпусі по осі А розміщуються в один ярус на відмітці 1,2 м від рівня чистої підлоги і мають висоту 4,8 м. Для провітрювання застосовуються вікна, що повністю відкриваються.

Таблиця 2.13 - Специфікація вікон

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
ОК1	ГОСТ 23166-99	ОДР24- 18/Д2-Д-А-В-Д	36		
ОК2	ГОСТ 23166-99	ОДР24- 12/Д2-Д-А-В-Д	9		
ОК3	ГОСТ 23166-99	ОДР12- 12/Д2-Д-А-В-Д	13		
ОК4	ГОСТ 23166-99	ОДРСП12- 12/Г2-Д-А-В-Д	7		
ОК5	ГОСТ 23166-99	ОДРСП24- 12/Г2-Д-А-В-Д	2		
ОК6	ГОСТ 23166-99	ОД12- 15	2		

Таблиця 2.14 - Специфікація дверей

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., т	Примітка
Д1	ГОСТ 14624-84	ДНГ19- 24	3		
Д2	ГОСТ 14624-84	ДНГ12- 24	4		
Д3	ГОСТ 14624-84	ДНГ10- 24	1		
Д4	ГОСТ 14624-84	ДВГ10- 21	42		
Д5	ГОСТ 14624-84	ДВГ15- 24	6		
Д6	ГОСТ 14624-84	ДВГ9- 21	4		
Д7	ГОСТ 14624-84	ДВГ7- 21	10		

Перегородки

Внутрішні перегородки виконані з глиняного і силікатної цегли товщиною 120 мм. У холодильній камері облицьовані додатково теплоізоляційним матеріалом.

Покрівля

Покрівля рулонна з гідроізоляцією з двох шарів руберойду. Водозбір внутрішній. Ухил покрівлі у виробничому корпусі утворений геометрією сегментної ферми, у виробничо-побутовому корпусі – 2,5%, утворений разуклон-

кою з керамзитового гравію.

Підлоги

Відповідно до призначення виробничих ділянок, в маслоцеху та цеху з виробництва згущеного молока проєктуються підлоги з полімербетону.

Опорядження фасадів і приміщень

Опорядження фасадів виробничо-побутового цегляного корпусу виконується з декоративної штукатурки по склосітці.

Стінові сендвіч-панелі фасадів виробничого корпусу мають готове захисно-декоративне покриття і не вимагають додаткової обробки.

Інженерні мережі

Проектом передбачено водопостачання будівлі для задоволення наступних потреб у воді:

- господарсько-питних;
- виробничих;
- протипожежних.

Передбачені побутова, виробнича і дощова системи каналізації. Відведення стічних вод передбачається в існуючі зовнішні мережі. Внутрішні мережі каналізації прокладаються в пластикових трубах діаметром 50-150 мм.

Система опалення двотрубна, з нижньою розводкою. Теплоносій для систем опалення, тепlopостачання калориферів - перегріта вода з параметрами 130-70°C.

Система вентиляції цеху та допоміжних приміщень – припливно-витяжна з механічним і природним спонуканням. Видалення повітря з верхньої зони проводиться даховими вентиляторами.

Електропостачання будинку передбачається від існуючих зовнішніх мереж напругою 380/220 В.

Для забезпечення пожежної безпеки в проєкті передбачені наступні заходи:

- автоматична пожежна сигналізація;

- передбачається автоматичне відключення вентиляційної системи при виникненні пожежі в приміщеннях;
- система оповіщення людей і управління евакуацією, з подачею звукових сигналів про евакуацію;
- установка світлових оповісників шляхів евакуації "Вихід";
- забезпечення приміщень водою для пожежогасіння від пожежних кранів;
- зовнішнє пожежогасіння з подачею води від гідрантів;
- протидимний захист приміщень і шляхів евакуації;
- захист від статичної електрики;
- блискавкозахист будівлі.

Конструктивні та об'ємно-планувальні рішення, застосовувані оздоблювальні матеріали, забезпечують запобігання розповсюдження пожежі.

Можливі негативні дії на довкілля при реалізації проекту незначні, оскільки при повному дотриманні технології виробництва робіт, при застосуванні екологічно чистих будівельних матеріалів і проведенню природоохоронних заходів спрямованих на відновлення природного середовища, а також при правильній експлуатації будівлі яка-небудь негативна дія зводиться до мінімуму.

Для зменшення об'єму викидів забруднюючих речовин в атмосферу застосовуються в основному механізми з електроприводом (монтажні крани, компресор та ін.), як найбільш екологічно чисті.

2.3. Вибір варіантів несучих конструкцій покрівлі

На наступному етапі варіантного проектування нами вивчалась доцільність та ефект від заміни залізобетонних ребристих плит покриття на покрівлю із несучим сталевим профільованим настилом по прогонах із легких сталевих тонкостінних профілів. Ефективність та прогресивність технології легких сталевих тонкостінних конструкцій обґрунтована в першому розділі роботи. На нашу думку, такий тип конструкцій покриття є

одним із найкращих конструктивних вирішень покрівель одноповерхових виробничих будівель. У наступних розділах роботи було виконано варіантне проектування згинальних несучих конструкцій покрівлі: залізобетонної ребристої плити покриття (у розділі 3) та сталевого профільованого настилу покриття (у розділі 4).

2.4 Висновки

1. У розділі проведено варіантне проектування каркасу одноповерхової виробничої будівлі молочного цеху із застосуванням каркасу зі збірних залізобетонних елементів або сталевому каркасу.

2. За техніко-економічними показниками було обрано для подальшої роботи варіант каркасу зі збірних залізобетонних елементів.

4. Розроблено конструктивні та об'ємно-планувальні рішення будівлі.

3. Для подальшої роботи було вирішено дослідити економічну доцільність заміни несучих конструкцій покриття будівлі зі збірних залізобетонних плит на покриття зі сталевому профільованого настилу по прогонах із тонкостінних профілів.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ РЕБРИСТОЇ ПЛИТИ ПОКРИТТЯ

У даному розділі в рамках варіантного проектування покриття будівлі цеху проведено розрахунок та конструювання залізобетонної ребристої плити покриття згідно діючих норм. Дані, отримані в даному розділі, будуть використанні для визначення вартості улаштування покриття за різними варіантами та визначення найбільш економічного.

3.1 Призначення розмірів і вибір матеріалів плити покриття

Розміри і матеріали плити покриття з попередньо напруженою арматурою призначаємо за серією 1.465.1-21.94 "Плити залізобетонні ребристі розміром 3·6 м для покриттів одноповерхових виробничих будівель" (рис. 3.1).

Розміри плити :

- довжина плити $l_{пл}=5970$ мм;
- ширина плити $b_f=2980$ мм;
- довжина площадки обпирання : $l_{оп}=110$ мм;
- висота подовжнього ребра - 300 мм;
- висота поперечного ребра - 150 мм;
- ширина подовжнього ребра внизу - 75 мм;
- ширина подовжнього ребра вгорі - 105 мм;
- ширина поперечних ребер внизу - 50 мм;
- ширина поперечних ребер вгорі - 100 мм;
- товщина полиці $h_f'=30$ мм.

Матеріали плити :

- важкий бетон класу В20; $\gamma_{b2}=0,9$; $R_b=11,5$ МПа, $R_{bt}=0,9$ МПа, $R_{b,ser}=15$ МПа, $R_{bt,ser}=1,35$ МПа, $E_b=27500$ МПа;
- напружувана арматура класу А600 : $R_s=510$ МПа, $R_{s,ser}=590$ МПа, $E_s=190000$ МПа;
- ненапружувана арматура класів А400 : $R_s=R_{sc}=355$ МПа,

$R_{s,ser}=390$ МПа, $E_s=E_{sc}=200000$ МПа; B_p500 , $R_{sw}=260$ МПа, $R_{s,ser}=395$ МПа, $E_s=170000$ МПа.

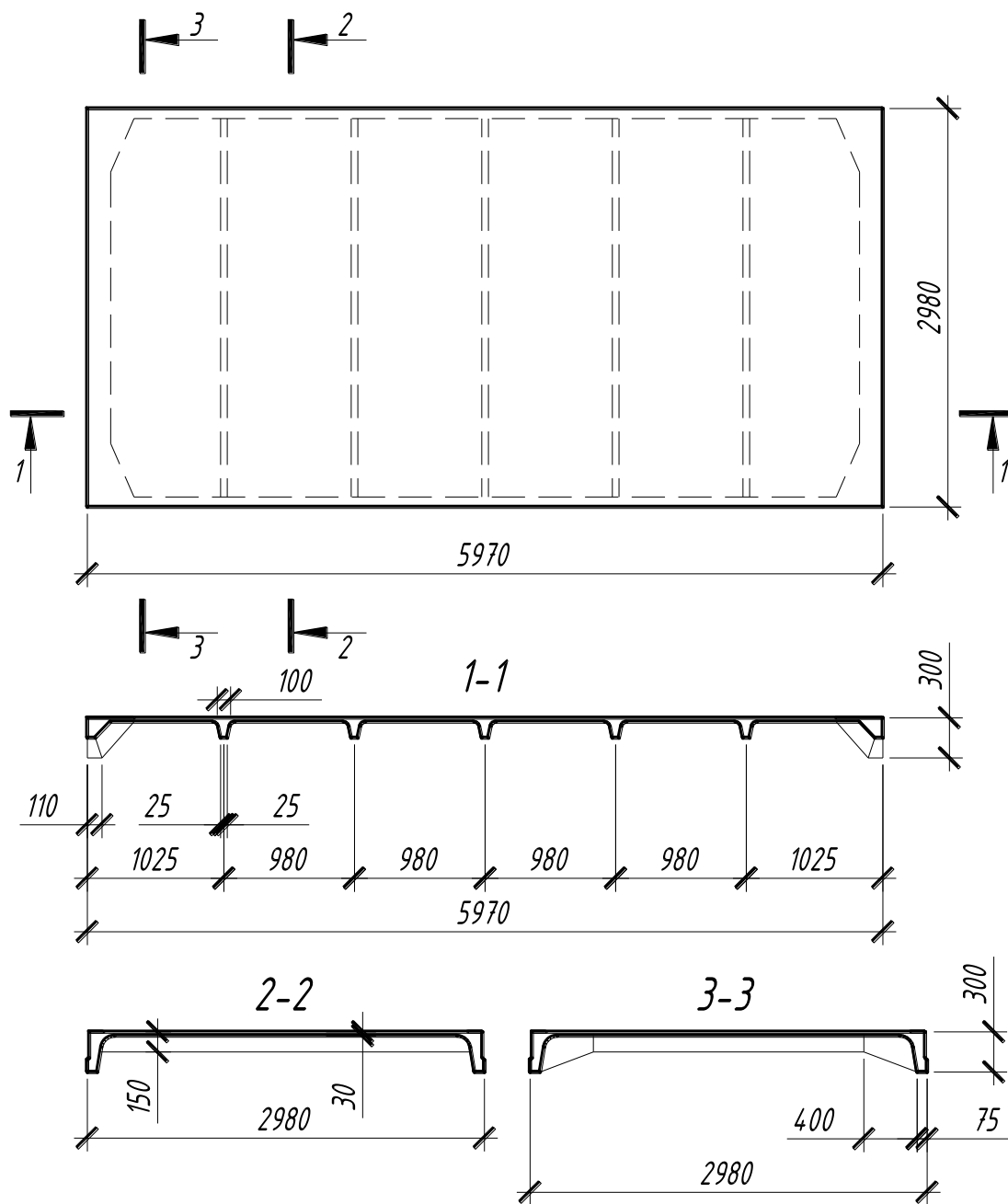


Рисунок 3.1 – Схема плиты покрытия

3.2 Розрахунок полиці панелі

Визначаємо розрахунковий випадок (рис. 3.2).

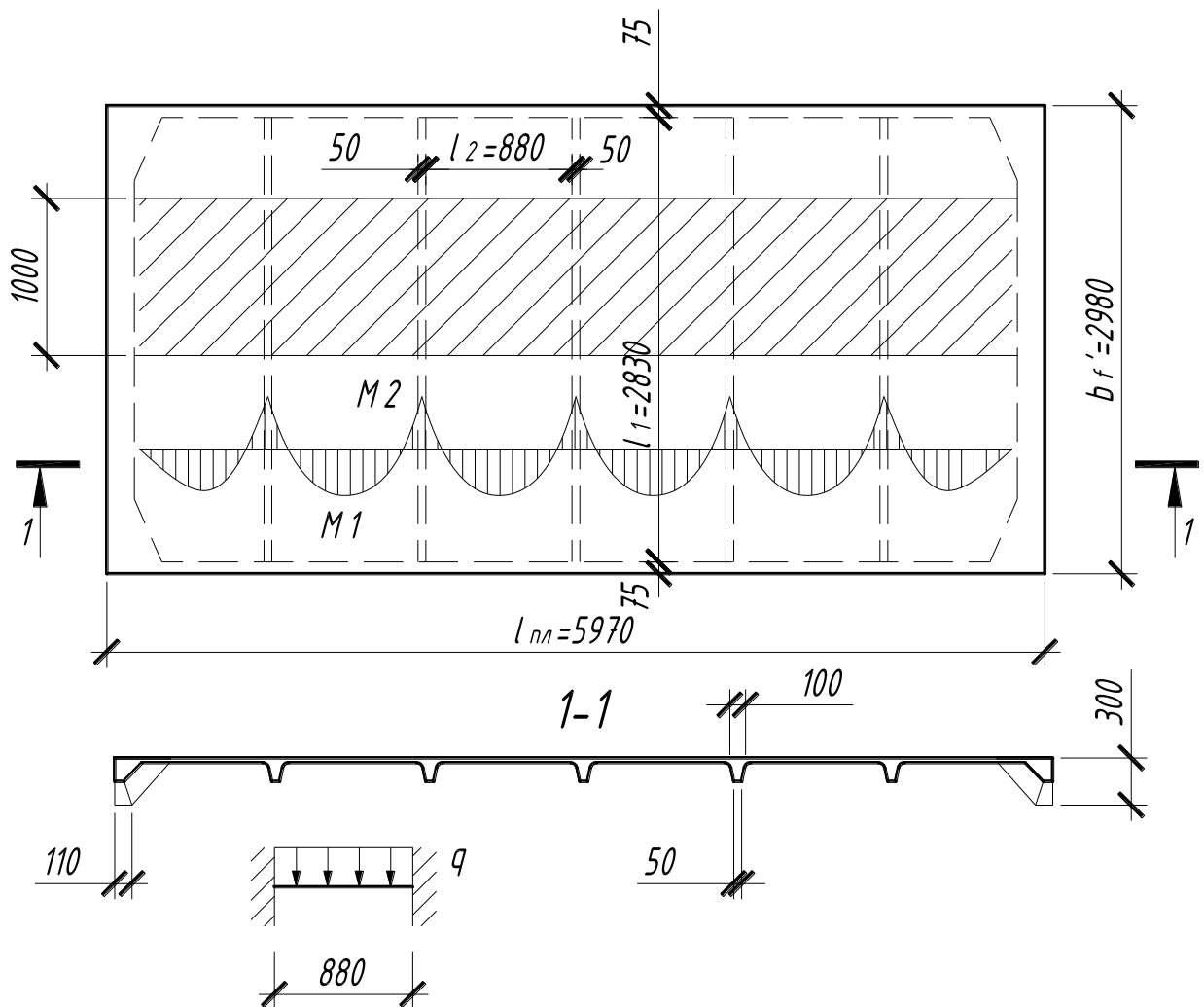


Рисунок 3.2 – Схема до визначення розрахункового випадку і розрахункова схема полиці

$$l_1 = b_f' - 2 \cdot 75 = 2980 - 2 \cdot 75 = 2830 \text{ мм};$$

$$l_2 = 880 \text{ мм};$$

$$l_1 / l_2 = 2830 / 880 = 3,216 > 2; \Rightarrow$$

полиця працює як багатопролітна балочна плита (чи однопролітна, затиснена з двох сторін плита – рис. 3.2).

Приймаємо стержні сітки з арматури класу Вр500 : $R_s=360$ МПа, $R_{s,ser}=260$ МПа, $E_s=170000$ МПа.

Розрахункове навантаження на смугу шириною 1 м :

$$q = g^{\text{пок}} \cdot 1 = 4,46 \cdot 1 = 4,46 \text{ кН/м}$$

Згинаючі моменти в полиці:

$$M_1 = q \cdot l_2^2 / 24 = 4,46 \cdot 0,88^2 / 24 = 0,144 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_2 = q \cdot l_2^2 / 11 = 4,46 \cdot 0,88^2 / 11 = 0,314 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Робоча висота перерізу :

$$h_0 = h - a_s = 0,03 - 0,015 = 0,015 \text{ м.}$$

Визначимо значення α_m :

$$\alpha_m = M_2 / (R_b \cdot b \cdot h_0^2) = 0,314 / (11500 \cdot 1 \cdot 0,015^2) = 0,121 < \alpha_R = 0,376, \Rightarrow$$

стисла арматура за розрахунком не вимагається.

Необхідна площа перерізу розтягнутої арматури :

$$A_s = R_b \cdot b \cdot h_0 \cdot (1 - (1 - 2 \cdot \alpha_m)^{0,5}) / R_s = 11,5 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,015 \cdot (1 - (1 - 2 \cdot 0,121)^{0,5}) / 360 = 61,99 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо крок подовжніх стержнів $S=200$ мм, тоді кількість робочих стержнів, що доводяться на розрахункову смугу шириною 1 метр

$$n_1 = 1000 / 200 = 5.$$

Необхідна площа перерізу одного стержня розтягнутої арматури :

$$A_{s1} = A_s / n_1 = 61,99 / 5 = 12,39 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо подовжні стержні - $\varnothing 4$ Вр500 ($A_{s1} = 12,56 \text{ мм}^2$).

Приймаємо сітку С1 марки $4Cp \frac{4Bp500 - 200}{3Bp500 - 250} 293 \times 593 \frac{90}{65}$ (рис. 3.3).

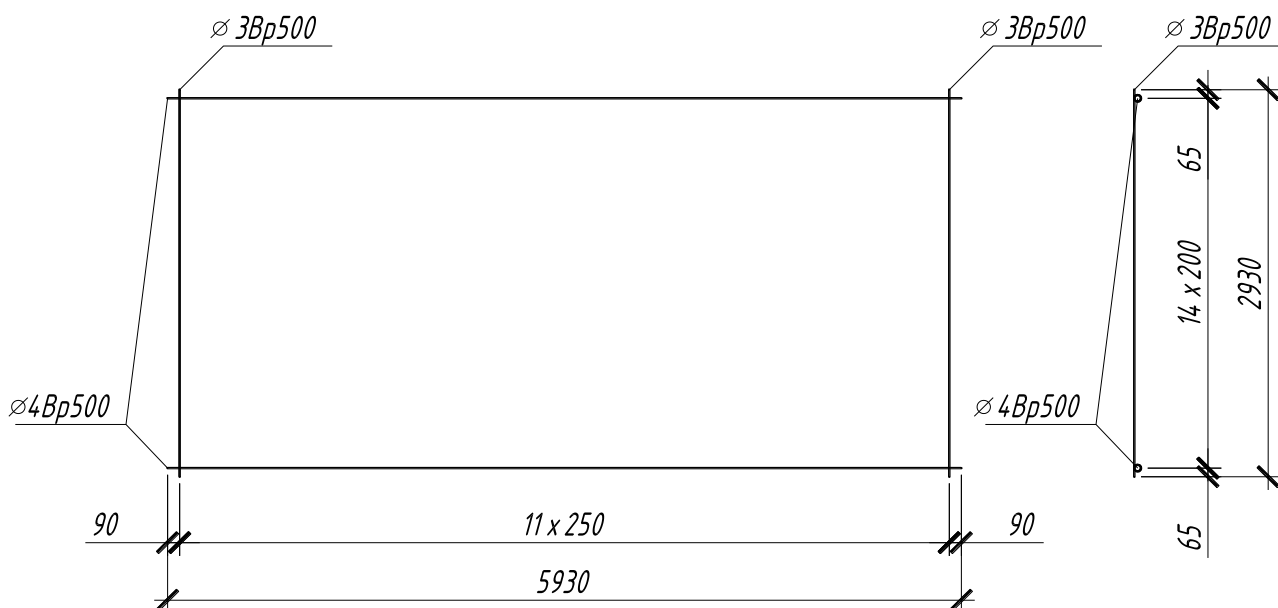


Рисунок 3.3 – Зварна сітка С1 для армування полиці панелі

3.3 Проектування поперечного ребра

3.3.1 Збір навантажень на поперечне ребро. Розрахункова схема. Визначення зусиль в поперечному ребрі

Поперечне ребро вільно спирається на поздовжні ребра і розглядається як балка вільно оперта на двох опорах і завантажена рівномірно розподіленим навантаженням. Розрахункова схема представлена на рисунку 3.4.

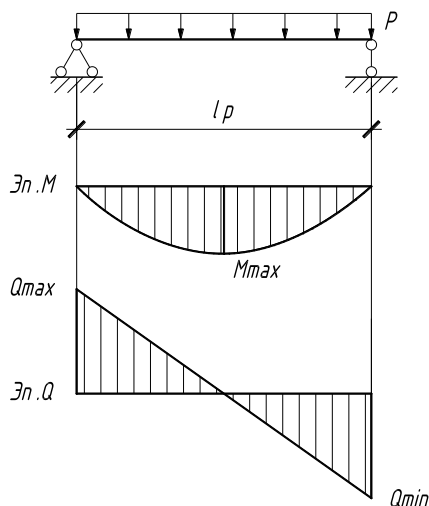


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема ребра і епюри зусиль

Розрахунковий проліт поперечного ребра :

$$l_p = l_1 = 2,83 \text{ м}$$

Розрахункове погонне навантаження від власної маси поперечного ребра :

$$q_1 = (0,05 + 0,09) \cdot (0,15 - 0,03) \cdot 2,5 \cdot 1,1 \cdot 9,81 / 2 = 0,22 \text{ кН/м}$$

Повне розрахункове погонне навантаження на поперечне ребро:

$$P = g^{\text{пок}} \cdot 0,98 + q_1 = 4,46 \cdot 0,98 + 0,22 = 4,59 \text{ кН/м}$$

Тимчасове розрахункове погонне навантаження на поперечне ребро:

$$P_{\text{вр}} = 2,4 \cdot 0,98 = 2,35 \text{ кН/м}$$

Максимальні розрахункові зусилля в подовжньому ребрі:

$$M_{\text{max}} = P \cdot l_p^2 / 8 = 4,59 \cdot 2,83^2 / 8 = 4,59 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Q_{\text{max}} = P \cdot l_p / 2 = 4,59 \cdot 2,83 / 2 = 6,5 \text{ кН}$$

3.3.2 Розрахунок поперечного ребра на міцність по нормальному перерізу

Розрахунковий нормальний переріз - приведений тавровий переріз з полицею в стислій зоні (рис. 3.5).

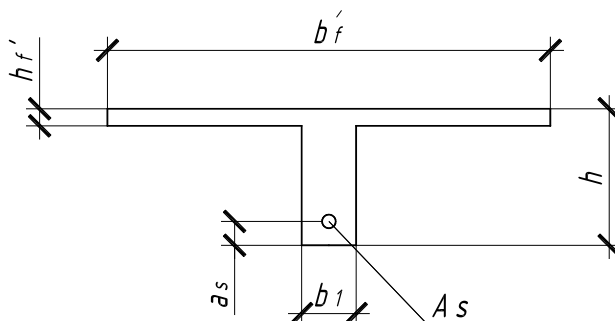


Рисунок 3.5 – Розрахунковий переріз поперечного ребра

Ширина полиці приведенного таврового перерізу $b_f' = 0,98$ м

Товщина полиці $h_f' = 0,03$ м

Висота таврового перерізу $h = 0,15$ м

Робоча висота перерізу $h_0 = h - a_s = 0,15 - 0,025 = 0,125$ м

Розрахунок ведемо в припущенні, що стислої арматури не вимагається:

$$R_b \cdot b_f' \cdot h_f' \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h_f') = 11500 \cdot 0,98 \cdot 0,03 \cdot (0,125 - 0,5 \cdot 0,03) = 37,2 \text{ кН}\cdot\text{м} > \\ > M_{\max} = 4,36 \text{ кН}\cdot\text{м},$$

тобто межа стислої зони проходить в полиці, і розрахунок виконуємо як для прямокутного перерізу шириною $b = b_f' = 0,98$ м

Визначимо значення α_m :

$$\alpha_m = M_{\max} / (R_b \cdot b \cdot h_0^2) = 4,59 / (11500 \cdot 0,98 \cdot 0,125^2) = 0,026 < \alpha_R = 0,39,$$

тобто стисла арматура дійсно за розрахунком не вимагається.

Необхідна площа перерізу розтягнутої арматури :

$$A_s = R_b \cdot b \cdot h_0 \cdot (1 - (1 - 2 \cdot \alpha_m)^{0,5}) / R_s = 11,5 \cdot 10^6 \cdot 0,98 \cdot 0,125 \cdot (1 - (1 - 2 \cdot 0,026)^{0,5}) / 355 = 104,5 \text{ мм}^2$$

Приймаємо подовжню арматуру: $\varnothing 12$ А400 ($A_s = 113,1 \text{ мм}^2$).

3.3.3 Розрахунок поперечного ребра на міцність по похилому перерізу на дію поперечної сили

Розрахункова поперечна сила в подовжньому ребрі: $Q = 6,5$ кН.

Згинальний момент у похилому перерізі:

$$M_b = 1,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 \cdot \gamma_{b2} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 0,075 \cdot 0,125^2 \cdot 0,9 = 1,424 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

$$q_1 = P - 0,5 \cdot P_{bp} = 4,59 - 0,5 \cdot 2,35 = 3,414 \text{ кН/м.}$$

$$Q_{b1} = 2 \cdot (M_b \cdot q_1)^{0,5} = 2 \cdot (1,424 \cdot 3,41)^{0,5} = 4,41 \text{ кН.}$$

$$2 \cdot M_b / h_0 - Q = 2 \cdot 1,424 / 0,125 - 6,5 = 16,281 \text{ кН.}$$

$$Q_{b1} = 4,410 \text{ кН} < 2 \cdot M_b / h_0 - Q = 16,281 \text{ кН} \Rightarrow$$

$$q_{sw} = (Q - Q_{b1}) / (1,5 \cdot h_0) = (6,500 - 16,281) / (1,5 \cdot 0,125) = 11,149 \text{ кН/м.}$$

Перевіримо умову:

$$Q_{b1} < R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0;$$

$$R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0 = 0,9 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 0,075 \cdot 0,125 = 7,594 \text{ кН}$$

$$Q_{b1} = 4,41 < R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0 = 7,594 \text{ кН}$$

$$\begin{aligned} q_{sw} &= (Q - 0,5 \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0 - 3 \cdot h_0 \cdot q_1) / (1,5 \cdot h_0) = \\ &= (6,5 - 0,5 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 0,075 \cdot 0,125 - 3 \cdot 0,125 \cdot 3,414) / (1,5 \cdot 0,125) = \\ &= 7,58 \text{ кН/м.} \end{aligned}$$

Перевіряємо умову:

$$q_{sw} \geq 0,25 \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b$$

$$0,25 \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b = 0,25 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 0,075 = 15,1875 \text{ кН/м}$$

$$\begin{aligned} q_{sw} < 15,187 \text{ кН/м} \Rightarrow q_{sw} &= (Q / h_0 + 8 \cdot q_1) / 1,5 - [((Q / h_0 + 8 \cdot q_1) / 1,5)^2 - \\ &- (Q / 1,5 \cdot h_0)^2]^{0,5} = (6,5 / 0,125 + 8 \cdot 3,414) / 1,5 - [((6,5 / 0,125 + 8 \cdot 3,414) / \\ &1,5)^2 - (6,5 / 1,5 \cdot 0,125)^2]^{0,5} = 12,950 > (Q / h_0 + 3 \cdot q_1) / 3,5 = (6,5 / 0,125 - \\ &- 3 \cdot 3,414) / 3,5 = 11,931 \text{ кН/м} \end{aligned}$$

Приймаємо $q_{sw} = 11,931$ кН/м

Крок поперечної арматури $S \leq h_0/2 = 63$ мм, $S \leq 300$ мм, прийmemo $S = 50$ мм.

$S_1 \leq 0,75 \cdot h_0 = 94$ мм, $S_1 \leq 500$ м, прийmemo $S_1 = 50$ м

$$S_{max} = R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2 / Q = 0,9 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 0,075 \cdot 0,125^2 / 6,500 = 146 \text{ мм}$$

Приймаємо:

$$S = S_1 = 50 \text{ мм}$$

Розрахунковий опір розтягуванню поперечної арматури $R_{sw} = 545 \text{ МПа}$.

Площа поперечної арматури

$$A_{sw} = q_{sw} \cdot S / R_{sw} = 11,931 \cdot 50 \cdot 10^{-4} / 545 = 0,011 \text{ см}^2$$

Підбираємо 1 стержень діаметром $d_{sw} = 3 \text{ мм}$.

Умова зварюваності

$$d_{sw} \geq 0,25 \cdot d_{s \text{ max}}$$

$$d_{s \text{ max}} = 12 \text{ мм.}$$

$$d_{sw} \geq 0,25 \cdot 12 = 3 \text{ мм.}$$

Приймаємо поперечну арматуру: 1 стержень діаметром $d_{sw} = 3 \text{ мм}$, площею перерізу $A_{sw} = 0,07 \text{ см}^2$ з кроком 50 мм.

Каркаси поперечних ребер : рядового КР1 і крайнього - КР2 зображені на рисунку 3.6.

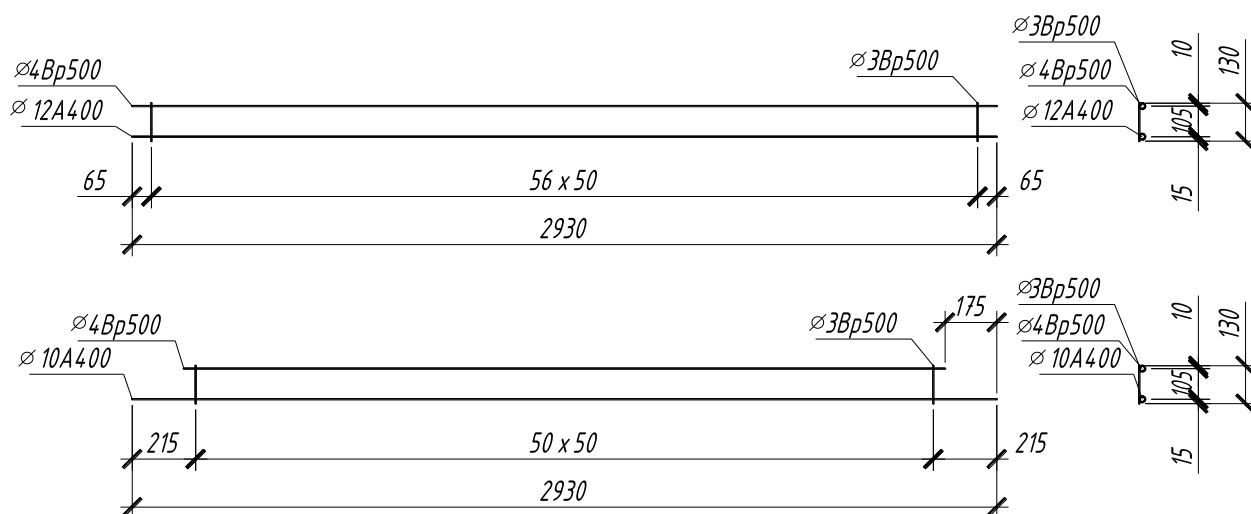


Рисунок 3.6 – Каркаси КР1 і КР2 поперечних ребер плити покриття

3.4 Проектування подовжніх ребер

3.4.1 Збір навантажень на подовжні ребра. Розрахункова схема. Визначення зусиль в подовжньому ребрі

Подовжнє ребро вільно спирається на ригель і розглядається як балка, вільно оперта на двох опорах і завантажена рівномірно розподіленим навантаженням. Розрахункова схема представлена на рисунку 3.4.

Розрахунковий проліт подовжнього ребра :

$$l_p = l_{пл} - l_{оп} = 5970 - 110 = 5860 \text{ мм.}$$

$$g_n^{пок} = 4,3 \text{ кН/м}^2,$$

$$g^{пок} = 5,46 \text{ кН/м}^2,$$

$$\Sigma V^{пер} = 2,4 \text{ кН/м}^2.$$

Повне нормативне погонне навантаження на подовжнє ребро:

$$P_n = g_n^{пок} \cdot b_f' = 4,3 \cdot 3 = 12,90 \text{ кН/м.}$$

Повне розрахункове погонне навантаження на подовжнє ребро:

$$P = g^{пок} \cdot b_f' = 5,46 \cdot 3 = 16,38 \text{ кН/м.}$$

Тимчасове розрахункове погонне навантаження на подовжнє ребро:

$$P_v = \Sigma V^{пер} \cdot b_f' = 2,4 \cdot 3 = 7,20 \text{ кН/м.}$$

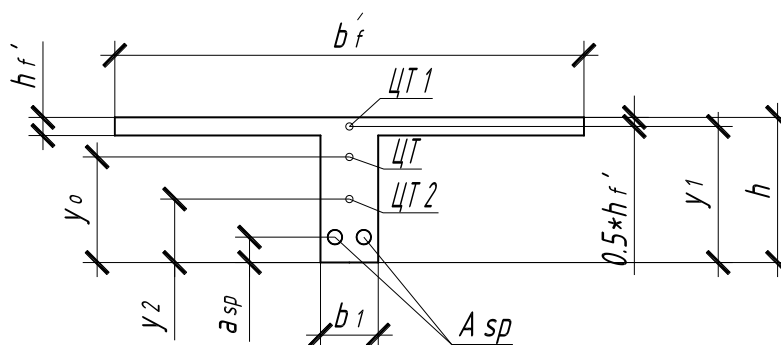
Максимальні розрахункові зусилля в подовжньому ребрі:

$$M_{max} = P \cdot l_p^2 / 8 = 16,38 \cdot 5,86^2 / 8 = 70,31 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$Q_{max} = P \cdot l_p / 2 = 16,38 \cdot 5,86 / 2 = 47,99 \text{ кН.}$$

3.4.2 Розрахунок подовжнього ребра на міцність по нормальному перерізу

Розрахунковий нормальний переріз - приведений тавровий переріз з полицею в стислій зоні (рис. 3.7).



Риунок 3.7 – Приведений переріз подовжнього ребра

Ширина полиці приведенного таврового перерізу $b_f' = 3 \text{ м}$

Товщина полиці $h_f' = 0,03 \text{ м}$

Ширина ребра при розрахунку по граничним станам першої групи:

$$b_1 = 2 \cdot b_{реб}^{низ} + \delta = (2 \cdot 75 + 30) / 1000 = 0,18 \text{ м.}$$

Ширина ребра при розрахунку по граничним станам другої групи:

$$b_2 = b_{\text{реб}}^{\text{низ}} + b_{\text{реб}}^{\text{вер}} + \delta = (75 + 105 + 30) / 1000 = 0,21 \text{ м.}$$

Висота таврового перерізу $h = 0,3 \text{ м}$

Відстань від центру напружуваної арматури до нижньої грані $a_{sp}=0,05 \text{ м}$.

Робоча висота перерізу

$$h_0 = h - a_{sp} = 0,3 - 0,05 = 0,25 \text{ м.}$$

Розрахунок ведемо в припущенні, що стислої ненапружуваної арматури не вимагається:

$$R_b \cdot b_f' \cdot h_f' \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h_f') = 11500 \cdot 3 \cdot 0,03 \cdot (0,25 - 0,5 \cdot 0,03) = 243,225 \text{ кН}\cdot\text{м} > \\ > M_{\text{max}} = 70,31 \text{ кН}\cdot\text{м},$$

тобто межа стислої зони проходить в полиці, і розрахунок виконуємо як для прямокутного перерізу шириною $b = b_f' = 3 \text{ м}$.

Визначимо значення α_m :

$$\alpha_m = M_{\text{max}} / (R_b \cdot b \cdot h_0^2) = 70,31 / (11500 \cdot 3 \cdot 0,25^2) = 0,0326.$$

Визначимо значення ξ_R .

При підборі напружуваної арматури, коли невідоме значення σ_{sp} , рекомендується приймати $\sigma_{sp}/R_s = 0,6$, тоді при класі арматури А600 $\xi_R = 0,43$.

$$\alpha_R = \xi_R \cdot (1 - \xi_R / 2) = 0,43 \cdot (1 - 0,43 / 2) = 0,338 > \alpha_m = 0,0326,$$

тобто стислої арматури дійсно не вимагається, тоді:

$$\xi = 1 - (1 - 2 \cdot \alpha_m)^{0,5} = 1 - (1 - 2 \cdot 0,0326)^{0,5} = 0,033,$$

$$\gamma_{s3} = 1,25 - 0,25 \cdot \xi / \xi_R = 1,25 - 0,25 \cdot 0,033 / 0,43 = 1,23 > 1,1 \Rightarrow$$

прийmemo коефіцієнт умов роботи $\gamma_{s3} = 1,1$.

Тоді при $A_s = 100,5 \text{ мм}^2$:

$$A_{sp} = (\xi \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 - R_s \cdot A_s) / (\gamma_{s3} \cdot R_{sp}) = (0,033 \cdot 11,5 \cdot 3 \cdot 0,25 \cdot 10^6 - 355 \cdot \\ 100,5) / (1,1 \cdot 510) = 446,16 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо подовжню напружувану арматуру: 2Ø18 А600 ($A_{sp}=508,9 \text{ мм}^2$).

3.4.3 Обчислення геометричних характеристик приведенного перерізу

Приведений переріз - тавровий з полицею в стислій зоні (рис. 3.7).

Ординати центрів тяжіння :

$$y_1 = h - 0.5 \cdot h_f' = 30 - 0.5 \cdot 3 = 28,5 \text{ см};$$

$$y_2 = 0.5 \cdot (h - h_f') = 0.5 \cdot (30 - 3) = 13,5 \text{ см}.$$

Площа приведенного перерізу :

$$A_{\text{red}} = A + \alpha \cdot A_{\text{sp}} = 1386 + 6,909 \cdot 5,089 = 1421,16 \text{ см}^2,$$

де $A = A_1 + A_2 = 900 + 486 = 1386 \text{ см}^2$ - площа бетонної частини поперечного перерізу панелі;

$$A_1 = h_f' \cdot b_f' = 3 \cdot 300 = 900 \text{ см}^2;$$

$$A_2 = (h - h_f') \cdot b_1 = (30 - 3) \cdot 18 = 486 \text{ см}^2;$$

$\alpha = E_s/E_b = 190000/27500 = 6,909$ - коефіцієнт приведення арматури до бетону.

Статичний момент площі перерізу бетону відносно розтягнутої грані:

$$S_{\text{red}} = A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + \alpha \cdot A_{\text{sp}} \cdot a_{\text{sp}} = 900 \cdot 28,5 + 486 \cdot 13,5 + 6,909 \cdot 5,089 \cdot 5 = 32386,8 \text{ см}^3$$

Відстань від центру тяжіння приведенного перерізу до розтягнутої грані:

$$y_0 = S_{\text{red}}/A_{\text{red}} = 32386,8/1421,16 = 22,79 \text{ см}.$$

Момент інерції приведенного перерізу відносно його центру тяжіння :

$$\begin{aligned} I_{\text{red}} &= I_1 + I_2 + \alpha \cdot I_{\text{sp}} + A_1 \cdot (y_0 - y_1)^2 + A_2 \cdot (y_0 - y_2)^2 + \alpha \cdot A_{\text{sp}} \cdot (y_0 - a_{\text{sp}})^2 = \\ &= b_f' \cdot (h_f')^3/12 + b_f' \cdot (h - h_f')^3/12 + \alpha \cdot \pi \cdot d_{\text{sp}}^4/64 + A_1 \cdot (y_0 - y_1)^2 + A_2 \cdot (y_0 - y_2)^2 + \\ &\alpha \cdot A_{\text{sp}} \cdot (y_0 - a_{\text{sp}})^2 = 300 \cdot (3)^3/12 + 300 \cdot (30 - 3)^3/12 + 6,909 \cdot \pi \cdot 1,8^4/64 + 900 \cdot (22,79 - \\ &28,5)^2 + \\ &+ 486 \cdot (22,79 - 13,5)^2 + 6,909 \cdot 5,089 \cdot (22,79 - 5)^2 = 575169,6 \text{ см}^4. \end{aligned}$$

Момент опору приведенного перерізу по нижній і по верхній зонам:

$$W_{\text{red}} = I_{\text{red}}/y_0 = 575169,6/22,79 = 25239,0 \text{ см}^3$$

$$W_{\text{red}}' = I_{\text{red}}/(h - y_0) = 575169,6/(30 - 22,79) = 79762,3 \text{ см}^3$$

3.4.4 Визначення втрат попередньої напруги і зусилля обтискання

Попередня напруга без втрат

$$\sigma_{sp} = 0,9 \cdot R_{sp,ser} = 0,9 \cdot 590 = 531 \text{ МПа.}$$

Перші втрати:

1. Втрати від релаксації напруги арматури при електротермічному способі натягнення для арматури класів А600 :

$$\Delta\sigma_{sp1} = 0,03 \cdot \sigma_{sp} = 0,03 \cdot 531 = 15,93 \text{ МПа.}$$

2. Виріб при пропарюванні нагрівається разом з формою і упорами, тому температурний перепад між ними дорівнює нулю і, отже, $\Delta\sigma_{sp2} = 0$ МПа.

3. Втрати від деформації сталеві форми при електротермічному способі натягнення арматури $\Delta\sigma_{sp3} = 0$ МПа.

4. Втрати від деформації анкерів при електротермічному способі натягнення арматури $\Delta\sigma_{sp4} = 0$ МПа.

Сумарні перші втрати

$$\Delta\sigma_{sp(1)} = \Delta\sigma_{sp1} + \Delta\sigma_{sp2} + \Delta\sigma_{sp3} + \Delta\sigma_{sp4} = 15,93 \text{ МПа.}$$

Зусилля обтискання з урахуванням перших втрат:

$$P_{(1)} = A_{sp} \cdot (\sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp(1)}) = 508,9 \cdot (531 - 15,93) / 10^3 = 262,14 \text{ кН.}$$

Максимальна стискаюча напруга бетону σ_{bp} від дії зусилля $P_{(1)}$:

$$\sigma_{bp} = P_{(1)} / A_{red} + P_{(1)} \cdot e_{0p1} \cdot y_s / I_{red} = (262,14 / 1421,16 + 262,14 \cdot 17,79 \cdot 22,789 / 575169,6) \cdot 10 = 3,69 \text{ МПа} < 0,7 \cdot R_b = 8,05 \text{ МПа,}$$

де $e_{0p1} = y_{sp} = y_0 - a_{sp} = 22,79 - 5 = 17,79$ см - ексцентриситет зусилля $P_{(1)}$ відносно центру тяжіння приведенного перерізу елементу

$y_s = y_0 = 22,789$ см - відстань від центру тяжіння приведенного перерізу до найбільш стислої грані у стадії обтискання.

Другі втрати:

5. Втрати від усадки бетону :

$$\Delta\sigma_{sp5} = \varepsilon_{b,sh} \cdot E_s = 0,0002 \cdot 190000 = 38 \text{ МПа}$$

де $\varepsilon_{b,sh} = 0,0002$ - деформація усадки бетону (для бетону класу В20).

6. Втрати напруги в напружуваній арматурі від повзучості бетону :

$$\Delta\sigma_{sp6} = 0,8 \cdot \varphi_{b,cr} \cdot \alpha \cdot \sigma_{bp} / [1 + \alpha \cdot \mu_{sp} \cdot (1 + e_{op1} \cdot a_{sp} \cdot A_{red} / I_{red}) \cdot (1 + 0,8 \cdot \varphi_{b,cr})] =$$

$$0,8 \cdot 2,8 \cdot 6,909 \cdot 3,69 / [1 + 6,909 \cdot \mu_{sp} \cdot (1 + 17,79 \cdot 5 \cdot 1421,16 / 575169,6) \cdot (1 + 0,8 \cdot 2,8)] =$$

$$46,23 \text{ МПа},$$

де $\varphi_{b,c} = 2,8$ - коефіцієнт повзучості бетону;

$\alpha = E_s / E_b = 190000 / 27500 = 6,909$ - коефіцієнт приведення арматури до бетону;

$$\mu_{sp} = A_{sp} / A = 5,089 / 1386 = 0,00367 \text{ - коефіцієнт армування.}$$

Сумарні другі втрати

$$\Delta\sigma_{sp(2)} = \Delta\sigma_{sp5} + \Delta\sigma_{sp6} = 38 + 46,23 = 84,23 \text{ МПа.}$$

Загальні втрати

$$\Delta\sigma_{sp} = \Delta\sigma_{sp(1)} + \Delta\sigma_{sp(2)} = 15,93 + 84,23 = 100,16 \text{ МПа} > 100 \text{ МПа} \Rightarrow$$

$$\Delta\sigma_{sp} = 100,16 \text{ МПа} < 0,3 \cdot \sigma_{sp} = 159,3 \text{ МПа} \Rightarrow$$

Загальні втрати

$$\Delta\sigma_{sp} = 100,16 \text{ МПа.}$$

Напруга з урахуванням усіх втрат:

$$\sigma_{sp2} = \sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp} = 531 - 100,16 = 430,84 \text{ МПа.}$$

Зусилля обтискання від напружуваної арматури в розтягнутій зоні з урахуванням усіх втрат напруги :

$$P = \sigma_{sp2} \cdot A_{sp} - \Delta\sigma_{sp(2)} \cdot A_s = 430,84 \cdot 508,9 - 84,23 \cdot 100,5 = 210,80 \text{ кН.}$$

3.4.5 Розрахунок подовжнього ребра на міцність по похилому перерізу

Найбільша поперечна сила в опорному перерізі: $Q_{max} = 47,99 \text{ кН.}$

$$N_p = 0,7 \cdot P = 0,7 \cdot 210,802 = 147,561 \text{ кН/м,}$$

$$N_b = 1,3 \cdot R_b \cdot A_1 = 1,3 \cdot 11,5 \cdot 54000 = 807300 \text{ Н/м} > N_p = 147,561 \text{ кН/м} \Rightarrow$$

$$N_b = 807,3 \text{ кН/м,}$$

де $A_1 = b_1 \cdot h = 180 \cdot 300 = 54000 \text{ мм}^2$ - площа бетонного перерізу без урахування зв'язів стислої полиці.

$$\text{Відношення } N_p / N_b = 147,561 / 807,3 = 0,183.$$

Визначимо коефіцієнт φ_n :

$$\varphi_n = 1 + 3 \cdot N_p / N_b - 4 \cdot (N_p / N_b)^2 = 1 + 3 \cdot 0,183 - 4 \cdot (0,183)^2 = 1,415, \text{ тоді}$$

$$M_b = 1,5 \cdot \varphi_n \cdot R_{bt} \cdot b_1 \cdot h_0^2 = 1,5 \cdot 1,415 \cdot 0,9 \cdot 180 \cdot 0,25^2 = 21,49 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$q_1 = P - 0,5 \cdot P_v = 16,380 - 0,5 \cdot 7,200 = 12,780 \text{ кН/м}$$

$$Q_{b1} = 2 \cdot (M_b \cdot q_1)^{0,5} = 2 \cdot (21,49 \cdot 12,780)^{0,5} = 33,142 \text{ кН} < 2 \cdot M_b / h_0 - Q_{\max} = \\ = 2 \cdot 21,49 / 0,25 - 47,99 = 123,894 \text{ кН.}$$

Інтенсивності хомутів при $Q_{b1} < 2 \cdot M_b / h_0 - Q_{\max}$:

$$q_{sw} = (Q_{\max} - Q_{b1}) / (1,5 \cdot h_0) = (47,99 - 33,142) / (1,5 \cdot 0,25) = 39,605 \text{ кН/м.}$$

$$\varphi_n \cdot R_{bt} \cdot b_1 \cdot h_0 = 1,415 \cdot 0,9 \cdot 180 \cdot 0,25 = 57,30 \text{ кН.}$$

$$Q_{b1} = 33,142 \text{ кН} < \varphi_n \cdot R_{bt} \cdot b_1 \cdot h_0 = 1,415 \cdot 0,9 \cdot 180 \cdot 0,25 = 57,30 \text{ кН} \Rightarrow$$

при $Q_{b1} < \varphi_n \cdot R_{bt} \cdot b_1 \cdot h_0$ приймаємо

$$q_{sw} = (Q_{\max} - Q_{b,\min} - 3 \cdot h_0 \cdot q_1) / (1,5 \cdot h_0) = (47,99 - 28,648 - 3 \cdot 0,25 \cdot 12,780) / (1,5 \cdot 0,25) \\ = \\ = 26,028 \text{ кН/м, де}$$

$$Q_{b,\min} = 0,5 \cdot \varphi_n \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,5 \cdot 1,415 \cdot 0,9 \cdot 180 \cdot 0,25 = 28,648 \text{ кН.}$$

Отже, $q_{sw} = 26,028 \text{ кН/м.}$

$$q_{sw} = 26,028 \text{ кН/м} < 0,25 \cdot \varphi_n \cdot R_{bt} \cdot b_1 = 0,25 \cdot 1,415 \cdot 0,9 \cdot 180 = 57,296 \text{ кН/м}$$

Так як $q_{sw} < 0,25 \cdot \varphi_n \cdot R_{bt} \cdot b$ тоді:

$$q_{sw} = (Q_{\max} / h_0 + 8 \cdot q_1) / 1,5 - [((Q_{\max} / h_0 + 8 \cdot q_1) / 1,5)^2 - (Q_{\max} / (1,5 \cdot h_0))^2]^{0,5} = \\ = (47,99 / 0,25 + 8 \cdot 12,780) / 1,5 - [((47,99 / 0,25 + 8 \cdot 12,780) / 1,5)^2 - \\ (47,99 / (1,5 \cdot 0,25))^2]^{0,5} = 47,507 \text{ кН/м.}$$

$$(Q_{\max} / h_0 - 3 \cdot q_1) / 3,5 = (47,99 / 0,25 - 3 \cdot 12,780) / 3,5 = 43,895 \text{ кН/м.}$$

$$q_{sw} = 47,507 \text{ кН/м} > (Q_{\max} / h_0 - 3 \cdot q_1) / 3,5 = 43,895 \text{ кН/м} \Rightarrow$$

$$q_{sw} = 47,507 \text{ кН/м.}$$

Остаточного отримаємо: $q_{sw} = 47,507 \text{ кН/м}$

Кроки хомутів у опори S_1 і в прольоті S_2 мають бути:

$$\left\{ \begin{array}{l} S_1 \leq 0,5 \cdot h_0 = 0,5 \cdot 250 = 125 \text{ мм,} \\ S_1 \leq 300 \text{ мм,} \\ S_2 \leq 0,75 \cdot 250 = 0,75 \cdot 250 = 187,5 \text{ мм,} \\ S_2 \leq 500 \text{ мм.} \end{array} \right.$$

Крок хомутів, що враховуються в розрахунку, має бути не більшим за значення

$$S_{w,max} = \varphi_n \cdot R_{bt} \cdot b_1 \cdot h_0^2 / Q_{max} = 1,415 \cdot 0,9 \cdot 180 \cdot 0,25^2 / 47,99 = 298,5 \text{ мм.}$$

Приймаємо крок хомутів у опори $S_1=100$ мм, в прольоті $S_2=150$ мм.

Необхідна площа поперечної арматури

$$A_{sw} = q_{sw} \cdot S_1 / R_{sw} = 47,507 \cdot 100 / 260 = 18,27 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо в поперечному перерізі 2 хомути діаметром 4 мм ($A_{sw} = 25,1 \text{ мм}^2$).

Фактичні інтенсивності зусиль сприйманих хомутами у опори і в прольоті:

$$q_{sw1} = R_{sw} \cdot A_{sw} / S_1 = 260 \cdot 25,1 / 100 = 65,345 \text{ кН/м};$$

$$q_{sw2} = R_{sw} \cdot A_{sw} / S_2 = 260 \cdot 25,1 / 150 = 43,563 \text{ кН/м.}$$

Визначимо довжину ділянки з найбільшою інтенсивністю хомутів q_{sw1} .

$$\Delta q_{sw} = 0,75 \cdot (q_{sw1} - q_{sw2}) = 0,75 \cdot (65,345 - 43,563) = 16,336 \text{ кН/м} > q_1 = 12,780 \text{ кН/м.}$$

$\Delta q_{sw} \geq q_1 \Rightarrow$ довжина ділянки з інтенсивністю хомутів q_{sw1} :

$$l_1 = (Q_{max} - (Q_{b,min} + 1,5 \cdot q_{sw2} \cdot h_0)) / q_1 - 2 \cdot h_0 = (47,99 - (28,648 + 1,5 \cdot 43,563 \cdot 0,25)) / 12,780 - 2 \cdot 0,25 = 0 \text{ м,}$$

де $Q_{b,min} = 0,5 \cdot \varphi_n \cdot R_{bt} \cdot b_1 \cdot h_0 = 0,5 \cdot 1,415 \cdot 0,9 \cdot 180 \cdot 0,25 = 28,648 \text{ кН.}$

Приймаємо довжину приопорної ділянки з кроком хомутів $S_1 - l_1=0$ мм.

Приймемо випуск подовжньої арматури 15 мм, відстань від краю подовжньої арматури до торця плити низом 120 мм, тоді сумарна довжина приопорної ділянки з кроком хомутів S_1 і випуску подовжньої арматури з відстанню від краю подовжньої арматури до торця рівно:

$$l_{1y}' = 0 + 15 + 120 = 135 \text{ мм.}$$

Довжина ділянки з кроком хомутів S_2 :

$$l_2 = l_{пл} - 2 \cdot l_{1y}' = 5970 - 2 \cdot 135 = 5700 \text{ мм.}$$

Кількість кроків поперечної арматури в середині плити:

$$n_2 = l_2 / S_2 = 5700 / 150 = 38.$$

Каркас КРЗ подовжнього ребра плити покриття зображений на рисунку 3.8.

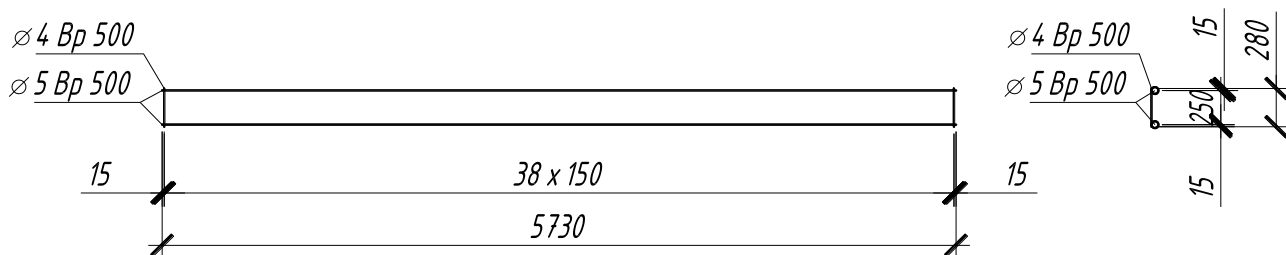


Рисунок 3.8 – Каркас КРЗ подовжнього ребра плити покриття

3.4.6 Розрахунок плити за другою групою граничних станів

Нормативне тривало-діюче навантаження:

$$P_{nl} = (g^{\text{пок.п}} - V^{\text{пок.п}}_{\text{кр}}) \cdot b_f' = (4,3 - 2,4/2) \cdot 3 = 9,30 \text{ кН/м.}$$

Гранично-допустимий прогин плити :

$$f_u = 1/200 \cdot l_p = 1/200 \cdot 5,86 = 0,0293 \text{ м.}$$

Розрахунок виконується на ЕОМ за допомогою програми "PLITA".

Початкові дані для виконання розрахунку зведені в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Початкові дані для програми PLITA

№ п/п	Початкова величина	Позначення	Розмірність	Значення
1	Маса 1 м ² плити	$g_{\text{пл}}$	кг	160
2	Розрахункове погонне навантаження	P	кН/м	16,38
3	Нормативне погонне навантаження	P_n	кН/м	12,90
4	Нормативне тривало-діюче навантаження	P_{nl}	кН/м	9,30
5	Ширина ребра плити	b	м	0,21
6	Ширина стислої полиці плити	b_f'	м	3
7	Висота стислої полиці плити	h_f'	м	0,03
8	Ширина розтягнутої полиці плити	b_f	м	0,21
9	Висота розтягнутої полиці плити	b_f	м	0
10	Висота плити	h	м	0,3
11	Розрахунковий проліт плити	l_p	м	5,86
12	Довжина майданчика того, що спирається плити	$L_{\text{оп}}$	м	0,11
13	Відстань від торця до місця строповки петель	$L_{\text{пет}}$	м	0,075
14	Клас бетону			20
15	Передавальна міцність бетону	$R_{\text{бр}}$	МПа	14
16	Розрахунковий опір напруженої арматури	$R_{\text{сп}}$	МПа	590
17	Початкова напруга в напруженій арматурі	$\sigma_{\text{сп}}$	МПа	531

18	Модуль пружності стислої арматури	E_s	МПа	200000
19	Модуль пружності напруженої арматури	E_{sp}	МПа	190000
20	Площа стислої арматури	A_s'	м ²	0,00010 05
21	Площа напруженої арматури	A_{sp}	м ²	0,00050 89
22	Діаметр напруженої арматури	D	мм	18
23	Відстань від центру тяжіння стислої арматури до верхньої грані	A'	м	0,025
24	Відстань від центру тяжіння напруженої арматури до нижньої грані плити	a	м	0,05
25	Відстань від центру тяжіння нижнього ряду напруженої арматури до нижньої грані плити	A_1	м	0,05
26	Гранично-допустимий прогин плити	$f_{u,}$	м	0,0293

ПЕРЕВІРКА МІЦНОСТІ БЕТОНУ ПЛИТИ В СТАДІІ ПОПЕРЕДНЬОГО ОБТИСКАННЯ

Максимальні стискаючі напруги менші гранично допустимих СВРМ/РВР
 $= 0,706 < 0,95$

РОЗРАХУНОК ТРИЩИНІСТІЙКОСТІ СЕРЕДНЬОГО ПЕРЕРІЗУ ПЛИТИ РОЗРАХУНОК ПІСЛЯ РОЗКРИТТЯ ТРИЩИН

Нетривала ширина розкриття тріщин ACRC, $L = 0.00000$ мм. Тривала ширина розкриття тріщин ACRC = 0,06465 мм.

Гранично допустима ширина розкриття тріщин :

Умови експлуатації класи напруженої арматури :

конструкцій: A400, A600 A800, A1000, K1400, K1500 :

у закритому приміщенні: ACRC1 = 0.4: ACRC1 = 0.3

: ACRC2, U = 0.3: ACRC2, U = 0.2

на відкритому повітрі : ACRC1 = 0.4: ACRC1 = 0.2

: ACRC2, U = 0.3: ACRC2, U = 0.1.

РОЗРАХУНОК ПЛИТИ ПО ДЕФОРМАЦІЯХ

Жорсткість плити забезпечена

$F = - 0,123017 < F_U = 0,0293$

3.5 Висновки

1. У розділі проведено розрахунок та конструювання збірної залізобетонної ребристої плити покриття.
2. Дані, отримані в даному розділі, використовуватимуться для визначення вартості улаштування перекриття даного типу та визначення економічної ефективності його застосування.

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК ПРОФІЛЬОВАНОГО ТРАПЕЦІЄПОДІБНОГО НАСТИЛУ ЗА EN 1993-1-3:2006

У даному розділі в рамках варіантного проектування покриття будівлі цеху розглядається варіант покрівлі із використанням легких сталевих тонкостінних прогонів та сталевого профільованого настилу у якості несучих елементів покрівлі замість залізобетонних ребристих плит. У рамках роботи проведено детальний розрахунок несучої здатності профільованого настилу згідно методики, наведеної у нормах Єврокод. Дані, отримані в даному розділі, будуть використанні для визначення вартості улаштування покриття за різними варіантами та визначення найбільш економічного.

4.1. Теоретичні передумови розрахунку сталевого профнастилу

Особливістю стиснутих або згинальних легких сталевих тонкостінних елементів є можливість втрати ними не тільки загальної поздовжньої стійкості (рис. 4.1, а), але також і місцевої втрати стійкості стиснутих плоских ділянок перерізів в результаті їх випучування (рис. 4.1, б) та втрати стійкості форми перерізу – втрати поздовжньої стійкості стиснутих елементів жорсткості перерізу без втрати загальної стійкості всього елемента (рис. 4.1, в). При таких формах втрати стійкості елемент може й надалі нести навантаження за рахунок перерозподілу напружень на ті частини перерізу, які ще не втратили стійкість.

Дані особливості враховуються шляхом використання ефективних геометричних характеристик. Для врахування можливості втрати місцевої стійкості визначаються ефективні ділянки стиснутих плоских частин перерізу. При цьому відкидається середня частина пластини певної довжини, яка при певному заданому рівні напружень втратить стійкість. Ця неефективна ділянка не враховується в подальших розрахунках.

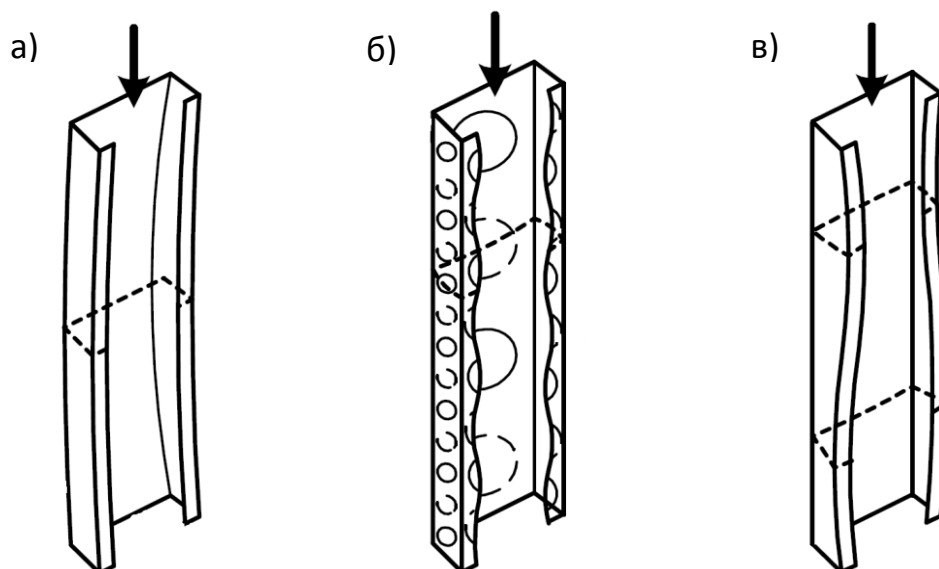


Рисунок 4.1 – Характерні форми втрати стійкості ЛСТ елементів: а) загальна; б) локальна; в) форми перерізу

На основі визначених ефективних ширин проводиться врахування можливості втрати стійкості форми перерізу. При цьому розглядається окремо елемент жорсткості, а вплив сумісної з ним роботи решти перерізу враховується введенням пружної опори жорсткістю K . В результаті ітераційного розрахунку визначається умовне зменшене значення товщини металу елемента жорсткості.

Для отриманого ефективного перерізу, що складається з ефективних ділянок стиснутих елементів із початковою товщиною та ефективних частин елементів жорсткості зі зменшеною товщиною, визначається площа, моменти інерції та моменти опору, які є відповідно ефективною площею, ефективними моментами інерції та ефективними моментами опору початкового перерізу.

Хоча форма втрати стійкості елемента залежить також від його довжини (рис. 4.2), Єврокод [53] наводить спрощений метод визначення несучої здатності елемента без урахування можливості пружно-пластичної роботи.

Переріз елемента розбивається на окремі плоскі елементи. У випадку С- та Z-профілів, переріз складається з таких частин: стінка, верхня полицка, верхній елемент жорсткості, нижня полицка, нижній елемент жорсткості (див. рис. 4.3).

Крайовий елемент жорсткості полицки може складатись із однієї чи двох пластин.



Рисунок 4.2 – Загальна залежність форми втрати стійкості елемента від його довжини та навантаження

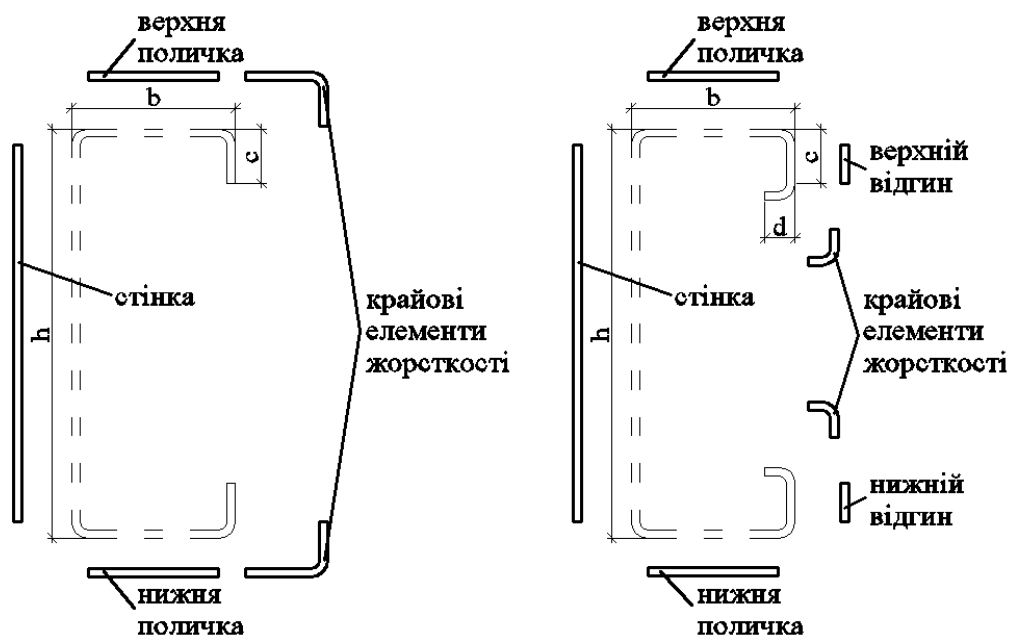


Рисунок 4.3 – Розрахункові ділянки при розрахунку ефективних характеристик профілів

Розрахункова товщина металу елементів t згідно [(4.3);52] приймається рівною товщині сталевого ядра t_{cor} при величині мінусового допуску на товщину сталі згідно стандартів $tol < 5\%$. При більших допусках товщина елементів визначається як

$$t = t_{cor} \frac{100 - tol}{95}, \quad (4.1)$$

$$t_{cor} = t_{nom} - t_{metallic\ coatings}, \quad (4.2)$$

де t_{nom} – товщина сталі, включаючи цинкові покриття, після формування елементів. Може прийматись рівною значенню до формування, якщо площа перерізу матеріалу елемента до і після процесу виготовлення відрізняється не більше ніж на 2%;

$t_{metallic\ coatings}$ – товщина металевих захисних покриттів. Для звичайного цинкового покриття Z275, $t_{metallic\ coatings} = 0,04\text{ мм}$.

Рекомендована товщина сталі профілів та настилів, згідно [п.3.2.4;53], становить $0,45\text{ мм} < t_{cor} \leq 15\text{ мм}$. Несуча здатність елементів із іншими товщинами визначається експериментально.

Єврокод [52] дозволяє розраховувати елементи, перерізи яких задовольняють вимогам таблиці 4.1 [Т.5.1;52]. Даним умовам відповідають елементи, для яких наявний досвід розрахунку, перевірений експериментально. Якщо переріз елемента не відповідає вимогам, його несуча здатність повинна визначатись згідно випробувань, або розрахунок – підтверджуватись експериментально.

Для розмірів крайових елементів жорсткості повинні також виконуватись умови [(5.2);52]:

$$0,2 \leq c/b \leq 0,6, \quad (4.3)$$

$$0,1 \leq d/b \leq 0,3. \quad (4.4)$$

Якщо дані співвідношення менше мінімально допустимих, елементами жорсткості нехтують. Кут між крайовими елементами жорсткості та прилеглими до них елементами повинен становити від 45° до 135° .

Під час формування профілів неминуче утворюються радіальні ділянки в місцях згинання металу. Врахування даного аспекту передбачено в розділі 5.1 [52]. Згідно [52], при розрахунку міцності вплив заокруглення кутів профілів може не прийматись до уваги при:

$$r \leq 5t \text{ та } r \leq 0,10b_p, \quad (4.5)$$

де r – внутрішній радіус гину (див. рис. 4.4).

Тоді переріз профілю вважається в таким, що складається із плоских елементів із довжинами h_p , b_p , c_p та d_p без заокруглень. При визначенні характеристик жорсткості вплив радіальних ділянок на властивості перерізу повинен завжди братись до розрахунку.

Геометричні розміри h , b , c , d перерізу визначаються за зовнішнім обміром. Ширини плоских ділянок h_p , b_p , c_p , d_p вимірюються від точок перетину осьових ліній сусідніх елементів.

Максимально допустимі співвідношення довжин плоских ділянок профілів до їх товщини наведені в таблиці Т.5.1 [52])

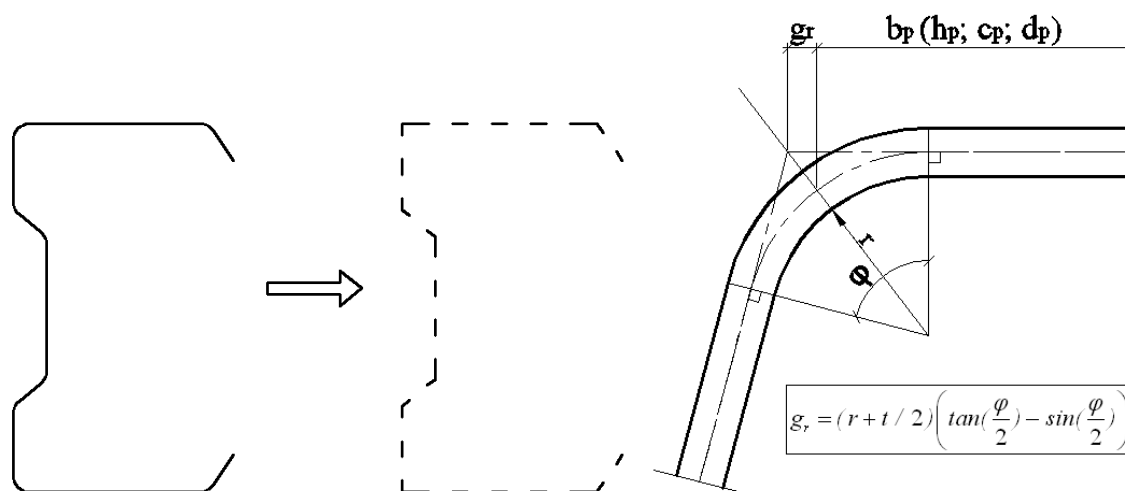


Рисунок 4.4 – Врахування заокруглень при визначенні геометричних розмірів перерізів профілів

Геометричні характеристики перерізу профілю із врахуванням впливу заокруглень кутів визначаються згідно [(5.1);52]:

$$A_g \approx A_{g,sh} (1 - \delta), \quad (4.6)$$

$$I_g \approx I_{g,sh} (1 - 2\delta), \quad (4.7)$$

$$I_w \approx I_{w,sh} (1 - 4\delta). \quad (4.8)$$

де $A_{g,sh}, I_{g,sh}, I_{w,sh}$ – площа перерізу, момент інерції та крутильний момент інерції відповідного перерізу із гострими кутами (без заокруглень);

$$\delta = 0,43 \frac{\sum_{j=1}^n r_j \frac{\phi_j}{90^\circ}}{\sum_{i=1}^m b_{p,i}}, \quad (4.9)$$

де r_j – внутрішній радіус j -го радіального елемента;

ϕ_j – j -тий кут між плоскими елементами;

$b_{p,i}$ – довжина i -ої плоскої ділянки;

j – кількість радіальних елементів (кількість кутів гину);

i – кількість плоских ділянок.

Аналогічно згідно формул (4.6)-(4.8) обчислюються й ефективні характеристики перерізів із врахуванням можливості втрати перерізом місцевої стійкості та стійкості форми перерізу.

Також, при значенні внутрішнього радіусу гину, що перевищує $0,04tE / f_y$, несуча здатність, жорсткість елемента тощо повинна визначатись експериментально.

Під межею текучості f_y при проведенні розрахунків слід розуміти базову межу текучості металу профілю f_{yb} , або підвищену середню межу текучості металу f_{ya} , що утворюється в результаті холодного формування:

$$f_{ya} = f_{yb} + (f_u - f_{yb}) \frac{knt^2}{A_g}, \text{ але } f_{ya} \leq \frac{(f_u + f_{yb})}{2} \quad (4.10)$$

де A_g – повна площа перерізу елемента;

k – коефіцієнт, що залежить від типу формування профілю ($k=7$ при холодному прокатуванні, $k=5$ при інших способах виготовлення);

n – кількість кутів гину на 90° із внутрішнім радіусом $r \leq 5t$, частини від гину на 90° дають відповідну частину від одиниці n (наприклад кут $45^\circ - 0,5n$);

t – розрахункова товщина металу профілю до формування, не враховуючи металеві та органічні захисні покриття.

Також значення f_{ya} може визначатись випробуваннями.

Підвищена межі текучості може використовуватись при осьовому навантаженні елементів із ефективною площею перерізу A_{eff} , рівною повній площі A_g . Середнє значення межі текучості може використовуватись при визначенні несучої здатності перерізу при осьовому розтягу, при визначенні несучої здатності та стійкості стиснутих елементів із повністю ефективним перерізом, або при визначенні несучої здатності згинального елемента із повністю ефективними полицками.

В останньому випадку підвищена середня межа текучості матеріалу профілю може визначатись шляхом поділу перерізу на плоскі елементи із рівними частинами радіальних ділянок. Для кожної частини визначається своя середня межа текучості $f_{y,i}$, при цьому:

$$\frac{\sum_{i=1}^m A_{g,i} f_{y,i}}{\sum_{i=1}^m A_{g,i}} \leq f_{ya}, \quad (4.11)$$

де $A_{g,i}$ – повна площа окремих частин перерізу.

Підвищене значення межі текучості не можна застосовувати для тих елементів, що після формування піддавались нагріванню до 580°C протягом більше ніж однієї години. При невиконанні будь-якої з перелічених вище умов слід завжди використовувати базову межу текучості f_{yb} .

Особливу увагу також потрібно приділити тому, що деякі теплові впливи, особливо відпалювання сталі, можуть спричинити зниження межі текучості сталі елемента нижче базової межі текучості f_{yb} .

На наступному етапі визначається початковий напружений стан всіх елементів перерізу. При визначенні несучої здатності максимальні напруження в перерізі приймаються рівними f_{yb} / γ_{M0} для крайньої стиснутої та розтягнутої. В плоских елементах перерізу, розташованих перпендикулярно градієнту напружень в перерізу, напруження приймаються на рівні центру їх ваги (середньої лінії), для інших – визначаються на кінцях елемента, також на рівні осьової лінії пластини. Так, для всіх елементів стиснутого перерізу напруження будуть рівними $\sigma_1 = \sigma_2 = f_{yb} / \gamma_{M0}$.

Коефіцієнт γ_{M0} застосовується, коли розрахунковим випадком руйнування елемента є перевищення напруженнями межі міцності матеріалу профілю, включаючи явища локальної втрати стійкості та втрати стійкості форми перерізу.

При визначенні несучої здатності профілів та настилів, якщо руйнування спричиняється загальною втратою стійкості, використовують коефіцієнт γ_{M1} .

При роботі з перерізами в місцях монтажних отворів застосовується коефіцієнт γ_{M2} .

Згідно п.2 [52], рекомендовано приймати $\gamma_{M0} = 1$, $\gamma_{M1} = 1$, $\gamma_{M2} = 1,25$, хоча дані коефіцієнти можуть визначатись Національними додатками до [51].

Далі розраховуються ширини ефективних зон окремо для кожної пластини i , таким чином, визначається початковий ефективний переріз, що враховує можливість втрати пластинами поздовжньої стійкості (локальна втрата стійкості профілю).

Визначення ефективної ширини внутрішнього стиснутого плоского елемента перерізу. Для визначення ефективних ширин плоских ділянок, таких як стінка або поличка профілю, знаходимо градієнт напружень

$$\psi = \frac{\sigma_1}{\sigma_2}, \quad (4.12)$$

де σ_1 – напруження на внутрішній границі елементу;

σ_2 – напруження на зовнішній границі елементу.

Обчислюємо коефіцієнт втрати стійкості k_σ , що залежить від градієнту напружень ψ та граничних умов і визначається за таблицею Т. 4.1-4.2 [52] як для пластин із двостороннім закріпленням.

Визначаємо гнучкість елемента. Згідно п.4.4 [52],

$$\bar{\lambda}_{p,red} = \bar{\lambda}_p \sqrt{\frac{\sigma_{com,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}}}, \quad (4.13)$$

де $\bar{\lambda}_{p,red}, \bar{\lambda}_p$ – гнучкість внутрішнього плоского стиснутого елемента.

Гнучкість $\bar{\lambda}_{p,red}$ вводиться для використання в ітераційному процесі, в першій ітерації $\bar{\lambda}_{p,red} = \bar{\lambda}_p$;

Таблиця 4.2 – Коефіцієнти втрати стійкості пластини (Т.4.1-4.2[52])

Градієнт напружень $\psi = \sigma_2/\sigma_1$	Коефіцієнт втрати стійкості k_σ при розподілі напружень за схемою №:		
	1 – 3	4, 5	6, 7
1	4,0	0,43	0,43
$1 > \psi > 0$	$8,2/(1,05 + \psi)$	-	$0,578/(\psi + 0,34)$
0	7,81	0,57	1,70
$0 > \psi > -1$	$7,81 - 6,29\psi + 9,78\psi^2$	-	$1,7 - 5\psi + 17,1\psi^2$
-1	23,9	0,85	23,8
$-1 > \psi > -3$	$5,98(1 - \psi)^2$	-	
$1 > \psi > -3$	-	$0,57 - 0,21\psi + 0,07\psi^2$	-

$\sigma_{com,Ed}$ – максимальні розрахункові згинальні напруження в елементі.

Згідно пункту 5.5.3.2(3) [52], в першій ітерації:

$$\sigma_{com,Ed} = f_{yb} / \gamma_{M0}, \quad (4.14)$$

$$\bar{\lambda}_p = \frac{\bar{b} / t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}}, \quad (4.15)$$

де $\bar{b} = \{h_p; b_p; c_p\}$ – повна ширина елемента;

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y [H / \text{мм}^2]}}. \quad (4.16)$$

Визначаємо редуційний коефіцієнт втрати поздовжньої стійкості пластини ρ . За [(4.2);52], для внутрішніх стиснутих елементів,

$$\begin{aligned} \rho &= 1,0 \text{ при } \bar{\lambda}_p \leq 0,673, \\ \rho &= \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} \text{ при } \bar{\lambda}_p > 0,673. \end{aligned} \quad (4.17)$$

Обчислюємо ширину ефективної ділянки перерізу стінки згідно таблиці для відповідного градієнту напружень.

При визначенні ефективної ширини одинарного крайового елемента жорсткості полочки у вигляді бокового загну, проводиться розрахунок згідно формул (4.12)-(4.16), але коефіцієнт втрати стійкості k_σ обчислюється згідно [(5.13);52]:

$$\begin{aligned} k_\sigma &= 0,5 \text{ якщо } c_p / b_p \leq 0,35, \\ k_\sigma &= 0,5 + 0,83 \cdot \sqrt{(c_p / b_p - 0,35)^2} \text{ якщо } 0,35 < c_p / b_p \leq 0,6. \end{aligned} \quad (4.18)$$

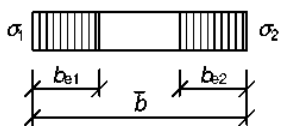
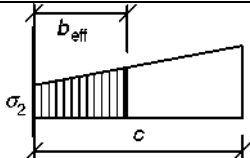
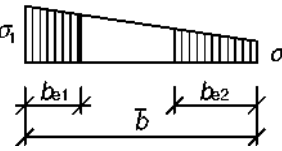
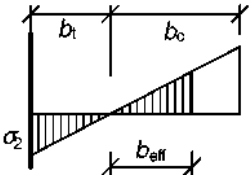
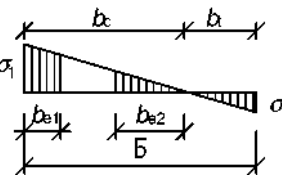
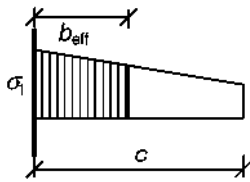
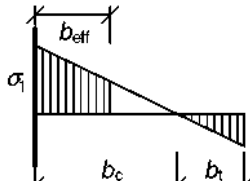
Визначається редуційний коефіцієнт втрати поздовжньої стійкості пластини ρ . За [(4.3);52], для крайових стиснутих елементів,

$$\begin{aligned} \rho &= 1,0 \text{ при } \bar{\lambda}_p \leq 0,748, \\ \rho &= \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} \text{ при } \bar{\lambda}_p > 0,748. \end{aligned} \quad (4.19)$$

Обчислюємо ширину ефективної ділянки перерізу елемента жорсткості:

$$c_e = \rho c_p. \quad (4.20)$$

Таблиця 4.3 – Градієнти напружень та розподіл ефективних зон стиснутих пластин (Т.4.1-4.2[52])

Схема розподілу напружень	Градієнт напружень та ефективна ширина	Схема розподілу напружень	Градієнт напружень та ефективна ширина
Для пластин із двостороннім закріпленням		Для пластин із одностороннім закріпленням	
1. 	$\psi = 1 :$ $b_{eff} = \rho \bar{b} ;$ $b_{e1} = 0,5 b_{eff} ;$ $b_{e2} = 0,5 b_{eff} .$	4. 	$1 > \psi \geq 0 :$ $b_{eff} = \rho c .$
2. 	$1 > \psi \geq 0 :$ $b_{eff} = \rho \bar{b} ;$ $b_{e1} = \frac{2}{5 - \psi} b_{eff} ;$ $b_{e2} = b_{eff} - b_{e1} .$	5. 	$\psi < 0 :$ $b_{eff} = \rho c =$ $= \rho c / (1 - \psi) .$
3. 	$\psi < 0 :$ $b_{eff} = \rho b_c =$ $= \rho \bar{b} / (1 - \psi) ;$ $b_{e1} = 0,4 b_{eff} ;$ $b_{e2} = 0,6 b_{eff} .$	6. 	$1 > \psi \geq 0 :$ $b_{eff} = \rho c ;$
		7. 	$\psi < 0 :$ $b_{eff} = \rho b_c =$ $= \rho c / (1 - \psi) ;$

Ефективні ширини крайового елемента жорсткості полицки у вигляді подвійного бокового загну. Для частини, що примикає до полицки, редуційний коефіцієнт ρ розраховуємо як для внутрішніх стиснутих елементів за (4.12)-(4.17) із коефіцієнтом втрати стійкості k_{σ} згідно таблиці 4.2.

Для отримання значення ефективної ширини крайньої частини елемента жорсткості спочатку визначається гнучкість $\bar{\lambda}_{p,red}$ згідно (4.12)-(4.16) на основі коефіцієнту втрати стійкості k_{σ} з таблиці 4.2. Потім згідно (4.19) обчислюється редуційний коефіцієнт ρ та визначається ширина ефективної ділянки перерізу елемента жорсткості:

$$d_e = \rho d_p. \quad (4.21)$$

Таким чином, отримується початковий ефективний переріз елемента, що враховує можливість втрати місцевої стійкості. Далі необхідно визначити початковий коефіцієнт зниження міцності крайового елемента жорсткості $\chi_{d,1}$, який враховує можливість втрати ним поздовжньої стійкості. Робота прилеглої частини профілю моделюється у вигляді кутової пружини жорсткістю C_θ , яка замінюється лінійною пружиною K .

Для цього визначається ступінь розкріплення елемента жорсткості рештою перерізу профілю K (жорсткість умовної пружної опори) за [(5.10b);53]:

$$K = \frac{Et^3}{4(1-\nu^2)} \cdot \frac{I}{b_1^2 h_w + b_1^3 + 0,5b_1 b_2 h_w k_f}, \quad (4.22)$$

b_1 – відстань від точки перетину середніх ліній стінки та верхньої полицки профілю до центру ваги ефективної площі елемента жорсткості (включаючи частину b_{e2} верхньої полицки), див. рис. 4.6;

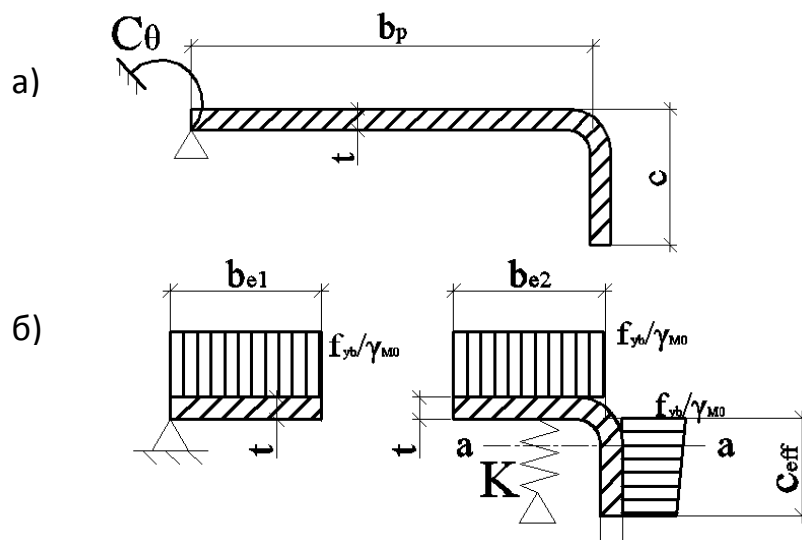


Рисунок 4.5 – Етапи визначення ефективних характеристик крайових елементів жорсткості: а) врахування підкріплення основною частиною профілю; б) початкові напруження та ефективні частини

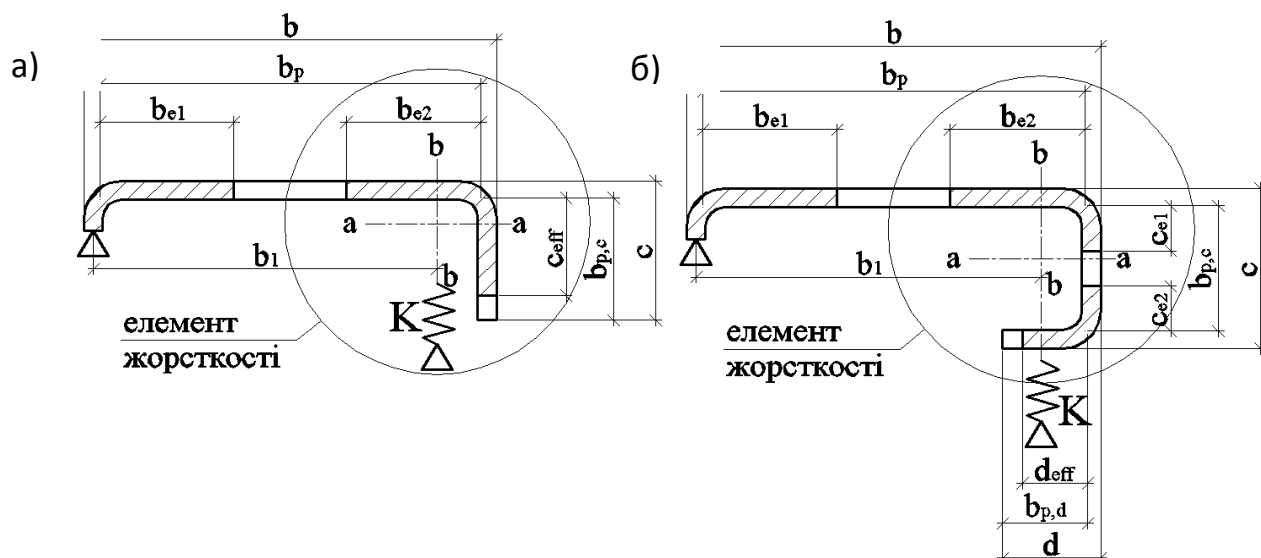


Рисунок 4.6 – Початковий ефективний переріз крайового елемента жорсткості профілю з одним (а) та двома (б) загинами

b_2 – аналогічно, для нижньої полицки;

h – висота стінки профілю;

$k_f = 0$ – при розтягнутій нижній полицці (наприклад, для балки при згинанні відносно горизонтальної осі);

$k_f = \frac{A_{s,red2}}{A_{s,red1}}$ – при стиснутій нижній полицці (наприклад, для стиснуто-

зігнутих елементів), $A_{s,red1}, A_{s,red2}$ – ефективні площі відповідно верхньої та нижньої полицок;

$k_f = 1$ – для симетричних стиснутих елементів.

Граничні напруження в елементі(-ах) жорсткості при роботі в пружній стадії, для крайових елементів жорсткості у вигляді загинів, згідно [(5.15);52] (рис. 4.7):

$$\sigma_{cr,s} = \frac{2\sqrt{KEI_s}}{A_s}. \quad (4.23)$$

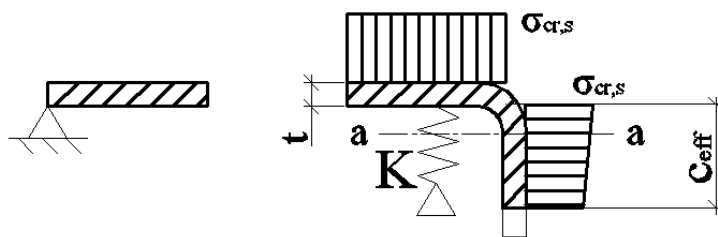


Рисунок 4.7 – Початкові граничні напруження в крайовому елементі жорсткості

Отримується гнучкість елемента жорсткості за [(5.12d);52]:

$$\bar{\lambda}_d = \sqrt{f_{yb} / \sigma_{cr,s}} \cdot \quad (4.24)$$

Згідно формул (5.12a)-(5.12c) [52],

$$\chi_d = 1,0 \text{ при } \bar{\lambda}_d \leq 0,65, \quad (4.25)$$

$$\chi_d = 1,47 - 0,723\bar{\lambda}_d \text{ при } 0,65 < \bar{\lambda}_d < 1,38, \quad (4.26)$$

$$\chi_d = \frac{0,66}{\bar{\lambda}_d} \text{ при } \bar{\lambda}_d \geq 1,38. \quad (4.27)$$

На основі отриманого значення коефіцієнту $\chi_{d,1}$ отримується ефективний переріз зі зниженою міцністю $\chi_d f_{yb} / \gamma_{M0}$ (рис. 4.8) та проводиться розрахунок ефективних ширин елементів жорсткості заново, замінюючи формулу (4.13) на:

$$\sigma_{com,Ed,i} = \chi_d f_{yb} / \gamma_{M0}, \quad (4.29)$$

тобто, (2.12) набуває вигляду:

$$\bar{\lambda}_{p,red} = \bar{\lambda}_p \sqrt{\chi_d}, \quad (4.30)$$

де χ_d – коефіцієнт із попередньої ітерації.

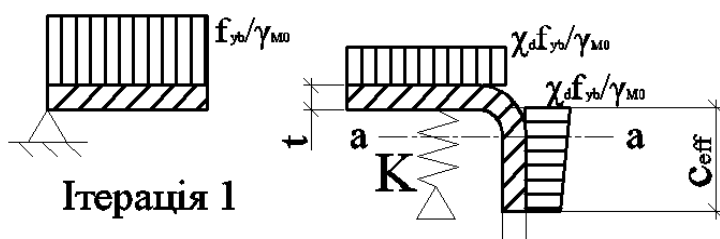


Рисунок 4.8 – Ефективний переріз із початковою зниженою міцністю

В результаті отримується новий коефіцієнт $\chi_{d,2}$ та повторюється ітерація, доки $\chi_{d,n} \approx \chi_{d,(n-1)}$ але $\chi_{d,n} \leq \chi_{d,(n-1)}$.

Таким чином, отримується ефективний переріз елемента із урахуванням ефектів втрати локальної стійкості (загальної втрати стійкості пластин) та стійкості форми перерізу (загальної втрати стійкості елемента жорсткості) (рис. 4.9). Зменшена в результаті врахування цих факторів площа ефективного перерізу визначається згідно [(5.17);52]:

$$A_{s,red} = \chi_d A_s \frac{f_{yb} / \gamma_{M0}}{\sigma_{com,Ed}}, \quad (4.31)$$

де χ_d – коефіцієнт зниження міцності елемента жорсткості, визначений в останній ітерації;

$\sigma_{com,Ed}$ – стискальні напруження на центральній осі елемента жорсткості, визначені на основі ефективних геометричних характеристик із останньої ітерації.

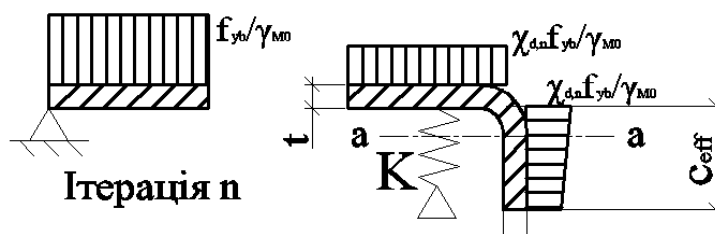


Рисунок 4.9 – Ефективний переріз крайового елемента після проведення ітеративного процесу

Подальше врахування зниження несучої здатності перерізу від врахування можливості втрати стійкості форми перерізу відбувається шляхом зменшення розрахункової товщини елемента жорсткості (рис. 4.10):

$$t_{red} = t \cdot A_{s,red} / A_s, \quad (4.32)$$

без урахування зміни значень ширин ефективних ділянок елементів жорсткості, що відбуваються при ітераційному процесі (який проводиться лише для визначення ефективної товщини елемента жорсткості).

В елементах, що зазнають згинальних навантажень, в результаті виключення із розрахунку неефективних ділянок пластин в стиснутій частині перерізу, змінюється положення центру ваги та, відповідно, нейтральної лінії. Це призводить до перерозподілу напружень по висоті перерізу.

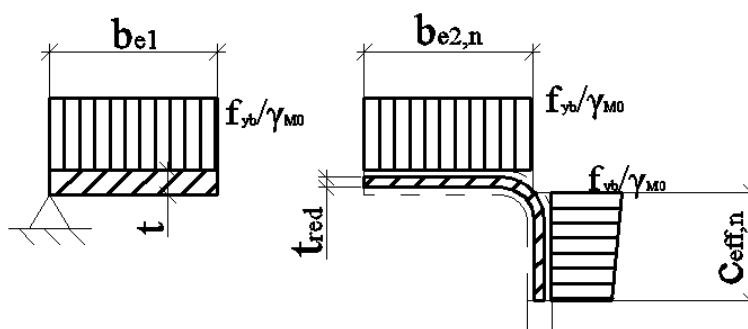


Рисунок 4.10 – Ефективний переріз крайового елемента жорсткості із врахуванням можливої втрати локальної стійкості та стійкості форми перерізу

У зв'язку з цим, необхідно визначати нові параметри ефективного перерізу, враховуючи перерозподіл напружень від врахування можливості втрати локальної стійкості плоских елементів перерізу та поздовжньої стійкості елементів жорсткості. Але уточнений внаслідок такого перерахунку переріз також матиме зміщений відносно попереднього центр ваги. Таким чином, для згинальних елементів необхідно ітеративно повторювати розрахунок ефективного перерізу, кожного разу приймаючи ефективний переріз із попередньої ітерації за початковий, враховуючи тим самим перерозподіл зусиль по висоті перерізу. Ітерації проводяться до того часу, поки зміна площі ефективного перерізу відносно попередньої ітерації не буде достатньо малою.

4.2. Розрахунок профільованого настилу

Розрахунок профільованого настилу за EN 1993-1-3:2006 методом ефективного перерізу. Для простоти розрахунку розглядаємо “сегмент” профілюючого настилу.

Геометричні характеристики перерізу згідно рис. 4.11:

- висота $h_w = 57$ мм;
- ширина верхньої полицки : $b_{fl1} = 125,1$ мм;
- ширина нижньої полицки : $b_{fl2} = 40,1$ мм;
- розмір проміжних поздовжніх елементів жорсткості полиць по периметру серединної лінії: $b_s = 10$ мм;
- довжина складки проміжних елементів жорсткості стінок: $s_{sa} = 10$ мм;
- кут нахилу стінки до горизонталі $\varphi = 54^\circ$;
- внутрішній радіус згину $r_1 = 4$ мм;
- внутрішній радіус згину елемента жорсткості $r_2 = 3$ мм.

Характеристики матеріалу:

- номінальна товщина: $t_{nom} = 0,68$ мм;
- розрахункова товщина дорівнює товщині сталевого ядра листа, профіль не має органічних або цинкових покриттів: $t = t_{cor} = 0,7$ мм (за формулою (3.3a) п. 3.2.4 (3) EN 1993-1-3);
- межа текучості $f_{yb} = 317$ Н/мм²;
- модуль пружності $E = 203000$ Н/мм²;
- коефіцієнт Пуассона: $\nu = 0,3$;
- окремий коефіцієнт безпеки $\gamma_{M0} = 1,0$ (по п. 2 (3) EN1993-1-3).

Теоретична ширина плоских ділянок відповідно до п. 5.1 EN 1993-1-3 вимірюється від середніх точок сусідніх кутових елементів (точка Р на рис. 4.12.), враховуючи, що кути згину однакові для верхньої та нижньої полиць:

$$b_{fl1p1} = 51,8 - g_{r11} - g_{r12};$$

$$b_{fl2p2} = 51,8 - g_{r21} - g_{r22};$$

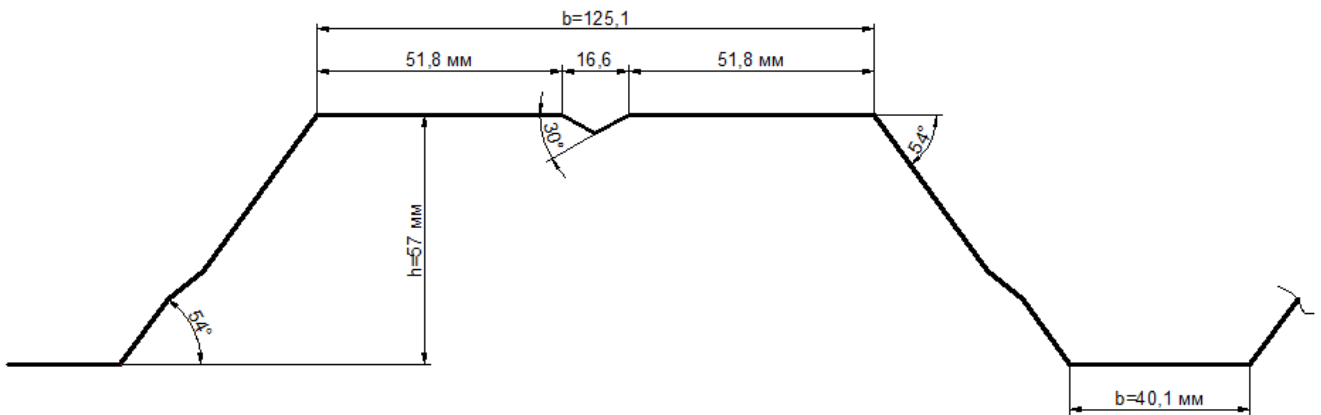


Рис. 4.11 – Розрахунковий переріз листа

$$b_{fl2p1} = 40,1 - g_{r11} - g_{r12};$$

$$b_{fl2p2} = 40,1 - g_{r21} - g_{r22};$$

$$g_r = (r + t_{nom} / 2) \left(\tan\left(\frac{\varphi}{2}\right) - \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) \right),$$

$$g_{r11} = g_{r21} = (4 + 0,7 / 2) \left(\tan\left(\frac{54^\circ}{2}\right) - \sin\left(\frac{54^\circ}{2}\right) \right) = 0,24 \text{ мм};$$

$$g_{r12} = g_{r22} = (3 + 0,7 / 2) \left(\tan\left(\frac{30^\circ}{2}\right) - \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right) \right) = 0,03 \text{ мм}.$$

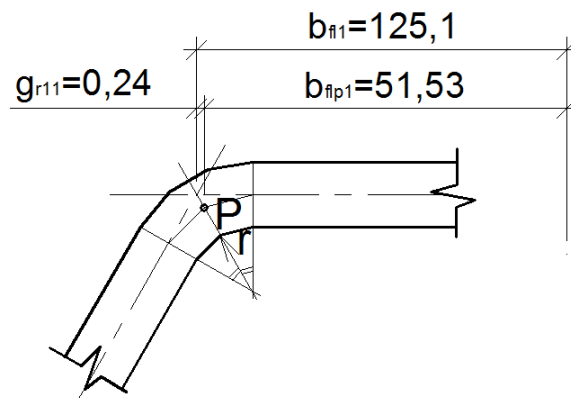


Рисунок 4.12 – Схема визначення теоретичної ширини плоских ділянок перетину

Тоді, ширина плоских ділянок верхніх полок:

$$b_{fl1p1} = b_{fl1p2} = 51,8 - 0,24 - 0,03 = 51,53 \text{ мм};$$

- ширина плоских ділянок нижніх полок:

$$b_{fl1p1} = b_{fl1p2} = 40,1 - 0,24 - 0,03 = 39,83 \text{ мм}.$$

4.2.1. Перевірка відповідності геометричних пропорцій умовам п. 5.2

EN 1993-1-3

Розрахунок за [52] можливо проводити при виконання умов таблиці 5.1 п. 5.2 [52]:

$$- b/t \leq 500: b_{fl1}/t = 125,1/0,7 = 178,7 < 500 \text{ – умова виконується;}$$

$$b_{fl2}/t = 40,1/0,7 = 57,3 < 500 \text{ – умова виконується;}$$

$$- h/t \leq 500 \sin \varphi: h_w/t = 51,8/0,7 = 74 < 500 \sin(\pi/3) = 433 \text{ – умова виконується;}$$

$$- 45^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ: 45^\circ < \varphi = 54^\circ < 90^\circ \text{ – умова виконується.}$$

Також, при значеннях внутрішнього радіуса згину, перевищуючих $0,04tE/f_y$, несуча здатність та жорсткість елемента не може бути визначена розрахунком (по п. 5.1(6) EN 1993-1-3).

$$0,04tE/f_y = 0,04 \times 0,7 \times 203000/315 = 16,1 > r = 4 \text{ – умова виконується.}$$

Відповідно умовам п. 5.1(3) [52], вплив навантаження кутів профілю на їх геометричні характеристики можуть не враховуватися при $r/t \leq 5$ та $r/b_p \leq 0,10$:

$$- r/t = 3/0,7 = 4,29 < 5 \text{ – умова виконується;}$$

$$- r/b_{fl1p1} = 3/51,53 = 0,06 < 0,10 \text{ – умова виконується;}$$

$$- r/b_{fl2p1} = 3/39,83 = 0,075 < 0,10 \text{ – умова виконується, вплив закруглення кутів профілю може не враховуватися.}$$

4.2.2. Розрахунок ефективних геометричних характеристик

4.2.2.1. Геометричні характеристики повного перерізу

У зв'язку з відносною складністю перетину профілю, доцільним є визначення його геометричних характеристик за допомогою програмних комплексів. Геометричні характеристики були визначені для типової ділянки перетину листа (рис. 4.13), ефективні геометричні характеристики якого обчислювалися вході розрахунків.

$$- \text{ширина розрахункової ділянки: } b = 256,9 \text{ мм;}$$

- площа повного перетину ділянки: $A_g = 204,2 \text{ мм}^2$;
- момент інерції повного перерізу відносно головної горизонтальної осі y-y: $I_{y,gr} = 98440 \text{ мм}^4$;
- момент інерції повного перерізу відносно головної вертикальної осі z-z: $I_{z,gr} = 1144677 \text{ мм}^4$;
- координата центра ваги перерізу по осі z-z: $z_{gc,gr} = 36,0 \text{ мм}$;
- момент опору повного перерізу відносно головної горизонтальної осі y-y: $W_{y,gr} = 9049 \text{ мм}^3$;
- момент опору повного перерізу відносно головної вертикальної осі z-z: $W_{z,gr} = 2729 \text{ мм}^3$;

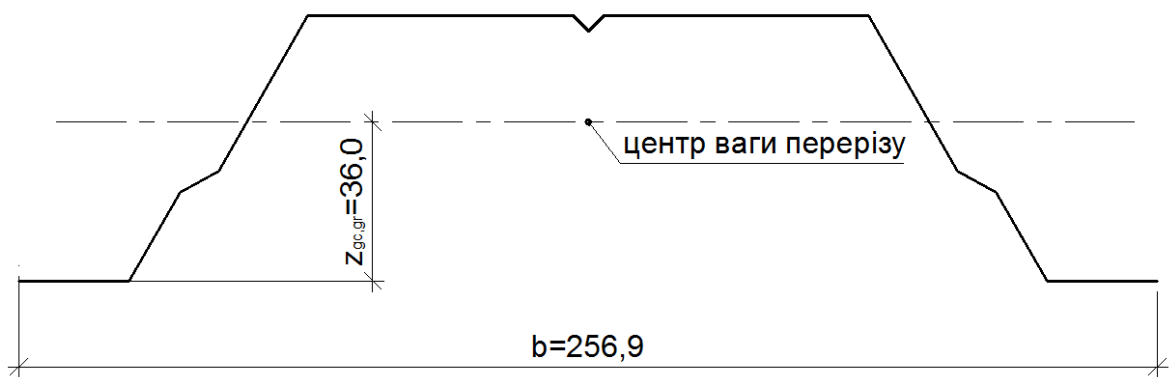


Рисунок 4.13 – Розрахункова ділянка перетину листа

4.2.2.2. Ефективні геометричні характеристики стислих полиць з проміжними елементами жорсткості з урахуванням впливу втрати місцевої стійкості

Ефективні геометричні характеристики стислої полиці - «плоского елемента з проміжним елементом жорсткості», обчислюються за допомогою ітеративного процесу згідно з алгоритмом, наведеним у п. 5.5.3.3 [52]. Розрахунки проводяться в три етапи (див. п. 5.5.3.3 (3) [52]):

Етап 1:

Визначається початковий ефективний переріз стислої полиці з проміжним елементом жорсткості, що враховує вплив втрати нею місцевої стійкості. При цьому використовується ефективна ширина полиці, визначена з припущення,

що вона оперта по краях і повністю розкріплена ($K = \infty$), а розрахункова міцність не зменшується.

Відповідно до формули (5.18) п. 5.5.3.3 [52], ефективна площа стислої плоскої частини перерізу профілю з одним елементом жорсткості визначається як:

$$A_s = t(b_{e12} + b_{e21} + b_s),$$

де b_s – розгорнута ширина проміжного елемента жорсткості (рис. 4.14); b_{e12} , b_{e21} – ширини прилеглих до елемента жорсткості ефективних зон плоских частин елемента, визначених з припущенням, що плоскі елементи b_{fl1p1} і b_{fl1p2} обперті по двох сторонах.

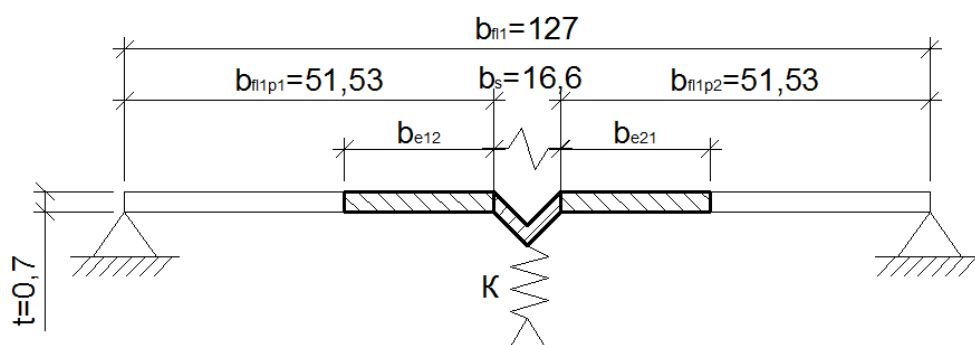


Рисунок 4.14 - Проміжний елемент жорсткості полиці

Початкові ефективні ширини стислих ділянок полки визначаються згідно п. 5.5.2 [52] та п. 4.4 [53]. Так як, проміжний елемент жорсткості розташований посередині полиці, ефективний переріз її також буде симетричним:

- співвідношення напружень визначається з припущення про лінійний розподіл напружень по висоті елемента. При цьому на початковому етапі максимальні стискуючі і розтягуючі зусилля приймаються рівними кордону плинності ($\sigma_{com} = f_{yb}/\gamma_{M0}$). Для стислої полиці, перпендикулярній осі дії зовнішніх зусиль, $\psi = 1$ (по табл. 4.1 п.4.4 [52], для рівномірного стиснення), тому коефіцієнт, що враховує втрату стійкості в залежності від ставлення напруг по краях пластини та умов їх закріплення (елемент спирається по двох краях):

$$k_{\sigma} = 4;$$

- відносна гнучкість:

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_{yb} \left[\text{Н/мм}^2 \right]} = \sqrt{235 / 315} = 0,864,$$

$$\bar{\lambda}_{p,b} = \frac{b_{flpl} / t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_{\sigma}}} = \frac{51,53 / 0,7}{28,4 \times 0,864 \times \sqrt{4}} = 1,5 > 0,673;$$

- понижуючий коефіцієнт при втраті стійкості пластини, за формулою (4.2) п.4.4 [53]:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_{p,b} - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_{p,b}^2} = \frac{1,5 - 0,055 \times (3 + 1)}{1,5^2} = 0,569 < 1,0$$

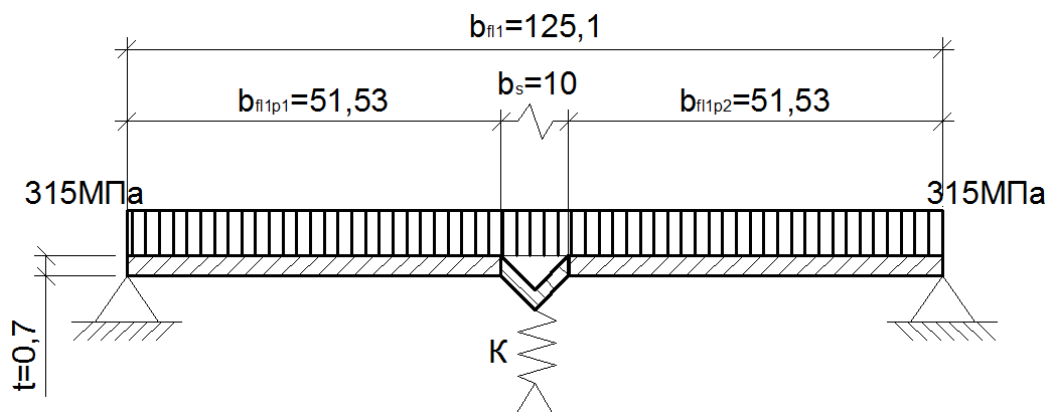


Рисунок 4.15 - Початкові розрахункові напруження в полиці

- початкова ефективна ширина, згідно таблиці 4.1 п. 4.4 [53]:

$$b_{fl1eff1} = \rho b_{flp1} = 0,569 \times 51,53 = 29,32 \text{ мм},$$

$$b_{e11} = b_{e12} = 0,5 b_{fl1eff1} = 0,5 \times 29,32 = 14,66 \text{ мм};$$

- початкова ефективна ширина плоскої частини $b_{p,2}$, аналогічно:

$$b_{fl1eff2} = b_{fl1eff1} = 29,32 \text{ мм},$$

$$b_{e21} = b_{e22} = 0,5 b_{eff2} = 14,66 \text{ мм};$$

- площа початкового ефективного перетину проміжного елемента жорсткості стислої полиці:

$$A_s = t(b_{e12} + b_{e21} + b_s) = 0,7 \times (14,66 + 14,66 + 16,6) = 32,15 \text{ мм}$$

4.2.2.3. Ефективні геометричні характеристики стислих полиць з проміжними елементами жорсткості з урахуванням впливу місцевої втрати стійкості і втрати стійкості форми перерізу

Етап 2:

Використовуючи початковий ефективний перетин стиснутої полиці, визначається коефіцієнт зниження несучої здатності внаслідок втрати стійкості форми перерізу (загальна втрата стійкості проміжного елемента жорсткості), з урахуванням ефекту роботи решти профілю в якості безперервної пружноподатливої опори (див. п. 5.5.3.3 (3) [52]).

Критичне напруження $\sigma_{cr,s}$ втрати стійкості проміжного елемента жорсткості в пружній стадії для стислої полиці з одним центрально розташованим елементом жорсткості визначається за формулою (5.22) п. 5.5.3.4.2 (2) [52]:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{4,2k_w E}{A_s} \sqrt{\frac{I_s t^3}{4b_p^2 (2b_p + 3b_s)'}}$$

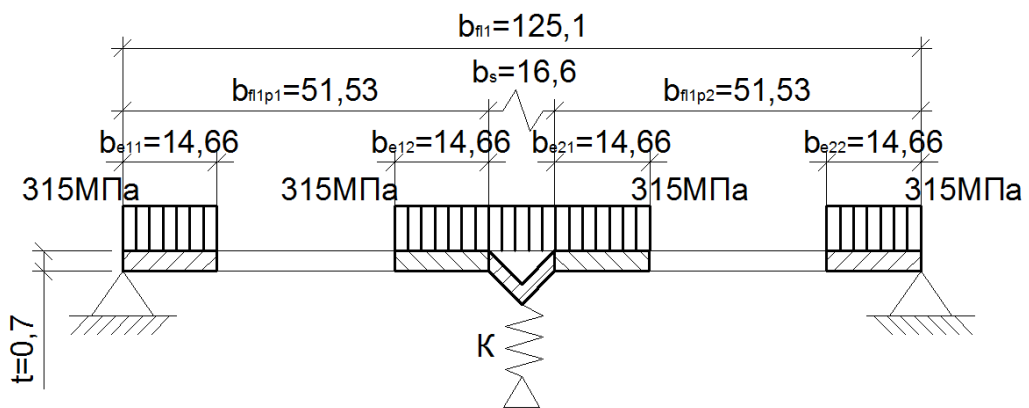


Рисунок 4.16 - Початковий ефективний перетин і напруги в стислій полиці

де k_w – коефіцієнт, що враховує часткове защемлення від повороту посиленою елементом жорсткості полиці, що створюється стінками чи іншими пов'язаними елементами. Значення k_w може бути визначено з урахуванням довжини хвилі l_b , як квадрата стійкості стислої полиці згідно формул (5.24) [52]:

$$k_w = k_{w0} \text{ при } l_b/s_w \geq 2,$$

$$k_w = k_{w0} - (k_{w0} - 1) \left[\frac{2l_b}{s_w} - \left(\frac{l_b}{s_w} \right)^2 \right] \text{ при } l_b/s_w < 2,$$

де s_w - похила висота стінки (рис. 4.17):

$$s_w = \frac{57-6}{\sin(54^\circ)} + 10 = 70,7 \text{ мм};$$

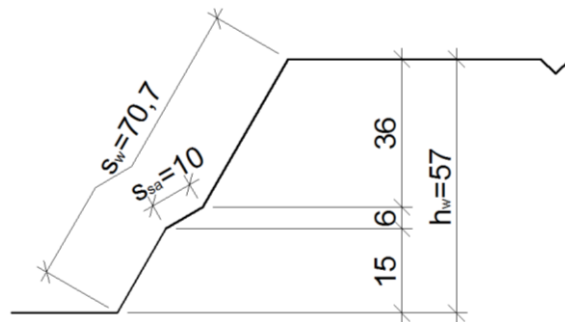


Рисунок 4.17 – Схема визначення геометричних розмірів стінки

Згідно формул (5.25)-(5.26) [52] для стислої полиці з одним проміжним елементом жорсткості,

$$I_b = 3,07 \times 4 \sqrt{\frac{I_s b_p^2 (2b_p + 3b_s)}{t^3}},$$

$$k_{w0} = \sqrt{\frac{s_w + 2b_d}{s_w + 0,5b_d}},$$

$$b_d = 2b_p + b_s;$$

$$b_p = b_{flp1} = b_{flp2} = 51,53 \text{ мм};$$

$$b_d = 2 \times 51,53 + 8,75 = 120,34 \text{ мм};$$

$$k_{w0} = \sqrt{\frac{70,7 + 2 \times 120,34}{70,7 + 0,5 \times 120,34}} = 1,54,$$

A_s , I_s - площа поперечного перерізу і момент інерції перерізу елемента жорсткості відповідно до рисунку 4.18:

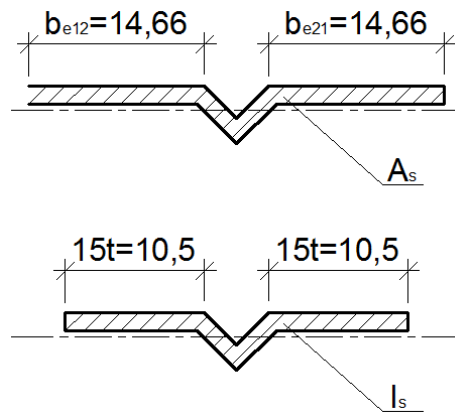


Рисунок 4.18 - Розрахункові перетину для визначення площі і моменту інерції проміжного елемента жорсткості полиці

$$I_s = 20,71 \text{ мм}^4,$$

$$A_s = 31,54 \text{ мм}^4.$$

$$l_b = 3,07 \times \sqrt[4]{\frac{20,71 \times 51,53^2 \times (2 \times 51,53 + 3 \times 16,6)}{0,7^3}} = 221,4 \text{ мм};$$

$$l_b / s_w = 221,4 / 70,7 = 3,13;$$

$$k_w = k_{w0} = 1,54.$$

Тоді, критичне напруження σ_{cr} втрати стійкості проміжного елемента жорсткості в пружній стадії:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{4,2 \times 1,54 \times 203000}{31,54} \sqrt{\frac{20,71 \times 0,7^3}{4 \times 51,53^2 (2 \times 51,53 + 3 \times 8,75)}} = 91,06 \text{ Н/мм}^2$$

Коефіцієнт зниження несучої здатності внаслідок втрати стійкості форми перетину крайового відгину χ_d (згідно рис 5.10d п. 5.5.3.3 (11) [52]:

- відносна гнучкість елемента жорсткості, за формулою (5.12d) п. 5.5.3.1 (7) [52]:

$$\bar{\lambda}_d = \sqrt{f_{yb} / \sigma_{cr,s}} = \sqrt{315 / 91,06} = 1,860.$$

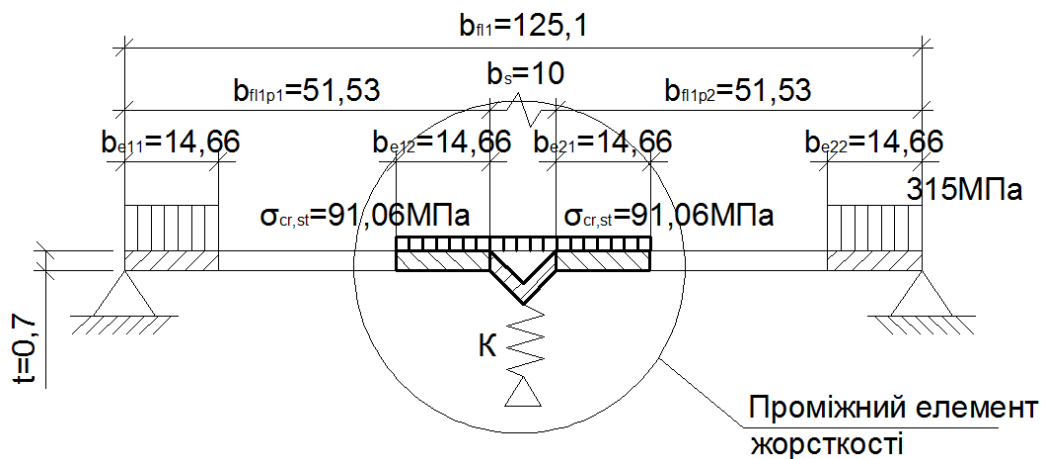


Рисунок 4.19 - Початкове критичне напруження втрати стійкості проміжного елемента жорсткості полиці в пружній стадії

- понижуючий коефіцієнт визначається за формулами (5.12a)-(5.12c) п. 5.5.3.1 (7) [52], в залежності від відносної гнучкості:

$$\chi_d = 1,0 \text{ при } \bar{\lambda}_d \leq 0,65;$$

$$\chi_d = 1,47 - 0,723\bar{\lambda}_d \text{ при } 0,65 < \bar{\lambda}_d < 1,38;$$

$$\chi_d = 0,66/\bar{\lambda}_d \text{ при } \bar{\lambda}_d \geq 1,38.$$

Так як $\bar{\lambda}_d = 1,86 > 1,38$, $\chi_d = 0,66/1,86 = 0,355$.

Етап 3:

Згідно п. 5.5.3.2 (10) [52], у випадку, якщо значення коефіцієнта χ_d зниження несучої здатності внаслідок втрати стійкості форми перерізу (плоска форма втрати стійкості елемента жорсткості) становить менше 1, значення χ_d визначається ітерацією (див. п. 5.5.3.3 (9) [52]). Ітерації починаються з модифікованих значень ρ , отриманих при:

$$\sigma_{com,Ed,i} = \chi_{com,Ed,i-1} f_{yb} / \gamma_{M0}, \text{ тобто:}$$

$$\bar{\lambda}_{p,red} = \bar{\lambda}_p \sqrt{\chi_d} \text{ (формула (5.20) [52]).}$$

Таким чином, *Ітерація № 1:*

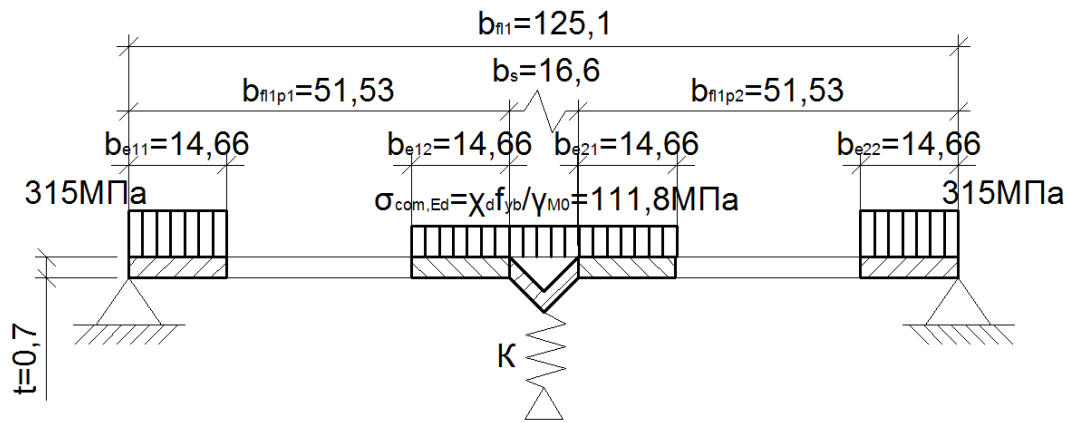


Рисунок 4.20 - Ефективний переріз і напруження проміжного елемента жорсткості полиці в пружній стадії до 1-ої ітерації

- початкові значення:

$$\chi_d = 0,355,$$

- ефективні ділянки полки визначаються аналогічно етапу 1, але з використанням редукованої відносної гнучкості пластини:

$$\bar{\lambda}_{p,b,red} = \bar{\lambda}_{p,b} \sqrt{\chi_d} = 1,54 \times \sqrt{0,355} = 0,918 > 0,673;$$

- понижуючий коефіцієнт при втраті стійкості пластини, за формулою (4.2) п.4.4 [53]:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_{p,b}^{-0,055(3+\psi)}}{\bar{\lambda}_{p,b}^2} = \frac{0,918^{-0,055 \times (3+1)}}{0,918^2} = 0,829 < 1,0$$

- початкова ефективна ширина, згідно таблиці 4.1 п. 4.4 [53]:

$$b_{fl\text{eff}1} = \rho b_{flp1} = 0,829 \times 51,53 = 42,7 \text{ мм},$$

$$b_{e11} = b_{e12} = 0,5 b_{fl\text{eff}1} = 0,5 \times 42,7 = 21,35 \text{ мм};$$

- початкова ефективна ширина плоскої частини $b_{p,2}$, аналогічно:

$$b_{fl\text{eff}2} = b_{fl\text{eff}1} = 42,7 \text{ мм},$$

$$b_{e21} = b_{e22} = 0,5 b_{fl\text{eff}2} = 21,35 \text{ мм};$$

- площа початкового ефективного перетину проміжного елемента жорсткості стислої полиці:

$$A_s = t(b_{e12} + b_{e21} + b_s) = 0,7 \times (21,35 + 21,35 + 16,6) = 41,51 \text{ мм.}$$

Використовуючи отриманий ефективний перетин елемента жорсткості, визначається новий коефіцієнт зниження несучої здатності внаслідок втрати стійкості форми перерізу (див. п. 5.5.3.2 (3) [52]).

Критичне напруження σ_{cr} втрати стійкості проміжного елемента жорсткості в пружній стадії для стислої полиці з одним центрально розташованим елементом жорсткості визначається за формулою (5.22) п. 5.5.3.4.2 (2) [52]:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{4,2k_w E}{A_s} \sqrt{\frac{I_{st}^3}{4b_p^2(2b_p + 3b_s)}},$$

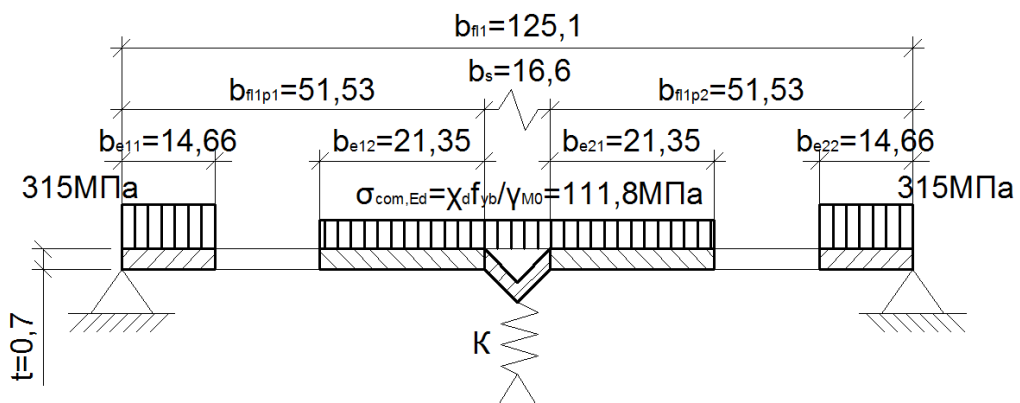


Рисунок 4.21 - Ефективний перетин і напруги проміжного елемента жорсткості полиці в пружній стадії після 1-ї ітерації

Згідно формул (5.25)-(5.26) [53], для стиснутої полиці з одним проміжним елементом жорсткості:

$$s_w = \frac{57-6}{\sin(54^\circ)} + 10 = 70,7 \text{ мм};$$

$$b_p = b_{f1p1} = b_{f1p2} = 51,53 \text{ мм};$$

$$b_d = 2 \times 51,53 + 8,75 = 120,34 \text{ мм};$$

$$k_{w0} = \sqrt{\frac{70,7 + 2 \times 120,34}{70,7 + 0,5 \times 120,34}} = 1,54,$$

A_s, I_s - площа поперечного перерізу і момент інерції перерізу елемента жорсткості (рис. 4.22):

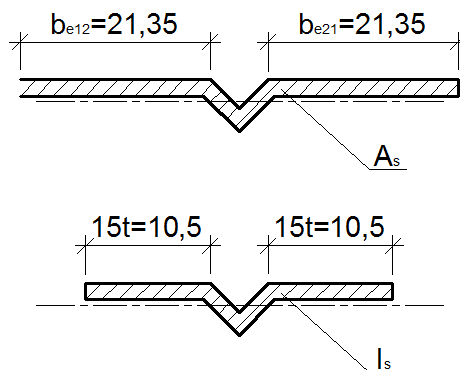


Рисунок 4.22 - Розрахункові перетину для визначення площі і моменту інерції проміжного елемента жорсткості полки

$$I_s = 20,71 \text{ мм}^4,$$

$$A_s = 40,85 \text{ мм}^4.$$

$$l_b = 3,07 \times 4 \sqrt{\frac{20,71 \times 120,34^2 \times (2 \times 120,34 + 3 \times 8,75)}{0,7^3}} = 221,4 \text{ мм};$$

$$l_b / s_w = 221,4 / 70,7 = 3,13;$$

$$k_w = k_{w0} = 1,54.$$

Тоді, критичне напруження σ_{cr} втрати стійкості проміжного елемента жорсткості в пружній стадії:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{4,2 \times 1,54 \times 203000}{40,85} \sqrt{\frac{20,71 \times 0,7^3}{4 \times 120,3^2 (2 \times 120,3 + 3 \times 8,75)}} = 64,09 \text{ Н/мм}^2$$

Коефіцієнт зниження несучої здатності внаслідок втрати стійкості форми перетину крайового відгину χ_d (згідно рис. 5.10d п. 5.5.3.3 (11) [52]):

- відносна гнучкість елемента жорсткості, за формулою (5.12d) п. 5.5.3.1 (7) [52]:

$$\bar{\lambda}_d = \sqrt{f_{yb} / \sigma_{cr,s}} = \sqrt{315 / 64,09} = 2,217;$$

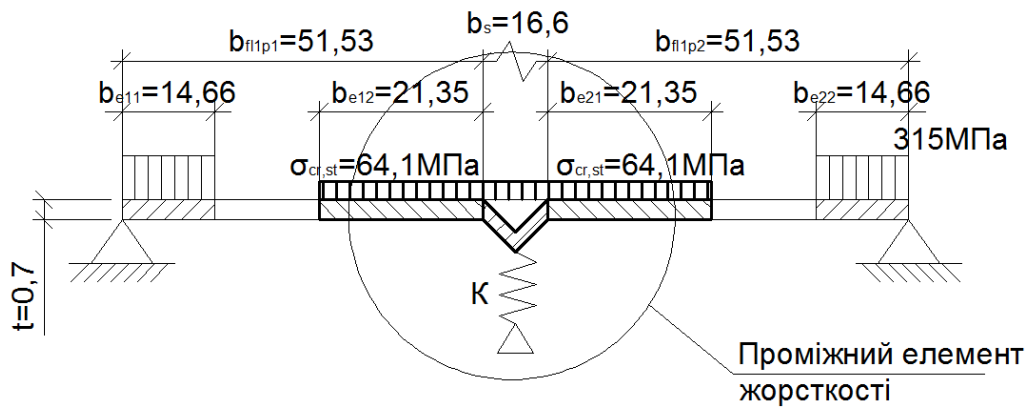


Рисунок 4.23 - Критичне напруження втрати стійкості проміжного елемента жорсткості полки в пружній стадії після 1-ї ітерації

- понижуючий коефіцієнт визначається за формулами (5.12a)-(5.12c) п. 5.5.3.1 (7) [52], в залежності від відносної гнучкості:

$$\text{так як } \bar{\lambda}_d = 2,217 > 1,38, \quad \chi_d = 0,66 / 2,217 = 0,298;$$

- остаточні значення:

$$\chi_{d,1} = 0,298.$$

Далі, виконується перевірка збіжності коефіцієнтів χ_d двох останніх ітерацій. Згідно з умовою е) рисунка 5.10 п. 5.5.3.3 [52], ітерації продовжуються до тих пір, поки не виконаються наступні умови: $\chi_{d,n} \approx \chi_{d,(n-1)}$, але $\chi_{d,n} \leq \chi_{d,(n-1)}$:

$$\chi_d = 0,355 \neq \chi_{d,1} = 0,298 \text{ – умова не виконується,}$$

$$\chi_d = 0,355 > \chi_{d,1} = 0,298 \text{ – умова виконується.}$$

Таким чином, виникає необхідність у проведенні подальшої ітерації.

Ітерація № 2:

- початкові значення:

$$\chi_d = 0,298;$$

- ефективні ділянки полиці визначаються аналогічно етапу 1, але з використанням редуцированої відносної гнучкості пластини:

$$\bar{\lambda}_{p,b,red} = \bar{\lambda}_{p,b} \sqrt{\chi_d} = 1,541 \times \sqrt{0,298} = 0,841 > 0,673;$$

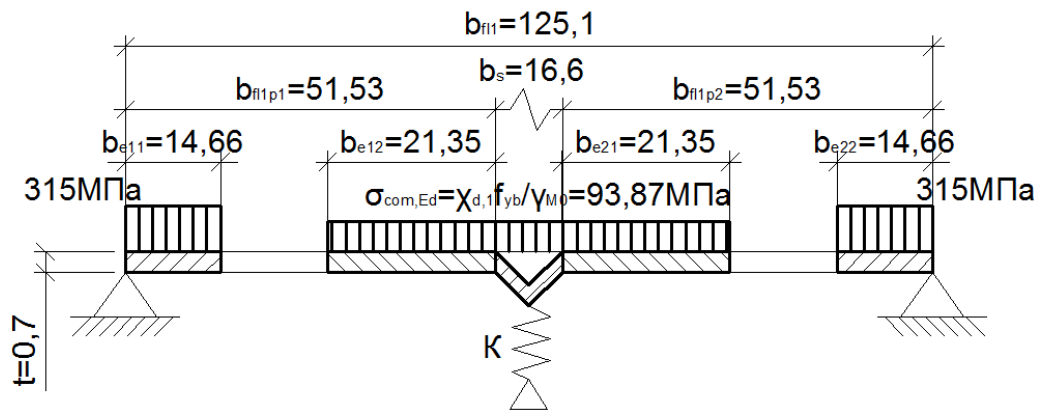


Рисунок 4.24 - Ефективний перетин і напруги проміжного елемента жорсткості полиці в пружній стадії до 2-ї ітерації

- понижуючий коефіцієнт при втраті стійкості пластини, за формулою (4.2) п.4.4 [53]:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_{p,b}^{-0,055(3+\psi)}}{\bar{\lambda}_{p,b}^2} = \frac{0,841 - 0,055 \times (3+1)}{0,841^2} = 0,878 < 1,0;$$

- початкова ефективна ширина, згідно таблиці 4.1 п. 4.4 EN 1993-1-5:

$$b_{fl\text{eff}1} = \rho b_{flp1} = 0,878 \times 51,53 = 45,16 \text{ мм};$$

$$b_{e11} = b_{e12} = 0,5 b_{fl\text{eff}1} = 0,5 \times 48,49 = 22,58 \text{ мм};$$

- початкова ефективна ширина плоскої частини $b_{p,2}$, аналогічно:

$$b_{fl\text{eff}2} = b_{fl\text{eff}1} = 45,16 \text{ мм};$$

$$b_{e21} = b_{e22} = 0,5 b_{\text{eff}2} = 22,58 \text{ мм};$$

- площа початкового ефективного перетину проміжного елемента жорсткості стислої полиці:

$$A_s = t(b_{e12} + b_{e21} + b_s) = 0,7 \times (22,58 + 22,58 + 16,6) = 43,2 \text{ мм}.$$

Використовуючи отриманий ефективний перетин елемента жорсткості, визначається новий коефіцієнт зниження несучої здатності внаслідок втрати стійкості форми перерізу (див. п. 5.5.3.2 (3) [52]).

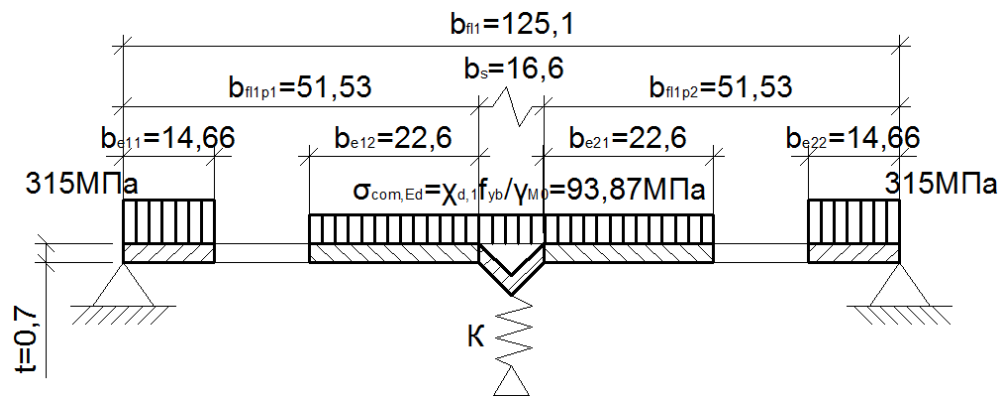


Рисунок 4.25 – Ефективне перетин і напруги проміжного елемента жорсткості полиці в пружній стадії після 2-ї ітерації

Критичне напруження σ_{cr} втрати стійкості проміжного елемента жорсткості в пружній стадії для стислої полиці з одним центрально розташованим елементом жорсткості визначається за формулою (5.22) п. 5.5.3.4.2 (2) EN 1993-1-3:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{4,2k_w E}{A_s} \sqrt{\frac{I_s t^3}{4b_p^2(2b_p + 3b_s)}}.$$

Згідно формул (5.25)-(5.26) [52], для стислої полиці з одним проміжним елементом жорсткості,

$$s_w = \frac{57-6}{\sin(54^\circ)} + 10 = 70,7 \text{ мм};$$

$$b_p = b_{f1p1} = b_{f1p2} = 51,53 \text{ мм};$$

$$b_d = 2 \times 51,53 + 16,6 = 120,34 \text{ мм};$$

$$k_{w0} = \sqrt{\frac{70,7 + 2 \times 120,34}{70,7 + 0,5 \times 120,34}} = 1,54,$$

A_s , I_s - площа поперечного перерізу і момент інерції перерізу елемента жорсткості (рис. 4.26):

$$I_s = 20,71 \text{ мм}^4,$$

$$A_s = 42,6 \text{ мм}^4.$$

$$I_b = 3,07 \times 4 \sqrt{\frac{20,71 \times 51,53^2 \times (2 \times 51,53 + 3 \times 15,6)}{0,7^3}} = 221,4 \text{ мм};$$

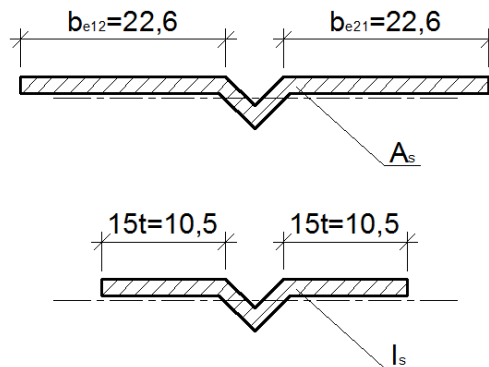


Рисунок 4.26 – Розрахункові перетину для визначення площі і моменту інерції проміжного елемента жорсткості полки

$$I_b / s_w = 221,4 / 70,7 = 3,13;$$

$$k_w = k_{w0} = 1,54.$$

Тоді, критичне напруження σ_{cr} втрати стійкості проміжного елемента жорсткості в пружній стадії:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{4,2 \times 1,54 \times 203000}{42,6} \sqrt{\frac{20,71 \times 0,7^3}{4 \times 51,53^2 (2 \times 51,53 + 3 \times 16,6)}} = 61,46 \text{ Н/мм}^2.$$

Коефіцієнт зниження несучої здатності внаслідок втрати стійкості форми перетину крайового відгину χ_d (згідно рис. 5.10d п. 5.5.3.3 (11) [52]):

- відносна гнучкість елемента жорсткості, за формулою (5.12d) п. 5.5.3.1 (7) [52]:

$$\bar{\lambda}_d = \sqrt{f_{yb} / \sigma_{cr,s}} = \sqrt{315 / 61,46} = 2,264;$$

- понижуючий коефіцієнт визначається за формулами (5.12a)-(5.12c) п. 5.5.3.1 (7) [52], в залежності від відносної гнучкості:

$$\text{так як } \bar{\lambda}_d = 2,264 > 1,38, \chi_d = 0,66 / 2,264 = 0,292.$$

- остаточні значення:

$$\chi_{d,2} = 0,292.$$

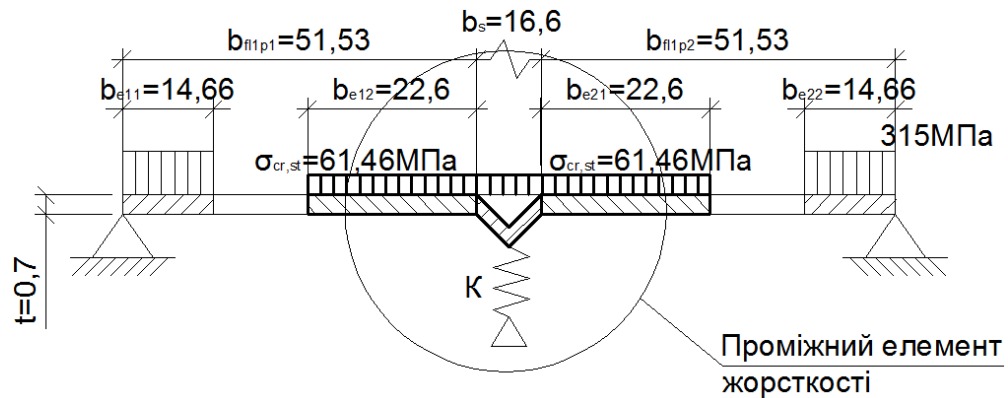


Рисунок 4.27 - Критичне напруження втрати стійкості проміжного елемента жорсткості полиці в пружній стадії після 2-ї ітерації

Далі, виконується перевірка збіжності коефіцієнтів χ_d двох останніх ітерацій. Згідно з умовою е) рисунка 5.10 п. 5.5.3.3 [52], ітерації продовжуються до тих пір, поки не виконаються наступні умови: $\chi_{d,n} \approx \chi_{d,(n-1)}$, але $\chi_{d,n} \leq \chi_{d,(n-1)}$:

$$\chi_{d,1} = 0,298 \neq \chi_{d,2} = 0,292 \text{ – умова не виконується,}$$

$$\chi_{d,1} = 0,298 > \chi_{d,2} = 0,292 \text{ – умова виконується.}$$

Таким чином, виникає необхідність у проведенні подальшої ітерації.

Ітерація № 3:

- початкові значення:

$$\chi_d = 0,292;$$

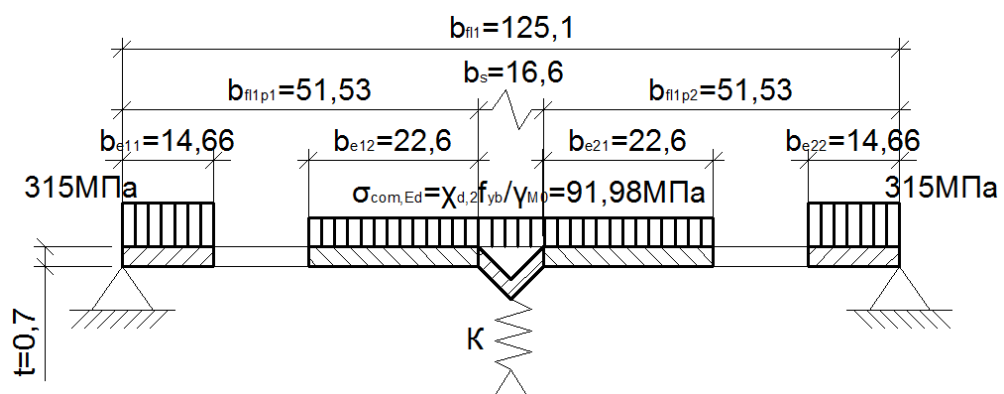


Рисунок 4.28 - Ефективне перетин і напруги проміжного елемента жорсткості полки в пружній стадії до 3-ї ітерації

- ефективні ділянки полиці визначаються аналогічно етапу 1, але з використанням скороченої відносної гнучкості пластини:

$$\bar{\lambda}_{p,b,red} = \bar{\lambda}_{p,b} \sqrt{\chi_d} = 1,541 \times \sqrt{0,292} = 0,832 > 0,673;$$

- понижуючий коефіцієнт при втраті стійкості пластини, за формулою (4.2) п.4.4 EN 1993-1-5:

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_{p,b} - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_{p,b}^2} = \frac{0,832 - 0,055 \times (3 + 1)}{0,832^2} = 0,884 < 1,0$$

- початкова ефективна ширина, згідно таблиці 4.1 п. 4.4 [53]:

$$b_{fl,eff1} = \rho b_{fl,p1} = 0,884 \times 51,53 = 45,55 \text{ мм};$$

$$b_{e11} = b_{e12} = 0,5 b_{fl,eff1} = 0,5 \times 45,55 = 22,78 \text{ мм}.$$

- початкова ефективна ширина плоскої частини $b_{p,2}$, аналогічно:

$$b_{fl,eff2} = b_{fl,eff1} = 45,55 \text{ мм};$$

$$b_{e21} = b_{e22} = 0,5 b_{fl,eff2} = 22,78 \text{ мм};$$

- площа початкового ефективного перетину проміжного елемента жорсткості стислої полиці:

$$A_s = t(b_{e12} + b_{e21} + b_s) = 0,7 \times (22,78 + 22,78 + 16,6) = 43,51 \text{ мм}.$$

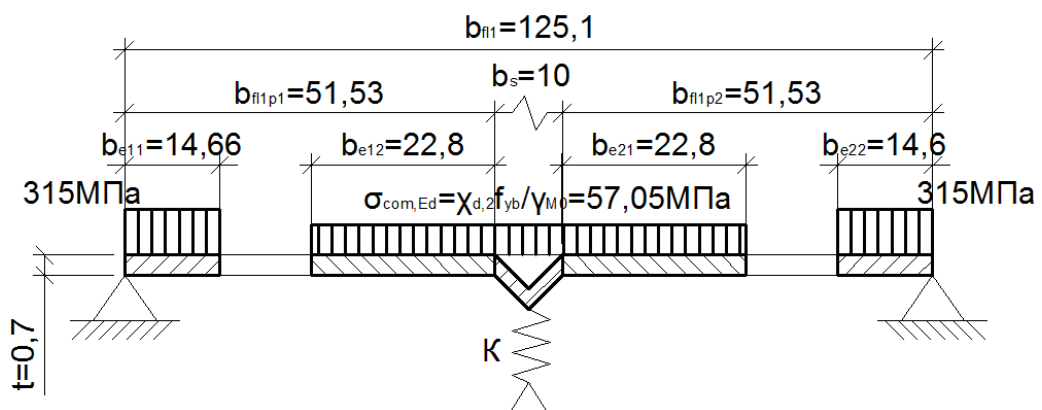


Рисунок 4.29 - Ефективне перетин і напруги проміжного елемента жорсткості полки в пружній стадії до 3-ї ітерації

Використовуючи отриманий ефективний перетин елемента жорсткості, визначається новий коефіцієнт зниження несучої здатності внаслідок втрати стійкості форми перерізу (див. п. 5.5.3.2 (3) [52]).

Критичне напруження σ_{cr} втрати стійкості проміжного елемента жорсткості в пружній стадії для стислої полиці з одним центрально розташованим елементом жорсткості визначається за формулою (5.22) п. 5.5.3.4.2 (2) [52]:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{4,2k_w E}{A_s} \sqrt{\frac{I_s t^3}{4b_p^2(2b_p + 3b_s)}}$$

Згідно формул (5.25)-(5.26) [52] для стислій полки з одним проміжним елементом жорсткості,

$$s_w = \frac{57-6}{\sin(54^\circ)} + 10 = 70,7 \text{ мм};$$

$$b_p = b_{flp1} = b_{flp2} = 51,53 \text{ мм};$$

$$b_d = 2 \times 51,53 + 16,6 = 120,34 \text{ мм};$$

$$k_{w0} = \sqrt{\frac{70,7 + 2 \times 120,34}{70,7 + 0,5 \times 120,34}} = 1,54,$$

A_s , I_s – площа поперечного перерізу і момент інерції перерізу елемента жорсткості (рис. 4.30):

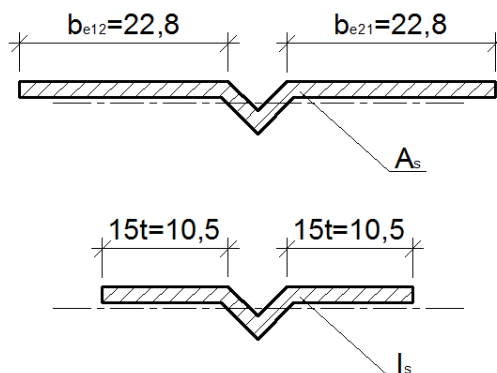


Рисунок 4.30 - Розрахункові перетину для визначення площі і моменту інерції проміжного елемента жорсткості полки

$$I_s = 20,71 \text{ мм}^4,$$

$$A_s = 42,8 \text{ мм}^4.$$

$$l_b = 3,07 \times 4 \sqrt{\frac{20,71 \times 51,53^2 \times (2 \times 51,53 + 3 \times 16,6)}{0,7^3}} = 221,4 \text{ мм};$$

$$l_b / s_w = 221,4 / 70,7 = 3,13;$$

$$k_w = k_{w0} = 1,54.$$

Тоді, критичне напруження σ_{cr} втрати стійкості проміжного елемента жорсткості в пружній стадії:

$$\sigma_{cr,s} = \frac{4,2 \times 1,54 \times 203000}{42,8} \sqrt{\frac{20,71 \times 0,7^3}{4 \times 51,53^2 (2 \times 51,53 + 3 \times 16,6)}} = 61,17 \text{ Н/мм}^2.$$

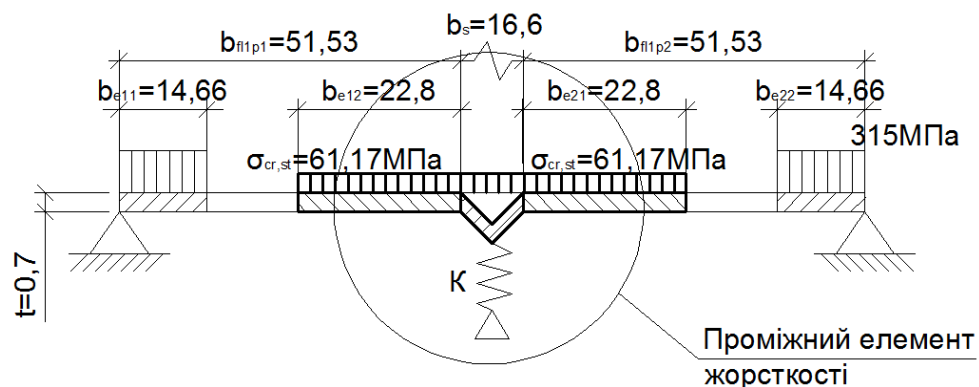


Рисунок 4.31 - Критичне напруження втрати стійкості проміжного елемента жорсткості полиці в пружній стадії після 3-ї ітерації

Коефіцієнт зниження несучої здатності внаслідок втрати стійкості форми перетину крайового відгину χ_d (згідно рис. 5.10d п. 5.5.3.3 (11) [52]):

- відносна гнучкість елемента жорсткості, за формулою (5.12d) п. 5.5.3.1 (7) [52]:

$$\bar{\lambda}_d = \sqrt{f_{yb} / \sigma_{cr,s}} = \sqrt{315 / 61,17} = 2,269.$$

- понижуючий коефіцієнт визначається за формулами (5.12a)-(5.12c) п. 5.5.3.1 (7) [52], в залежності від відносної гнучкості:

так як $\bar{\lambda}_d = 2,269 > 1,38$, $\chi_d = 0,66 / 2,269 = 0,291$.

- остаточні значення:

$$\chi_{d,3} = 0,291;$$

Далі, виконується перевірка збіжності коефіцієнтів χ_d двох останніх ітерацій. Згідно з умовою е) рисунка 5.10 п. 5.5.3.3 [52], ітерації продовжуються до тих пір, поки не виконаються наступні умови: $\chi_{d,n} \approx \chi_{d,(n-1)}$, но $\chi_{d,n} \leq \chi_{d,(n-1)}$:

$\chi_{d,2} = 0,292 \approx \chi_{d,3} = 0,291$ – умова виконуються,

$\chi_{d,2} = 0,192 > \chi_{d,3} = 0,291$ – умова виконуються.

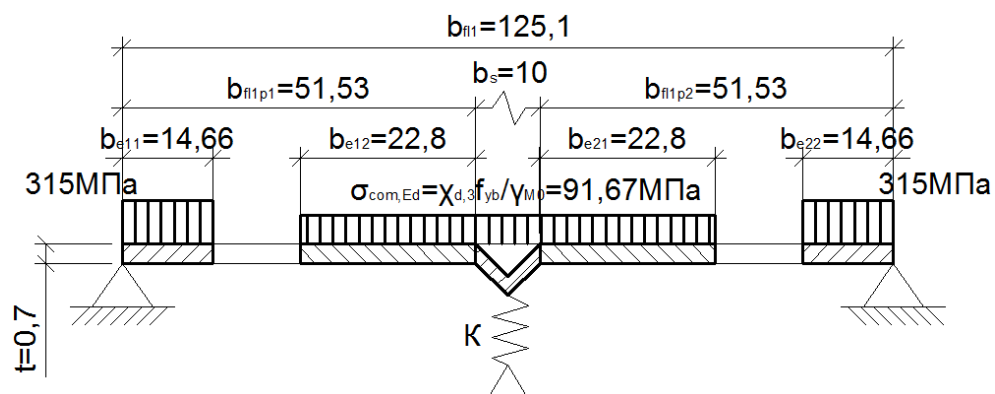


Рисунок 4.32 - Ефективне перетин і напруги в стислій полиці після завершення ітераційного процесу

Коефіцієнти, отримані в двох останніх ітераціях, майже не відрізняються, тому подальший розрахунок не проводиться. Таким чином, значення, отримані в останньої ітерації, можна вважати остаточними.

При визначенні ефективних геометричних характеристик профільованого листа облік впливу втрати стійкості форми перерізу стиснутої полки проводиться зменшенням товщини ефективних ділянок перетину, що входять до складу проміжних елементів жорсткості (рис. 4.33).

Зменшена внаслідок обліку втрати стійкості форми перерізу товщина крайового елемента жорсткості:

$$t_{red} = \chi_d \times t = 0,291 \times 0,7 = 0,204 \text{ мм.}$$

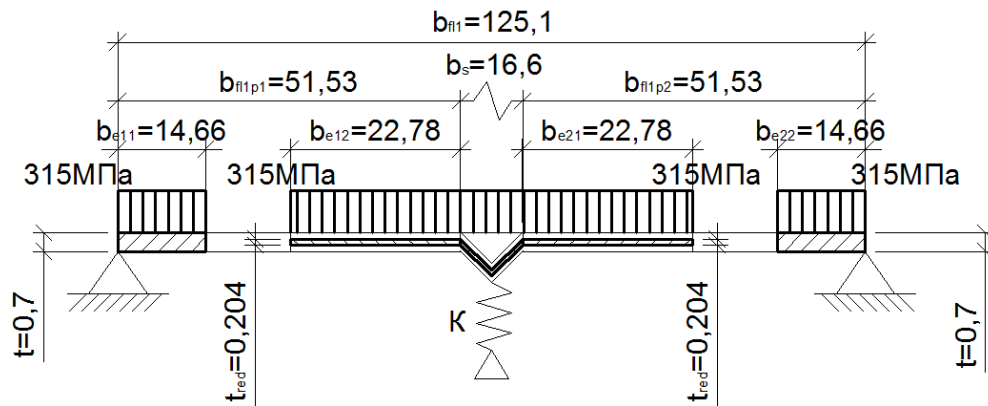


Рисунок 4.33 - Остаточний ефективний перетин і напруги в стислій полиці

4.2.3. Ефективні геометричні характеристики стисло-розтягнутої стінки профілю

Положення нейтральної осі визначається використовуючи ефективний перетин полки, але повний переріз стінок. В даному випадку проміжний елемент жорсткості стінки знаходиться в розтягнутій зоні перерізу (рис. 4.11), тому вплив втрати стійкості форми перерізу стінки не враховується. Але при цьому потрібно врахувати вплив втрати місцевої стійкості стиснутої частиною стінки.

Ефективні ділянки стислій частині стінки визначаються згідно п. 5.5.3.4.3 [52] в залежності від базової ефективної ширини $s_{eff,0}$. При відсутності стисненого проміжного елемента жорсткості стінки, ефективний переріз стінки складається з пластини $s_{eff,1}$ примикає до полиці, ділянки $s_{eff,n}$, прилеглого до нейтральної осі перерізу листа, і розтягнутої частини стінки (рис. 4.34).

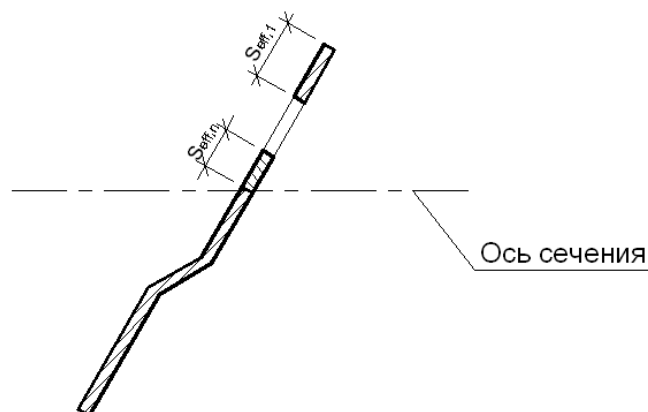


Рисунок 4.34 - Ефективні ділянки стінки перерізу

Значення базової ефективної ширини визначається згідно формули (5.32)

п. 5.5.3.4.3 [52]:

$$s_{\text{eff},0} = 0,76t \sqrt{\frac{E}{\gamma_{M0} \sigma_{\text{com,Ed}}}}$$

де $\sigma_{\text{com,Ed}}$ – напруження в стиснутій полиці при досягненні перерізомом межі несучої здатності. Для спрощення розрахунку приймається значення в крайній стислій фібрі - $\sigma_{\text{com,Ed}} = f_{yb}/\gamma_{M0}$.

Ширини ефективних ділянок стислій частині стінки визначаються для даного випадку за формулою (5.33) [52]:

$$s_{\text{eff},1} = s_{\text{eff},0};$$

$$s_{\text{eff},n} = 1,5s_{\text{eff},0};$$

$$\sigma_{\text{com,Ed}} = 315/1,0 = 315 \text{ МПа};$$

$$s_{\text{eff},0} = 0,76 \times 0,7 \times \sqrt{\frac{203000}{1,0 \times 315}} = 13,12 \text{ мм};$$

$$s_{\text{eff},1} = 13,12 \text{ мм};$$

$$s_{\text{eff},n} = 1,5 \times 13,12 = 19,68 \text{ мм}.$$

Згідно п. 5.5.3.4.3 (6) [52], випадок, коли стінка повністю ефективна ($s_{\text{eff},1} + s_{\text{eff},n} = 13,12 + 19,68 = 32,80 > s_n = 30,03 \text{ мм}$), значення ефективних ширин стінки без стислих елементів жорсткості приймаються за формулами (5.34):

$$s_{\text{eff},1} = 0,4s_n = 0,4 \times 30,03 = 12,01 \text{ мм};$$

$$s_{\text{eff},n} = 0,6s_n = 0,6 \times 30,03 = 18,02 \text{ мм}.$$

Таким чином, стінка є повністю ефективною.

4.2.4. Ефективні геометричні характеристики трапецієподібного профільованого листа в положенні “позитив”

- ширина розрахункової ділянки: $b = 256,9 \text{ мм}$;
- ефективна площа повного перерізу розрахункової ділянки: $A_g = 74,51 \text{ мм}^2$;

- момент інерції ефективного перерізу розрахункової ділянки відносно головної горизонтальної осі у-у: $I_{y,gr} = 31318 \text{ мм}^4$;
- момент інерції ефективного перерізу розрахункової ділянки відносно головної вертикальної осі z-z: $I_{z,gr} = 56215 \text{ мм}^4$;
- координата центра ваги ефективного перерізу розрахункової ділянки по осі z-z: $z_{gc,gr} = 24,83 \text{ мм}$;

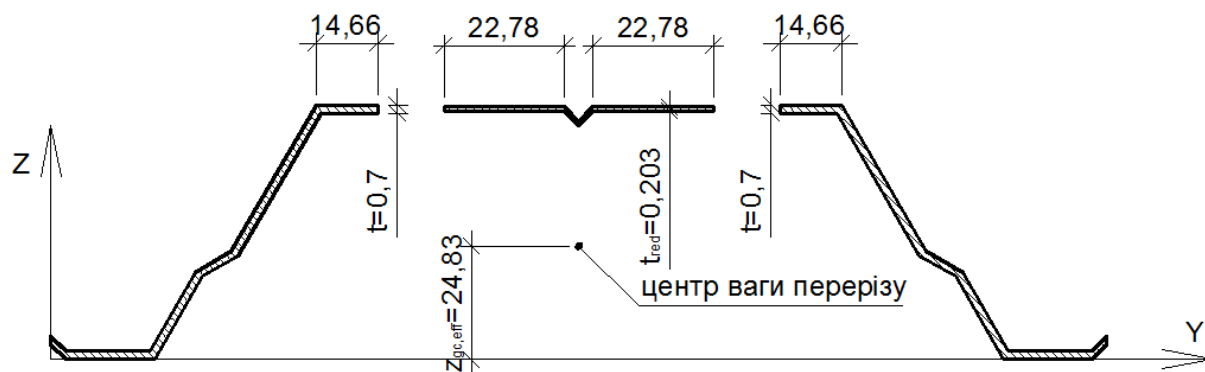


Рисунок 4.35 — Ефективний переріз трапецієвидного профільованого профілю в позиції “позитив”

- момент опору ефективного перерізу розрахункової ділянки відносно головної горизонтальної осі у-у: $W_{y,gr} = 994 \text{ мм}^3$;
- момент опору ефективного перерізу розрахункової ділянки відносно головної вертикальної осі z-z: $W_{z,gr} = 3253 \text{ мм}^3$.

Несуча здатність поперечного перерізу при згині відносно головної вісі профільованого настилу визначається за формулою (6.4) [52]:

$$M_{c,Rd} = W_{eff} f_{yb} / \gamma_{M0} = 994 \cdot 315 / 1 = 2,71 \text{ кНм},$$

Отже, несуча здатність становить $M_{c,Rd} = 2,71 \text{ кНм}$.

Розрахунковий згинальний момент при однопролітній схемі становить $M_{Ed} = 2,21 \cdot 3^2 / 8 = 2,48 \text{ кНм} < M_{c,Rd} = 2,71 \text{ кНм}$. Отже, міцність настилу забезпечена.

Для даного рівня навантажень підбираємо переріз прогонів при:

- кроку прогонів: 3000 мм;
- прольоті прогонів: 6000 мм;

- граничному розрахунковому навантаженні $2,21 \text{ кН/м}^2$.

Згідно каталогу навантажень, підбираємо прогони з перерізом типу «Z» висотою 200 мм із шириною полицок 68 та 60 мм, товщиною 3,0 мм зі сталі марки S350GD+Z. Максимально допустиме навантаження на такі прогони за багатопролітною (нерозрізною) схемою становить $2,40 \text{ кН/м}^2 < 2,21 \text{ кН/м}^2$. Нерозрізність прогонів досягається заведенням прогонів за опору та з'єднанням болтами.

4.3. Висновки

1. Проаналізовано особливості розрахунку несучої здатності сталевих профільованих настилів згідно норм Єврокод.
2. Проведено розрахунок ефективних геометричних характеристик та несучої здатності сталевих профлістів.
3. Дані, отримані в даному розділі, використовуватимуться для визначення вартості улаштування перекриття даного типу та визначення економічної ефективності його застосування.

РОЗДІЛ 5

ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ ТА ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО КОНСТРУКТИВНОГО ВИРІШЕННЯ ПОКРИТТЯ

У даному розділі в рамках варіантного проектування покриття будівлі цеху розглядається порівнюється вартість зведення покрівлі із використанням у якості несучих елементів покрівлі легких сталевих тонкостінних прогонів та сталевого профільованого настилу або залізобетонних ребристих плит. Для виконання порівняння виконано розрахунок вартості конструкцій та їх монтажу для обох варіантів. Розрахунки виконувались шляхом складання зведених кошторисів на роботи за допомогою програмного комплексу АВК 2.11.6.

5.1. Зведений кошторисний розрахунок вартості улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із ребристих залізобетонних плит

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із ребристих залізобетонних плит

Будівництво розташоване на території Полтавської області.

Кошторисна документація складена із застосуванням:

- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН) (ДБН Д.2.2-99);
- Збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції (ЗЄКЦ-97) (ДБН IV-4-97);
- Каталогу поштучних виробів, конструкцій, типових вузлів і деталей;

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації та за усередненими даними Держбуду України.

Загальновиборничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників Додатка 3 до ДБН Д.1.1-1-2000.

При складанні розрахунків інших витрат прийняті такі нарахування:

1. Усереднений показник для визначення розміру кошторисного прибутку, ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18	2,71	грн./люд.-г
2. Усереднений показник для визначення розміру адміністративних витрат, ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18.4	1,23	грн./люд.-г
Загальна кошторисна трудомісткість	4,973	тис.люд.-г
Нормативна трудомісткість робіт, яка передбачається у прямих витратах	4,439	тис.люд.-г
Загальна кошторисна заробітна плата	100,526	тис.грн.
Середньомісячна заробітна плата на 1 робітника в режимі повної зайнятості:		
Заробітна плата для будівельних, монтажних і ремонтних робіт при середньомісячній нормі тривалості робочого часу 166,75 люд.-г та розряді робіт 3,8	3400,00	грн.
Заробітна плата машиністів, зайнятих на керуванні та обслуговуванні будівельних машин та механізмів, для будівельних, монтажних і ремонтних робіт при середньомісячній нормі тривалості робочого часу 166,75 люд.-г та розряді робіт 3,8	2643,00	грн.
Всього за зведеним кошторисним розрахунком:	1110,318	тис.грн.
у тому числі:		
будівельно-монтажні роботи -	864,915	тис.грн.
вартість устаткування -	-	тис.грн.
інші витрати -	60,350	тис.грн.
податок на додану вартість -	185,053	тис.грн.

Примітка:

1. Дані про структуру кошторисної вартості будівництва наведені у документі "Підсумкові вартісні параметри".

Склав :

Кузьменко

Перевірив :

Скляренко

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ БУДІВНИЦТВА

Улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із ребристих залізобетонних плит

Складений в поточних цінах станом на

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Інші витрати, тис.грн.	Загальна кошторисна вартість, тис.грн.
			будівельних робіт	монтажних робіт	устаткування, меблів та інвентарю		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2-1	Глава 2. Основні об'єкти будівництва Одноповерхова промислова будівля молочного цеху в с. Супрунівка	851,438	-	-	-	851,438

		Разом по главі 2:	851,438	-	-	-	851,438
		Разом по главах 1-7:	851,438	-	-	-	851,438
		Разом по главах 1-8:	851,438	-	-	-	851,438
2	Розрахунок N П-929	Глава 9. Інші роботи та витрати Витрати, пов'язані з відрядженням працівників підрядних організацій на будови	-	-	-	54,233	54,233

		Разом по главі 9:	-	-	-	54,233	54,233
		Разом по главах 1-9:	851,438	-	-	54,233	905,671
		Разом по главах 1-12:	851,438	-	-	54,233	905,671
		Кошторисний прибуток	13,477	-	-	-	13,477
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій	-	-	-	6,117	6,117
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18.4	Разом	864,915	-	-	60,350	925,265
		Разом крім ПДВ	864,915	-	-	60,350	925,265
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.22	Податок на додану вартість (ПДВ) (20 %)	-	-	-	185,053	185,053
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	864,915	-	-	245,403	1110,318

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ БУДІВНИЦТВА

Улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із ребристих залізобетонних плит

Складений в поточних цінах станом на

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Інші витрати, тис.грн.	Загальна кошторисна вартість, тис.грн.
			будівельних робіт	монтажних робіт	устаткування, меблів та інвентарю		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2-1	Глава 2. Основні об'єкти будівництва Одноповерхова промислова будівля молочного цеху в с. Супрунівка	851,438	-	-	-	851,438

		Разом по главі 2:	851,438	-	-	-	851,438
		Разом по главах 1-7:	851,438	-	-	-	851,438
		Разом по главах 1-8:	851,438	-	-	-	851,438
2	Розрахунок N П-929	Глава 9. Інші роботи та витрати Витрати, пов'язані з відрядженням працівників підрядних організацій на будови	-	-	-	54,233	54,233

		Разом по главі 9:	-	-	-	54,233	54,233
		Разом по главах 1-9:	851,438	-	-	54,233	905,671
		Разом по главах 1-12:	851,438	-	-	54,233	905,671
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18	Кошторисний прибуток	13,477	-	-	-	13,477
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18.4	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій	-	-	-	6,117	6,117
		Разом	864,915	-	-	60,350	925,265
		Разом крім ПДВ	864,915	-	-	60,350	925,265
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.22	Податок на додану вартість (ПДВ) (20 %)	-	-	-	185,053	185,053
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	864,915	-	-	245,403	1110,318

Улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із ребристих залізобетонних плит

ПІДСУМКОВІ ВАРТІСНІ ПАРАМЕТРИ

П114	Всього по зведеному кошторисному розрахунку з урахуванням витрат за підсумком, тис. грн. - 1110,318
П14	Всього по зведеному кошторисному розрахунку, тис. грн. - 1110,318
П17	Разом за відрахуванням зворотних сум, тис. грн. - 1110,318
П13	Вартість будівництва без урахування ПДВ, тис.грн. - 925,265
П9	Вартість будівництва з урахуванням кошторисного прибутку, адміністративних витрат, ризику та інфляції, тис.грн. - 925,265
П12	Вартість будівництва без урахування ПДВ, єдиного податку та вартості устаткування поставки замовника (вартість матеріалів поставки замовника і вартість матеріалів, що повертаються, - у тому числі), тис.грн. - 925,265
П8	Разом по главах 1-12, тис.грн. - 905,671
П711	Разом по главах 1-12, будівельні роботи, тис.грн. - 851,438
П712	Разом по главах 1-12, монтажні роботи, тис.грн. - 0
П713	Разом по главах 1-9, устаткування, тис.грн. - 0
П7	Разом по главах 1-12, інші витрати, тис.грн. - 54,233
П10	Будівельні роботи з урахуванням кошторисного прибутку, тис.грн. - 864,915
П11	Монтажні роботи з урахуванням кошторисного прибутку, тис.грн. - 0
П6	Інші витрати по главах 1-9, тис.грн. - 54,233
П5	Будівельно-монтажні роботи по главах 1-9, тис.грн. - 851,438
П4	Будівельно-монтажні роботи по главах 1-8, тис.грн. - 851,438
П23	Будівельні роботи по главах 1-9, тис.грн. - 851,438
П22	Будівельні роботи по главах 1-8, тис.грн. - 851,438
П1-7С	Будівельні роботи по главах 1-7, тис.грн. - 851,438
П1-7М	Монтажні роботи по главах 1-7, тис.грн. - 0
П1	Будівельні роботи по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 851,438
П2	Монтажні роботи по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П3	Вартість устаткування по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П234	Вартість устаткування поставки підрядника (із ПВР), тис. грн. - 0
П21	Прямі витрати по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 781,86
П27	Вартість експлуатації машин по об'єктах глав 1-9 (без урахування сезонних подорожчань), тис.грн. - 32,799
П58	Вартість експлуатації машин по об'єктах глав 8-9 (без урахування сезонних подорожчань), тис.грн. - 0
П24	Амортизаційні відрахування на повне відновлення машин, тис.грн. - 0,945
П41	Вартість експлуатації машин у монтажних роботах по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П62	Вартість експлуатації машин поставки замовника, тис.грн. - 0
П62Б	Амортизаційні відрахування в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П206	Частини, що швидко зношуються, в експлуатації машин і механізмів, тис. грн. - 2,72828
П62В	Частини, що швидко зношуються, в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П207	Енергоносії та гідравл. рідина в експлуатації машин і механізмів, тис. грн. - 9,77769
П62Г	Енергоносії та гідравл. рідина в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П209	Мастильні матеріали в експлуатації машин і механізмів, тис. грн. - 0,68238

П62Д	Мастильні матеріали в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П208	Ремонт і податки в експлуатації машин і механізмів, тис. грн. - 4,56721
П62Е	Ремонт і податки в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П210	Перебазування в експлуатації машин і механізмів, тис. грн. - 1,5022
П62Ж	Перебазування в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П211	Інші витрати в експлуатації машин і механізмів, тис. грн. - 0
П62И	Інші витрати в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П752	Заробітна плата робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 7,398
П62А	Заробітна плата в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П72	Загальна кошторисна заробітна плата, тис.грн. - 100,526
П30	Заробітна плата робітників-будівельників і монтажників по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 75,897
П51	Заробітна плата робітників-будівельників і робітників-монтажників по главах 8-9, тис.грн. - 0
П52	Заробітна плата робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, по главах 8-9, тис.грн. - 0
П43	Заробітна плата робітників-монтажників по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П32	Зарплата робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, у вартості буд.-монт. робіт по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 7,398
П44	Зарплата робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, у вартості монтажних робіт по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П730	Заробітна плата в прямих витратах по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 83,295
П751	Заробітна плата в прямих витратах по главах 8-9, тис.грн. - 0
П35	Зарплата працівників, що передбачається в загальновиробничих витратах по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 17,231
П42С	Зарплата працівників, що передбачається в загальновиробничих витратах у будівельних роботах по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 17,231
П45	Зарплата працівників, що передбачається в загальновиробничих витратах у монтажних роботах по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П11В	Розрахункова кошторисна заробітна плата у коштах на зведення та розбирання титульних тимчасових будівель і споруд, тис.грн. - 0
П11Г	Розрахункова кошторисна заробітна плата у додаткових витратах при виконанні робіт у зимовий період, тис.грн. - 0
П11Д	Розрахункова кошторисна заробітна плата у додаткових витратах при виконанні робіт у літній період, тис.грн. - 0
П29В	Заробітна плата в прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П30С	Заробітна плата в прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у будівельних роботах, тис.грн. - 0
П30М	Заробітна плата в прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у монтажних роботах, тис.грн. - 0
П30П	Заробітна плата в прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у інших роботах, тис.грн. - 0
П49В	Заробітна плата в прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 8-9, тис.грн. - 0
П29Д	Заробітна плата в прямих витратах при перевезенні ґрунту і будівельного сміття по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П49Д	Заробітна плата в прямих витратах при перевезенні ґрунту і будівельного сміття по об'єктах глав 8-9, тис.грн. - 0
П11А	Усереднена вартість людино-години в загальновиробничих витратах, грн./люд.-год. - 32,27
П11Б	Усереднена вартість людино-години за розрядом робіт, що виконуються, 3,8, грн./люд.-год. - 20,39
П28	Вартість матеріалів по об'єктах глав 1-9 (без урахування сезонних подорожчань), тис.грн. - 673,164
П54	Вартість матеріалів по об'єктах глав 8-9 (без урахування сезонних подорожчань), тис.грн. - 0
П29	Транспортні витрати у вартості матеріалів по об'єктах глав 1-7, тис.грн. - 19,146
П49	Транспортна складова в загальній вартості матеріалів, тис. грн. - 19,1455
П29А	Вартість перевезення будівельних вантажів власними силами по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П49А	Вартість перевезення будівельних вантажів власними силами по об'єктах глав 8-9, тис.грн. - 0
П499	Заготівельно-складські витрати в загальній вартості матеріалів, тис. грн. - 10,74133

- П26 Вартість матеріалів поставки замовника, тис.грн. - 0
- П39 Вартість матеріалів у монтажних роботах по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
- П25 Зворотні суми, тис.грн. - 0
- П774П Прибуток, тис.грн. - 13,477
- П771П Прибуток - будівельні роботи, тис.грн. - 13,477
- П772П Прибуток - монтажні роботи, тис.грн. - 0
- П774А Адміністративні витрати, тис.грн. - 6,117
- П131Р Ризики усіх учасників будівництва - будівельні роботи, тис.грн. - 0
- П132Р Ризики усіх учасників будівництва - монтажні роботи, тис.грн. - 0
- П133Р Ризики усіх учасників будівництва - устаткування, тис.грн. - 0
- П134Р Ризики усіх учасників будівництва - інші витрати, тис.грн. - 0
- П451И Інфляція - будівельні роботи, тис.грн. - 0
- П452И Інфляція - монтажні роботи, тис.грн. - 0
- П453И Інфляція - устаткування, тис.грн. - 0
- П454И Інфляція - інші витрати, тис.грн. - 0
- П1415 Податки, збори, обов'язкові платежі (крім ПДВ), тис.грн. - 0
- П154Н Податок на додану вартість, тис.грн. - 185,053
- П774 Загальновиробничі витрати - усього, тис.грн. - 69,578
- П34 Загальновиробничі витрати у вартості будівельно-монтажних робіт по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 69,578
- П53 Загальновиробничі витрати у вартості будівельно-монтажних робіт по главах 8-9, тис.грн. - 0
- П42 Загальновиробничі витрати у вартості монтажних робіт по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
- П73 Загальна кошторисна трудомісткість, тис.люд.-год. - 4,973
- П731 Витрати труда в прямих витратах по об'єктах глав 1-7 та інших об'єктах (П98) глави 9, тис.люд.-год. - 4,439
- П731Д Загальна кошторисна трудомісткість за підсумком глав 1-7, тис.люд.-год. - 4,973
- П731Е Загальна кошторисна трудомісткість за підсумком глав 1-8, тис.люд.-год. - 4,973
- П755 Витрати труда в прямих витратах по главах 8-9, тис.люд.-год. - 0
- П736 Витрати труда працівників, що передбачаються в загальновиробничих витратах по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-год. - 0,534
- П31 Витрати труда робітників-будівельників і робітників-монтажників по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-год. - 3,91
- П46 Витрати труда робітників-монтажників по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-год. - 0
- П260 Трудовитрати в експлуатації машин, тис.люд.-год. - 0,529
- П62К Трудовитрати замовника в експлуатації машин і механізмів, тис.люд.-год. - 0
- П33 Витрати труда робітників підрядника, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, у вартості б.м.р. по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-год. - 0,529
- П47 Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслугов. машин, у вартості монтажних робіт по об'єктах гл. 1-9, тис.люд.-год. - 0
- П55 Витрати труда робітників-будівельників і робітників-монтажників по главах 8-9, тис.люд.-год. - 0
- П56 Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслугов. машин, по гл. 8-9 у вартості будівельно-монтажних робіт, тис.люд.-год. - 0
- П36 Витрати труда працівників, що передбачаються в загальновиробничих витратах буд.-монт. робіт по об'єктах гл. 1-9, тис.люд.-год. - 0,534
- П48 Витрати труда працівників, що передбачаються в загальновиробничих витратах по монт. роботах по об'єктах гл. 1-9, тис.люд.-год. - 0
- П57 Витрати труда працівників, що передбачаються в загальновиробничих витратах по главах 8-9, тис.люд.-год. - 0
- П11Е Розрахункова кошторисна трудомісткість у коштах на зведення та розбирання титульних тимчасових будівель і споруд, тис.люд.-год. - 0
- П11И Розрахункова кошторисна трудомісткість у додаткових витратах при виконанні робіт у зимовий період, тис.люд.-год. - 0

- П11К Розрахункова кошторисна трудомісткість у додаткових витратах при виконанні робіт у літній період, тис.люд.-год. - 0
- СС986 Трудовитрати об'єктних кошторисів на інші витрати 9-ї глави, тис.люд.-год. - 0
- П11Л Трудовитрати, що задані в решті інших будівельних і монтажних роботах, тис.люд.-год. - 0
- П10А Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: земляні роботи, тис.люд.-год. - 0
- П10Б Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: фундаменти стрічкові, тис.люд.-год. - 0
- П10В Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: фундаменти пальові, тис.люд.-год. - 0
- П10Т Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: загальнобудівельні роботи (крім оздоблювальних), тис.люд.-год. - 0
- П10Д Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: оздоблювальні роботи (крім робіт з облицювання), тис.люд.-год. - 0
- П10Е Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: роботи з облицювання природними матеріалами, тис.люд.-год. - 0
- П10И Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: внутрішні сантехнічні роботи, тис.люд.-год. - 0
- П10К Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: електроосвітлення будівель і електромонтажні роботи, тис.люд.-год. - 0
- П10Л Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: монтаж ліфтів, тис.люд.-год. - 0
- П10М Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: монтаж технологічного та іншого устаткування, тис.люд.-год. - 0
- П10П Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: пускалагоджувальні роботи, тис.люд.-год. - 0
- П10Р Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: вентиляція та кондиціонування повітря, тис.люд.-год. - 0
- П10С Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: реставраційно-відновлювальні роботи, тис.люд.-год. - 0
- П10Ш Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: електромонтажні та слабкострумові р-ти промпідприємств, тис.люд.-год. - 0
- П10Ж Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: електромонтажні роботи на складних будівлях, тис.люд.-год. - 0
- П29Б Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-год. - 0
- П31С Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у будівельних роботах, тис.люд.-год. - 0
- П31М Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у монтажних роботах, тис.люд.-год. - 0
- П31П Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у інших роботах, тис.люд.-год. - 0
- П49Б Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 8-9, тис.люд.-год. - 0
- П29Г Трудомісткість у прямих витратах при перевезенні ґрунту і будівельного сміття по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-год. - 0
- П49Г Трудомісткість у прямих витратах при перевезенні ґрунту і будівельного сміття по об'єктах глав 8-9, тис.люд.-год. - 0
- П37 Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками і робітниками-монтажниками, розряд - 3,4
- П38 Середній розряд робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, розряд - 4,6
- П15 Середньозважений показник для визначення ліміту коштів на тимчасові будівлі і споруди, % - 0
- П16 Середньозважений показник для визначення ліміту коштів на зимове подорожчання, % - 0
- П19 Середньозважений показник розміру коштів на покриття ризику, % - 0
- П300 Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, тис. грн. - 40,231
- П301 Підсумок графи 10 таблиці розрахунку загальноовиробничих витрат, тис. грн. - 38,72
- П302 Кошти на оплату перших п'яти днів непрацездатності внаслідок захворювання або травм, тис. грн. - 1,044
- П303 Внесок до Пенсійного фонду від допомоги у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та витратами, зумовленими похованням, тис. грн. - 0,467
- П304 Кошти на покриття решти статей загальноовиробничих витрат (блок III ЗВВ), тис. грн. - 12,116
- П305 Додатковий податковий збір для відрахувань за другим блоком загальноовиробничих витрат на обов'язкове державне пенсійне страхування, пов'язаний з доставкою та виплатою пільгової пенсії, тис. грн. - 0

КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК, № П-929

Витрати, пов'язані з відрядженням працівників підрядних організацій на будови**1. Вихідні дані**

- п1.1 Частка трудовитрат у відсотках від сумарних трудовитрат, що виконуються робітниками, які знаходяться у відрядженні (питома вага відряджених робітників), %
70=70;
- п1.2 Кількість проїздів за місяць на одного відрядженого
2=2;
- п1.3 Норматив добових на 1 людину, грн.
30=30;
- п1.4 Витрати з найму житла на 1 людину на добу, грн.
50,00=50;
- п1.5 Загальна вартість проїзду в один кінець на 1 людину, грн.
40,00=40;
- п1.6 Загальна кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.
П73=4,973;
- п1.7 Кількість календарних днів у період будівництва
334=334;
- п1.8 Кількість робочих днів у період будівництва
230=230;
- п1.9 Термін будівництва об'єкту згідно з ПОБ, місяців
11=11;
- п1.10 Тривалість робочої зміни, годин
8=8;
- п1.11 Термін перебування у дорозі до місця роботи і назад, днів
1=1;
- п1.12 Частка трудовитрат, що виконуються працівниками, чий труд урахований у складі ЗВВ і які знаходяться у відрядженні, в процентах від загальних трудовитрат ЗВВ (питома вага відряджених ІТР), %
100=100;
- п1.13 Витрати труда працівників, що передбачаються в загальнопромислових витратах по об'єктах глав 1-9, тис. люд.-год.
П736=0,534;

2. Розрахунок

- п2.1 Кількість днів перебування відрядженого працівника у дорозі до місця роботи і назад, днів
 $p1.1 \times p1.2 \times p1.9 = 1 \times 2 \times 11 = 22$;
- п2.2 Кількість днів проживання відрядженого працівника у готелі, днів
 $p1.7 - p2.1 = 334 - 22 = 312$;
- п2.3 Нормативна трудомісткість (у людино-днях) робіт, що підлягають виконанню відрядженими працівниками, люд.-днів
 $0,01 \times (p1.1 \times (p1.6 - p1.13) + p1.12 \times p1.13) \times 1000 : p1.10 = 0,01 \times (70 \times (4,973 - 0,534) + 100 \times 0,534) \times 1000 : 8 = 455,16$;
- п2.4 Середня розрахункова кількість працівників, щодня відряджених на будівництво протягом усього періоду будівництва, люд.
 $p2.3 : p1.8 = 455,16 : 230 = 1,98$;
- п2.5 Вартість готельних послуг, грн.
 $p1.4 \times p2.2 \times p2.4 = 50 \times 312 \times 1,98 = 30888$;

- п2.6 Витрати на виплату добових відрядженим працівникам, грн.
 $p1.3 \times \text{Ц} (p1.7 \times p2.4 + 0,99) = 30 \times \text{Ц} (334 \times 1,98 + 0,99) = 19860$;
- п2.7 Вартість проїзду відряджених працівників до місця роботи і назад, грн.
 $p1.5 \times p2.4 \times p1.9 \times p1.2 \times 2 = 40 \times 1,98 \times 11 \times 2 \times 2 = 3484,8$;
- п2.8 Витрати, пов'язані з відрядженням працівників підрядних організацій на будови
інші витрати
 $(p2.5 + p2.6 + p2.7) : 1000 = (30888 + 19860 + 3484,8) : 1000 = 54,2328$;

Склав _____ Кузьменко

Перевірив _____ Скляренко

КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК № П130

Кошторисний прибуток

1. Вихідні дані

- п.1.1. Показник розміру кошторисного прибутку, грн./люд.-г:
ПКТ = 2,71;
- п.1.2. Загальна кошторисна трудомісткість, тис.люд.-г:
П73 = 4,973;
- п.1.3. Витрати труда робітників-будівельників і робітників-монтажників по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-г:
П31 = 3,91;
- п.1.4. Витрати труда робітників-монтажників по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-г:
П46 = 0;
- п.1.5. Витрати труда робітників підрядника, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, у вартості б.м.р. по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-г:
П33 = 0,529;
- п.1.6. Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслугов. машин, у вартості монтажних робіт по об'єктах гл. 1-9, тис.люд.-г:
П47 = 0;
- п.1.7. Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у будівельних роботах, тис.люд.-г:
П31С = 0;
- п.1.8. Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у монтажних роботах, тис.люд.-г:
П31М = 0;

2. Розрахунок

- п.2.1. Сумарний розмір кошторисного прибутку:
= п.1.1 X п.1.2 X ИНП130 = 2,71 X 4,973 X 1 = 13,477;
- п.2.2. Трудомісткість будівельних робіт у прямих витратах об'єктів глав 1-9:
= (п.1.3-п.1.4) + (п.1.5-п.1.6) + п.1.7 = (3,91-0) + (0,529-0) + 0 = 4,439;
- п.2.3. Трудомісткість монтажних робіт у прямих витратах об'єктів глав 1-9:
= п.1.4 + п.1.6 + п.1.8 = 0 + 0 + 0 = 0;
- п.2.4. Сумарна трудомісткість будівельних і монтажних робіт у прямих витратах об'єктів глав 1-9:
= п.2.2 + п.2.3 = 4,439 + 0 = 4,439;

- п.2.5. Кошторисний прибуток для будівельних робіт:
= п.2.1 X п.2.2 : п.2.4 = 13,477 X 4,439 : 4,439 = 13,477;
п.2.6. Кошторисний прибуток для монтажних робіт:
= п.2.1 X п.2.3 : п.2.4 = 13,477 X 0 : 4,439 = 0;

КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК № П147

Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій

1. Вихідні дані

п1.1. Усереднений показник для визначення розміру адміністративних витрат, грн./люд.-г:

$$A1471 = 1,23;$$

п1.2. Загальна кошторисна трудомісткість, тис.люд.-г:

$$П73 = 4,973;$$

2. Розрахунок

п2.1. Сумарний розмір коштів на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій:

$$п.2.1 = п.1.1 X п.1.2 X ИНП147 = 1,23 X 4,973 X 1 = 6,117$$

Будова - Улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із ребристих залізобетонних плит
Шифр проекту - ДП

Локальний кошторис № 2-1-1
на улаштування покриття
Одноповерхова промислова будівля молочного цеху в с. Супрунівка

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 851,438 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 4,973 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 100,526 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт і витрат, одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
				всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
									тих, що обслуговують машини	
				заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Перелік нарахувань:								
		Коефіцієнт для урахування впливу умов виконання будівельних робіт=1,2								
1	E7-13-10	Укладання в одноповерхових будівлях і спорудах плит покриття довжиною до 6 м, площею до 20 м ² , при масі кроквяних і підкроквяних конструкцій до 20 т, при висоті будівель до 15 м 100шт	0,64	<u>39164,73</u> 9455,93	<u>16534,31</u> 3604,73	25065	6052	<u>10582</u> 2307	<u>480,24</u> 256,70	<u>307</u> 164
2	K584111-5 варіант 1	Плити покриття ребристі залізобетонні з попереднім напруженням арматури шт	64	<u>4008,71</u> --	- -	256557	-	- -	- -	- -
3	E12-22-1	Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних товщиною 15 мм 100шт	11,52	<u>2482,93</u> 769,80	<u>598,79</u> 135,38	28603	8868	<u>6898</u> 1560	<u>46,07</u> 9,74	<u>531</u> 112
4	E12-22-2	Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних на кожний 1 мм зміни товщини 100м ²	57,6	<u>78,94</u> 2,81	<u>7,70</u> 1,76	4547	162	<u>444</u> 101	<u>0,17</u> 0,13	<u>10</u> 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	E12-20-1	Улаштування пароізоляції обклеювальної в один шар 100м2	11,52	<u>3294,04</u> 599,22	<u>46,28</u> 10,52	37947	6903	<u>533</u> 121	<u>29,39</u> 0,74	<u>339</u> 8
6	E12-18-3	Утеплення покриттів плитами з мінеральної вати або перліту на бітумній мастиці в один шар 100м2	11,52	<u>3214,77</u> 1576,98	<u>166,74</u> 39,37	37034	18167	<u>1921</u> 454	<u>76,40</u> 2,83	<u>880</u> 33
7	E12-18-4	Утеплення покриттів плитами з мінеральної вати або перліту на бітумній мастиці на кожний наступний шар 100м2	11,52	<u>2389,26</u> 1221,06	<u>166,74</u> 39,37	27524	14067	<u>1921</u> 454	<u>59,16</u> 2,83	<u>682</u> 33
8	C114-39-У варіант 1	Мати мінераловатні будівельні, товщина 100 мм м3	237,312	<u>940,48</u> --	- -	223188	-	- -	- -	- -
9	E12-22-1	Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних товщиною 15 мм 100м2	11,52	<u>2482,93</u> 769,80	<u>598,79</u> 135,38	28603	8868	<u>6898</u> 1560	<u>46,07</u> 9,74	<u>531</u> 112
10	E12-22-2	Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних на кожний 1 мм зміни товщини 100м2	57,6	<u>78,94</u> 2,81	<u>7,70</u> 1,76	4547	162	<u>444</u> 101	<u>0,17</u> 0,13	<u>10</u> 7
11	E12-1-4	Улаштування покрівель скатних із наплавлюваних матеріалів у три шари із захисним шаром гравію або щебеню на бітумній мастиці 100м2	11,52	<u>3423,99</u> 1097,88	<u>274,13</u> 64,24	39444	12648	<u>3158</u> 740	<u>53,84</u> 4,61	<u>620</u> 53
12	C111-860 варіант 1	Руберойд наплавлюваний м2	2649,6	<u>20,32</u> --	- -	53829	-	- -	- -	- -
13	C111-852 варіант 1	Руберойд покрівельний з крупнозернистою засипкою м2	1324,8	<u>11,30</u> --	- -	14972	-	- -	- -	- -
Разом прями витрати по кошторису, грн.						781860	75897	<u>32799</u> 7398		<u>3910</u> 529
в тому числі:										
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.						673164				
всього заробітна плата, грн.						83295				
Загальновиробничі витрати, грн.						69578				
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год.						534				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.						17231				
Прями витрати будівельних робіт , грн.						781860				
в тому числі:										
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.						673164				
заробітна плата робітників, не зайнятих обслуговуванням машин, грн.						75897				
заробітна плата в експлуатації машин, грн.						7398				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.-год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього кошторисна вартість будівельних робіт , грн. кошторисна трудоємність, люд.-год. кошторисна заробітна плата, грн.				69578 534 17231 851438 4973 100526				
		----- Всього по кошторису, грн.				851438				
		Кошторисна трудоємність, люд.-год. Кошторисна заробітна плата, грн.				4973 100526				

Склав _____

Перевірив _____

Будова: Улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із ребристих залізобетонних плит
Одноповерхова промислова будівля молочного цеху в с. Супрунівка

**Підсумкова відомість ресурсів до локального кошторису № 2-1-1
на улаштування покриття**

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	в тому числі:			Обґрунтування ціни
						відпускна ціна, грн.	транс-портна складова, грн.	заготівельно-складські витрати, грн.	
1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
		I. Витрати труда							
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд-год	3910	19,42				
2		Середній розряд робіт, що виконуються	розряд	3,4					
3		робітниками-будівельниками							
3		Витрати труда робітників, зайнятих	люд-год	529	13,96				
4		керуванням та обслуговуванням машин							
4		Середній розряд ланки робітників, зайнятих	розряд	4,6					
5		керуванням та обслуговуванням машин							
5		Витрати труда робітників, заробітна плата							
		яких враховується в складі:							

5.1		загальноновиробничих витрат	люд-год	534	32,35				
		Разом кошторисна трудоміскість	люд-год	4973					
		Середній розряд робіт	розряд	3,4					
		<u>II. Будівельні машини і механізми</u>							
6	C200-2	Автомобілі бортові, вантажопідйомність до 5 т	маш-год	100,992	<u>66,01</u> 6666,48				
7	C202-128	Крани баштові, вантажопідйомність 5 т	маш-год	91,10016	<u>73,40</u> 6686,75				
8	C202-1141	Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 10 т	маш-год	58,47552	<u>128,82</u> 7532,82				
9	C202-1245	Крани на гусеничному ході, вантажопідйомність 40 т	маш-год	34,07616	<u>174,03</u> 5930,27				
10	C204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш-год	11,58144	<u>7,42</u> 85,93				
11	C210-1207	Агрегати електронасосні з регулюванням подачі вручну для будівельних розчинів, подача 2 м3/год, напір 150 м	маш-год	100,08576	<u>4,95</u> 495,42				
		Разом по розділу II в тому числі енергоносії:	грн.		27397,67				
		Бензин	кг	310,045					
		Дизельне паливо	кг	512,946					
		Електроенергія	кВт-год	1032,208					
		Мастильні матеріали	кг	52,491					
		Гідралічна рідина	кг	6,432					
		<u>III. Будівельні машини, враховані в складі загальноновиробничих витрат</u>							
12	C200-40	Котел електричний бітумний, місткість 1 м3	маш-год	145,70496					
13	C270-224	Пальник газопламеневий	маш-год	157,3171					
		<u>IV. Будівельні матеріали, вироби і</u>							

		конструкції						
14	C111-78	Бітуми нафтові покрівельні, марка БНК-45/180	т	0,576	<u>3616,64</u> 2083,18	<u>3438,87</u> 1980,79	<u>106,86</u> 61,55	<u>70,91</u> 40,84
15	+C111-322	Гас для технічних цілей, марка КТ-1, КТ-2	т	1,35936	<u>4735,88</u> 6437,77	<u>4550,10</u> 6185,22	<u>92,92</u> 126,31	<u>92,86</u> 126,24
16	C111-594	Мастика бітумна покрівельна гаряча	т	10,34496	<u>3730,73</u> 38594,25	<u>3566,47</u> 36894,99	<u>91,11</u> 942,53	<u>73,15</u> 756,73
17	C111-822	Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення чорний, діаметр 1,6 мм	т	0,01344	<u>8392,69</u> 112,80	<u>8174,84</u> 109,87	<u>53,29</u> 0,72	<u>164,56</u> 2,21
18	C111-852 варіант 1	Руберойд покрівельний з крупнозернистою засипкою	м2	1324,8	<u>9,34</u> 12373,63	<u>8,93</u> 11830,46	<u>0,23</u> 304,70	<u>0,18</u> 238,47
19	C111-856	Руберойд покрівельний з пиловидною засипкою РКП-350Б	м2	1368,576	<u>8,52</u> 11660,27	<u>8,19</u> 11208,64	<u>0,16</u> 218,97	<u>0,17</u> 232,66
20	C111-857	Руберойд підкладний з пиловидною засипкою РПП-300Б	м2	35,968	<u>6,58</u> 236,67	<u>6,33</u> 227,68	<u>0,12</u> 4,32	<u>0,13</u> 4,67
21	C111-860 варіант 1	Руберойд наплавлюваний	м2	2649,6	<u>16,79</u> 44486,78	<u>16,00</u> 42393,60	<u>0,46</u> 1218,82	<u>0,33</u> 874,36
22	C111-1529	Електроди, діаметр 6 мм, марка Э42	т	0,0128	<u>11510,36</u> 147,33	<u>11215,64</u> 143,56	<u>69,03</u> 0,88	<u>225,69</u> 2,89
23	C111-1757	Рядно	м2	38,4	<u>17,62</u> 676,61	<u>17,24</u> 662,02	<u>0,03</u> 1,15	<u>0,35</u> 13,44
24	C112-58	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6, 5 м, ширина 75-150 мм, товщина 32,40 мм, IV сорт	м3	0,27648	<u>1132,12</u> 313,01	<u>1065,34</u> 294,55	<u>44,58</u> 12,33	<u>22,20</u> 6,13
25	C114-39-У варіант 1	Мати мінераловатні будівельні, товщина 100 мм	м3	237,312	<u>777,26</u> 184453,13	<u>755,54</u> 179298,71	<u>6,48</u> 1537,78	<u>15,24</u> 3616,64
26	C121-777	Деталі кріплення рейок, елементи кріплення підвісних стель, трубопроводів, повітроводів, закладні деталі, деталі кріплення стінових панелей, ворот, рам, ґрат тощо масою не більше 50 кг, з перевагою профільного прокату, такі, що складаються з двох та більше деталей, з отворами та без отворів,	т	0,0768	<u>19523,21</u> 1499,38	<u>19306,33</u> 1482,73	<u>71,55</u> 5,50	<u>145,33</u> 11,15

		які з'єднуються на зварюванні						
27	C142-10-2	Вода	м3	88,704	<u>8,24</u> 730,92	<u>8,24</u> 730,92	<u>0,00</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00
28	C1421-9504	Гравій для будівельних робіт, фракція 5[3]-10 мм, марка ДР8	м3	12,096	<u>154,29</u> 1866,29	<u>28,44</u> 344,01	<u>122,82</u> 1485,63	<u>3,03</u> 36,65
29	C1424-11632	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В10 [М150], крупність заповнювача 10 мм і менше	м3	5,44	<u>660,76</u> 3594,53	<u>493,65</u> 2685,46	<u>154,15</u> 838,58	<u>12,96</u> 70,49
30	C1425-11684	Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М150	м3	47,0016	<u>528,25</u> 24828,60	<u>376,58</u> 17699,86	<u>141,31</u> 6641,80	<u>10,36</u> 486,94
31	C1425-11702	Розчин готовий опоряджувальний цементно-вапняковий 1:1:6	м3	0,128	<u>459,20</u> 58,78	<u>308,89</u> 39,54	<u>141,31</u> 18,09	<u>9,00</u> 1,15
32	C1546-66	Пропан-бутан технічний	м3	311,04	<u>10,26</u> 3191,27	<u>8,39</u> 2609,63	<u>1,67</u> 519,44	<u>0,20</u> 62,20
33	+К584111-5 варіант 1	Плити покриття ребристі залізобетонні з попереднім напруженням арматури	шт	64	<u>3312,98</u> 212030,72	<u>3166,67</u> 202666,88	<u>81,35</u> 5206,40	<u>64,96</u> 4157,44
		Енергоносії машин, врахованих в складі загальнопромислових витрат						
34	C1999-9001	Електроенергія	кВт-год	2506,125312	<u>0,896</u> 2245,49	<u>0,896</u> 2245,49		
35	C1999-9005	Мастильні матеріали	кг	32,0550912	<u>13,00</u> 416,72	<u>13,00</u> 416,72		
		Разом	грн.		2662,20	2662,20	-	-
		Разом по розділу IV	грн.		552038,12	522151,32	19145,50	10741,30

Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на
Символ + визначає, що параметри, які впливають на кошторисну ціну ресурсу, змінені користувачем.

Склав
Перевірив

5.2. Зведений кошторисний розрахунок вартості улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із профільованого настилу

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із профільованого настилу

Будівництво розташоване на території Полтавської області.

Кошторисна документація складена із застосуванням:

- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН) (ДБН Д.2.2-99);
- Збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції (ЗЄКЦ-97) (ДБН IV-4-97);

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації та за усередненими даними Держбуду України.

Загальновиробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників Додатка 3 до ДБН Д.1.1-1-2000.

При складанні розрахунків інших витрат прийняті такі нарахування:

1. Усереднений показник для визначення розміру кошторисного прибутку, ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18	2,71	грн./люд.-г
2. Усереднений показник для визначення розміру адміністративних витрат, ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18.4	1,23	грн./люд.-г
Загальна кошторисна трудомісткість	4,293	тис.люд.-г
Нормативна трудомісткість робіт, яка передбачається у прямих витратах	3,858	тис.люд.-г
Загальна кошторисна заробітна плата	87,655	тис.грн.
Середньомісячна заробітна плата на 1 робітника в режимі повної зайнятості:		
Заробітна плата для будівельних, монтажних і ремонтних робіт при середньомісячній нормі тривалості робочого часу 166,75 люд.-г та розряді робіт 3,8	3400,00	грн.
Заробітна плата машиністів, зайнятих на керуванні та обслуговуванні будівельних машин та механізмів, для будівельних, монтажних і ремонтних робіт при середньомісячній нормі тривалості робочого часу 166,75 люд.-г та розряді робіт 3,8	2643,00	грн.
Всього за зведеним кошторисним розрахунком:	908,458	тис.грн.
у тому числі:		
будівельно-монтажні роботи -	705,216	тис.грн.
вартість устаткування -	-	тис.грн.
інші витрати -	51,832	тис.грн.
податок на додану вартість -	151,410	тис.грн.

Примітка:

1. Дані про структуру кошторисної вартості будівництва наведені у документі "Підсумкові вартісні параметри".

Склав :

Кузьменко

Перевірив :

Склярєнко

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ БУДІВНИЦТВА

Улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із профільованого настилу

Складений в поточних цінах станом на

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Інші витрати, тис.грн.	Загальна кошторисна вартість, тис.грн.
			будівельних робіт	монтажних робіт	устаткування, меблів та інвентарю		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2-1	Глава 2. Основні об'єкти будівництва Одноповерхова промислова будівля молочного цеху в с. Супрунівка	693,582	-	-	-	693,582

		Разом по главі 2:	693,582	-	-	-	693,582
		Разом по главах 1-7:	693,582	-	-	-	693,582
		Разом по главах 1-8:	693,582	-	-	-	693,582
2	Розрахунок N П-929	Глава 9. Інші роботи та витрати Витрати, пов'язані з відрядженням працівників підрядних організацій на будови	-	-	-	46,552	46,552

		Разом по главі 9:	-	-	-	46,552	46,552
		Разом по главах 1-9:	693,582	-	-	46,552	740,134
		Разом по главах 1-12:	693,582	-	-	46,552	740,134
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18	Кошторисний прибуток	11,634	-	-	-	11,634
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18.4	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій	-	-	-	5,280	5,280
		Разом	705,216	-	-	51,832	757,048
		Разом крім ПДВ	705,216	-	-	51,832	757,048
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.22	Податок на додану вартість (ПДВ) (20 %)	-	-	-	151,410	151,410
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	705,216	-	-	203,242	908,458

Улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із профільованого настилу

ПІДСУМКОВІ ВАРТІСНІ ПАРАМЕТРИ

П114	Всього по зведеному кошторисному розрахунку з урахуванням витрат за підсумком, тис. грн. - 908,458
П14	Всього по зведеному кошторисному розрахунку, тис. грн. - 908,458
П17	Разом за відрахуванням зворотних сум, тис. грн. - 908,458
П13	Вартість будівництва без урахування ПДВ, тис.грн. - 757,048
П9	Вартість будівництва з урахуванням кошторисного прибутку, адміністративних витрат, ризику та інфляції, тис.грн. - 757,048
П12	Вартість будівництва без урахування ПДВ, єдиного податку та вартості устаткування поставки замовника (вартість матеріалів поставки замовника і вартість матеріалів, що повертаються, - у тому числі), тис.грн. - 757,048
П8	Разом по главах 1-12, тис.грн. - 740,134
П711	Разом по главах 1-12, будівельні роботи, тис.грн. - 693,582
П712	Разом по главах 1-12, монтажні роботи, тис.грн. - 0
П713	Разом по главах 1-9, устаткування, тис.грн. - 0
П7	Разом по главах 1-12, інші витрати, тис.грн. - 46,552
П10	Будівельні роботи з урахуванням кошторисного прибутку, тис.грн. - 705,216
П11	Монтажні роботи з урахуванням кошторисного прибутку, тис.грн. - 0
П6	Інші витрати по главах 1-9, тис.грн. - 46,552
П5	Будівельно-монтажні роботи по главах 1-9, тис.грн. - 693,582
П4	Будівельно-монтажні роботи по главах 1-8, тис.грн. - 693,582
П23	Будівельні роботи по главах 1-9, тис.грн. - 693,582
П22	Будівельні роботи по главах 1-8, тис.грн. - 693,582
П1-7С	Будівельні роботи по главах 1-7, тис.грн. - 693,582
П1-7М	Монтажні роботи по главах 1-7, тис.грн. - 0
П1	Будівельні роботи по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 693,582
П2	Монтажні роботи по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П3	Вартість устаткування по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П234	Вартість устаткування поставки підрядника (із ПВР), тис. грн. - 0
П21	Прямі витрати по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 634,391
П27	Вартість експлуатації машин по об'єктах глав 1-9 (без урахування сезонних подорожчань), тис.грн. - 26,376
П58	Вартість експлуатації машин по об'єктах глав 8-9 (без урахування сезонних подорожчань), тис.грн. - 0
П24	Амортизаційні відрахування на повне відновлення машин, тис.грн. - 0,797
П41	Вартість експлуатації машин у монтажних роботах по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П62	Вартість експлуатації машин поставки замовника, тис.грн. - 0
П62Б	Амортизаційні відрахування в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П206	Частини, що швидко зношуються, в експлуатації машин і механізмів, тис. грн. - 2,1427
П62В	Частини, що швидко зношуються, в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П207	Енергоносії та гідравл. рідина в експлуатації машин і механізмів, тис. грн. - 7,47871
П62Г	Енергоносії та гідравл. рідина в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П209	Мастильні матеріали в експлуатації машин і механізмів, тис. грн. - 0,51672

П62Д	Мастильні матеріали в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П208	Ремонт і податки в експлуатації машин і механізмів, тис. грн. - 3,87233
П62Е	Ремонт і податки в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П210	Перебазування в експлуатації машин і механізмів, тис. грн. - 1,50381
П62Ж	Перебазування в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П211	Інші витрати в експлуатації машин і механізмів, тис. грн. - 0
П62И	Інші витрати в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П752	Заробітна плата робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 5,878
П62А	Заробітна плата в експлуатації машин і механізмів - витрати замовника, тис.грн. - 0
П72	Загальна кошторисна заробітна плата, тис.грн. - 87,655
П30	Заробітна плата робітників-будівельників і монтажників по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 67,73
П51	Заробітна плата робітників-будівельників і робітників-монтажників по главах 8-9, тис.грн. - 0
П52	Заробітна плата робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, по главах 8-9, тис.грн. - 0
П43	Заробітна плата робітників-монтажників по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П32	Зарплата робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, у вартості буд.-монт. робіт по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 5,878
П44	Зарплата робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, у вартості монтажних робіт по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П730	Заробітна плата в прямих витратах по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 73,608
П751	Заробітна плата в прямих витратах по главах 8-9, тис.грн. - 0
П35	Зарплата працівників, що передбачається в загальновиробничих витратах по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 14,047
П42С	Зарплата працівників, що передбачається в загальновиробничих витратах у будівельних роботах по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 14,047
П45	Зарплата працівників, що передбачається в загальновиробничих витратах у монтажних роботах по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П11В	Розрахункова кошторисна заробітна плата у коштах на зведення та розбирання титульних тимчасових будівель і споруд, тис.грн. - 0
П11Г	Розрахункова кошторисна заробітна плата у додаткових витратах при виконанні робіт у зимовий період, тис.грн. - 0
П11Д	Розрахункова кошторисна заробітна плата у додаткових витратах при виконанні робіт у літній період, тис.грн. - 0
П29В	Заробітна плата в прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П30С	Заробітна плата в прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у будівельних роботах, тис.грн. - 0
П30М	Заробітна плата в прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у монтажних роботах, тис.грн. - 0
П30П	Заробітна плата в прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у інших роботах, тис.грн. - 0
П49В	Заробітна плата в прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 8-9, тис.грн. - 0
П29Д	Заробітна плата в прямих витратах при перевезенні ґрунту і будівельного сміття по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П49Д	Заробітна плата в прямих витратах при перевезенні ґрунту і будівельного сміття по об'єктах глав 8-9, тис.грн. - 0
П11А	Усереднена вартість людино-години в загальновиробничих витратах, грн./люд.-год. - 32,29
П11Б	Усереднена вартість людино-години за розрядом робіт, що виконуються, 3,8, грн./люд.-год. - 20,39
П28	Вартість матеріалів по об'єктах глав 1-9 (без урахування сезонних подорожчань), тис.грн. - 540,285
П54	Вартість матеріалів по об'єктах глав 8-9 (без урахування сезонних подорожчань), тис.грн. - 0
П29	Транспортні витрати у вартості матеріалів по об'єктах глав 1-7, тис.грн. - 10,079
П49	Транспортна складова в загальній вартості матеріалів, тис. грн. - 10,07892
П29А	Вартість перевезення будівельних вантажів власними силами по об'єктах глав 1-9, тис.грн. - 0
П49А	Вартість перевезення будівельних вантажів власними силами по об'єктах глав 8-9, тис.грн. - 0
П499	Заготівельно-складські витрати в загальній вартості матеріалів, тис. грн. - 7,0117

П26	Вартість матеріалів поставки замовника, тис.грн.	- 0
П39	Вартість матеріалів у монтажних роботах по об'єктах глав 1-9, тис.грн.	- 0
П25	Зворотні суми, тис.грн.	- 0
П774П	Прибуток, тис.грн.	- 11,634
П771П	Прибуток - будівельні роботи, тис.грн.	- 11,634
П772П	Прибуток - монтажні роботи, тис.грн.	- 0
П774А	Адміністративні витрати, тис.грн.	- 5,28
П131Р	Ризики усіх учасників будівництва - будівельні роботи, тис.грн.	- 0
П132Р	Ризики усіх учасників будівництва - монтажні роботи, тис.грн.	- 0
П133Р	Ризики усіх учасників будівництва - устаткування, тис.грн.	- 0
П134Р	Ризики усіх учасників будівництва - інші витрати, тис.грн.	- 0
П451И	Інфляція - будівельні роботи, тис.грн.	- 0
П452И	Інфляція - монтажні роботи, тис.грн.	- 0
П453И	Інфляція - устаткування, тис.грн.	- 0
П454И	Інфляція - інші витрати, тис.грн.	- 0
П1415	Податки, збори, обов'язкові платежі (крім ПДВ), тис.грн.	- 0
П154Н	Податок на додану вартість, тис.грн.	- 151,41
П774	Загальновиробничі витрати - усього, тис.грн.	- 59,191
П34	Загальновиробничі витрати у вартості будівельно-монтажних робіт по об'єктах глав 1-9, тис.грн.	- 59,191
П53	Загальновиробничі витрати у вартості будівельно-монтажних робіт по главах 8-9, тис.грн.	- 0
П42	Загальновиробничі витрати у вартості монтажних робіт по об'єктах глав 1-9, тис.грн.	- 0
П73	Загальна кошторисна трудомісткість, тис.люд.-год.	- 4,293
П731	Витрати труда в прямих витратах по об'єктах глав 1-7 та інших об'єктах (П98) глави 9, тис.люд.-год.	- 3,858
П731Д	Загальна кошторисна трудомісткість за підсумком глав 1-7, тис.люд.-год.	- 4,293
П731Е	Загальна кошторисна трудомісткість за підсумком глав 1-8, тис.люд.-год.	- 4,293
П755	Витрати труда в прямих витратах по главах 8-9, тис.люд.-год.	- 0
П736	Витрати труда працівників, що передбачаються в загальновиробничих витратах по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-год.	- 0,435
П31	Витрати труда робітників-будівельників і робітників-монтажників по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-год.	- 3,451
П46	Витрати труда робітників-монтажників по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-год.	- 0
П260	Трудовитрати в експлуатації машин, тис.люд.-год.	- 0,407
П62К	Трудовитрати замовника в експлуатації машин і механізмів, тис.люд.-год.	- 0
П33	Витрати труда робітників підрядника, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, у вартості б.м.р. по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-год.	- 0,407
П47	Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслугов. машин, у вартості монтажних робіт по об'єктах гл. 1-9, тис.люд.-год.	- 0
П55	Витрати труда робітників-будівельників і робітників-монтажників по главах 8-9, тис.люд.-год.	- 0
П56	Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслугов. машин, по гл. 8-9 у вартості будівельно-монтажних робіт, тис.люд.-год.	- 0
П36	Витрати труда працівників, що передбачаються в загальновиробничих витратах буд.-монт. робіт по об'єктах гл. 1-9, тис.люд.-год.	- 0,435
П48	Витрати труда працівників, що передбачаються в загальновиробничих витратах по монт. роботах по об'єктах гл. 1-9, тис.люд.-год.	- 0
П57	Витрати труда працівників, що передбачаються в загальновиробничих витратах по главах 8-9, тис.люд.-год.	- 0
П11Е	Розрахункова кошторисна трудомісткість у коштах на зведення та розбирання титульних тимчасових будівель і споруд, тис.люд.-год.	- 0
П11И	Розрахункова кошторисна трудомісткість у додаткових витратах при виконанні робіт у зимовий період, тис.люд.-год.	- 0

- П11К Розрахункова кошторисна трудомісткість у додаткових витратах при виконанні робіт у літній період, тис.люд.-год. - 0
- СС986 Трудовитрати об'єктних кошторисів на інші витрати 9-ї глави, тис.люд.-год. - 0
- П11Л Трудовитрати, що задані в решті інших будівельних і монтажних роботах, тис.люд.-год. - 0
- П10А Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: земляні роботи, тис.люд.-год. - 0
- П10Б Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: фундаменти стрічкові, тис.люд.-год. - 0
- П10В Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: фундаменти пальові, тис.люд.-год. - 0
- П10Т Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: загальнобудівельні роботи (крім оздоблювальних), тис.люд.-год. - 0
- П10Д Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: оздоблювальні роботи (крім робіт з облицювання), тис.люд.-год. - 0
- П10Е Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: роботи з облицювання природними матеріалами, тис.люд.-год. - 0
- П10И Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: внутрішні сантехнічні роботи, тис.люд.-год. - 0
- П10К Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: електроосвітлення будівель і електромонтажні роботи, тис.люд.-год. - 0
- П10Л Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: монтаж ліфтів, тис.люд.-год. - 0
- П10М Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: монтаж технологічного та іншого устаткування, тис.люд.-год. - 0
- П10П Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: пускалагоджувальні роботи, тис.люд.-год. - 0
- П10Р Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: вентиляція та кондиціонування повітря, тис.люд.-год. - 0
- П10С Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: реставраційно-відновлювальні роботи, тис.люд.-год. - 0
- П10Ш Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: електромонтажні та слабкострумові р-ти промпідприємств, тис.люд.-год. - 0
- П10Ж Нормативна трудомісткість прямих витрат за видом робіт: електромонтажні роботи на складних будівлях, тис.люд.-год. - 0
- П29Б Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-год. - 0
- П31С Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у будівельних роботах, тис.люд.-год. - 0
- П31М Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у монтажних роботах, тис.люд.-год. - 0
- П31П Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у інших роботах, тис.люд.-год. - 0
- П49Б Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 8-9, тис.люд.-год. - 0
- П29Г Трудомісткість у прямих витратах при перевезенні ґрунту і будівельного сміття по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-год. - 0
- П49Г Трудомісткість у прямих витратах при перевезенні ґрунту і будівельного сміття по об'єктах глав 8-9, тис.люд.-год. - 0
- П37 Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками і робітниками-монтажниками, розряд - 3,5
- П38 Середній розряд робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, розряд - 4,9
- П15 Середньозважений показник для визначення ліміту коштів на тимчасові будівлі і споруди, % - 0
- П16 Середньозважений показник для визначення ліміту коштів на зимове подорожчання, % - 0
- П19 Середньозважений показник розміру коштів на покриття ризику, % - 0
- П300 Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, тис. грн. - 35,08
- П301 Підсумок графи 10 таблиці розрахунку загальноовиробничих витрат, тис. грн. - 33,761
- П302 Кошти на оплату перших п'яти днів непрацездатності внаслідок захворювання або травм, тис. грн. - 0,911
- П303 Внесок до Пенсійного фонду від допомоги у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та витратами, зумовленими похованням, тис. грн. - 0,408
- П304 Кошти на покриття решти статей загальноовиробничих витрат (блок III ЗВВ), тис. грн. - 10,064
- П305 Додатковий податковий збір для відрягувань за другим блоком загальноовиробничих витрат на обов'язкове державне пенсійне страхування, пов'язаний з доставкою та виплатою пільгової пенсії, тис. грн. - 0

КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК, № П-929

Витрати, пов'язані з відрядженням працівників підрядних організацій на будови**1. Вихідні дані**

- п1.1 Частка трудовитрат у відсотках від сумарних трудовитрат, що виконуються робітниками, які знаходяться у відрядженні (питома вага відряджених робітників), %
70=70;
- п1.2 Кількість проїздів за місяць на одного відрядженого
2=2;
- п1.3 Норматив добових на 1 людину, грн.
30=30;
- п1.4 Витрати з найму житла на 1 людину на добу, грн.
50,00=50;
- п1.5 Загальна вартість проїзду в один кінець на 1 людину, грн.
40,00=40;
- п1.6 Загальна кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.
П73=4,293;
- п1.7 Кількість календарних днів у період будівництва
334=334;
- п1.8 Кількість робочих днів у період будівництва
230=230;
- п1.9 Термін будівництва об'єкту згідно з ПОБ, місяців
11=11;
- п1.10 Тривалість робочої зміни, годин
8=8;
- п1.11 Термін перебування у дорозі до місця роботи і назад, днів
1=1;
- п1.12 Частка трудовитрат, що виконуються працівниками, чий труд урахований у складі ЗВВ і які знаходяться у відрядженні, в процентах від загальних трудовитрат ЗВВ (питома вага відряджених ІТР), %
100=100;
- п1.13 Витрати труда працівників, що передбачаються в загальнопромислових витратах по об'єктах глав 1-9, тис. люд.-год.
П736=0,435;

2. Розрахунок

- п2.1 Кількість днів перебування відрядженого працівника у дорозі до місця роботи і назад, днів
 $p1.1 \times p1.2 \times p1.9 = 1 \times 2 \times 11 = 22$;
- п2.2 Кількість днів проживання відрядженого працівника у готелі, днів
 $p1.7 - p2.1 = 334 - 22 = 312$;
- п2.3 Нормативна трудомісткість (у людино-днях) робіт, що підлягають виконанню відрядженими працівниками, люд.-днів
 $0,01 \times (p1.1 \times (p1.6 - p1.13) + p1.12 \times p1.13) \times 1000 : p1.10 = 0,01 \times (70 \times (4,293 - 0,435) + 100 \times 0,435) \times 1000 : 8 = 391,95$;
- п2.4 Середня розрахункова кількість працівників, щодня відряджених на будівництво протягом усього періоду будівництва, люд.
 $p2.3 : p1.8 = 391,95 : 230 = 1,7$;
- п2.5 Вартість готельних послуг, грн.
 $p1.4 \times p2.2 \times p2.4 = 50 \times 312 \times 1,7 = 26520$;

- п2.6 Витрати на виплату добових відрядженим працівникам, грн.
 $p1.3 \times \text{Ц}(p1.7 \times p2.4 + 0,99) = 30 \times \text{Ц}(334 \times 1,7 + 0,99) = 17040$;
- п2.7 Вартість проїзду відряджених працівників до місця роботи і назад, грн.
 $p1.5 \times p2.4 \times p1.9 \times p1.2 \times 2 = 40 \times 1,7 \times 11 \times 2 \times 2 = 2992$;
- п2.8 Витрати, пов'язані з відрядженням працівників підрядних організацій на будови
інші витрати
 $(p2.5 + p2.6 + p2.7) : 1000 = (26520 + 17040 + 2992) : 1000 = 46,552$;

Склав _____ Кузьменко

Перевірив _____ Скляренко

КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК № П130

Кошторисний прибуток

1. Вихідні дані

- п.1.1. Показник розміру кошторисного прибутку, грн./люд.-г:
ПКТ = 2,71;
- п.1.2. Загальна кошторисна трудомісткість, тис.люд.-г:
П73 = 4,293;
- п.1.3. Витрати труда робітників-будівельників і робітників-монтажників по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-г:
П31 = 3,451;
- п.1.4. Витрати труда робітників-монтажників по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-г:
П46 = 0;
- п.1.5. Витрати труда робітників підрядника, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин, у вартості б.м.р. по об'єктах глав 1-9, тис.люд.-г:
П33 = 0,407;
- п.1.6. Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслугов. машин, у вартості монтажних робіт по об'єктах гл. 1-9, тис.люд.-г:
П47 = 0;
- п.1.7. Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у будівельних роботах, тис.люд.-г:
П31С = 0;
- п.1.8. Трудомісткість у прямих витратах по транспортуванню будівельних вантажів по об'єктах глав 1-9 у монтажних роботах, тис.люд.-г:
П31М = 0;

2. Розрахунок

- п.2.1. Сумарний розмір кошторисного прибутку:
= п.1.1 X п.1.2 X ИНП130 = 2,71 X 4,293 X 1 = 11,634;
- п.2.2. Трудомісткість будівельних робіт у прямих витратах об'єктів глав 1-9:
= (п.1.3-п.1.4) + (п.1.5-п.1.6) + п.1.7 = (3,451-0) + (0,407-0) + 0 = 3,858;
- п.2.3. Трудомісткість монтажних робіт у прямих витратах об'єктів глав 1-9:
= п.1.4 + п.1.6 + п.1.8 = 0 + 0 + 0 = 0;
- п.2.4. Сумарна трудомісткість будівельних і монтажних робіт у прямих витратах об'єктів глав 1-9:
= п.2.2 + п.2.3 = 3,858 + 0 = 3,858;

- п.2.5. Кошторисний прибуток для будівельних робіт:
= п.2.1 X п.2.2 : п.2.4 = 11,634 X 3,858 : 3,858 = 11,634;
- п.2.6. Кошторисний прибуток для монтажних робіт:
= п.2.1 X п.2.3 : п.2.4 = 11,634 X 0 : 3,858 = 0;

КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК № П147

Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій

1. Вихідні дані

п1.1. Усереднений показник для визначення розміру адміністративних витрат, грн./люд.-г:

$$A1471 = 1,23;$$

п1.2. Загальна кошторисна трудомісткість, тис.люд.-г:

$$П73 = 4,293;$$

2. Розрахунок

п2.1. Сумарний розмір коштів на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій:

$$п.2.1 = п.1.1 X п.1.2 X ИНП147 = 1,23 X 4,293 X 1 = 5,28$$

Будова - Улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із профільованого настилу
Шифр проекту - ДП

Локальний кошторис № 2-1-1
на улаштування покриття
Одноповерхова промислова будівля молочного цеху в с. Супрунівка

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 693,582 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 4,293 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 87,655 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт і витрат, одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
				всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
									тих, що обслуговують машини	
				заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Перелік нарахувань:								
		Коефіцієнт для урахування впливу умов виконання будівельних робіт=1,2								
1	E9-25-1	Монтаж прогонів із кроком ферм до 12 м при висоті будівлі до 25 м	1	1179,04 513,56	596,21 127,54	1179	514	596 128	27,07 8,48	27 8
2	S111-1831 варіант 1	Профілі холодногнути з оцинкованої сталі (прогони - Z200x68/60x3.0)	4,4712	14084,33 --	- -	62974	-	- -	- -	- -
3	E9-42-1	Монтаж покрівельного покриття з профільованого листа при висоті будівлі до 25 м	11,52	2495,67 1154,59	992,88 211,85	28750	13301	11438 2441	60,86 13,96	701 161
4	S111-1807 варіант 1	Профнастил сталевий оцинкований Т57х0.7	9,00864	10865,23 --	- -	97881	-	- -	- -	- -
5	S111-1850 варіант 1	Гвинти самонарізні та болти для кріплення профільованого настилу та прогонів	0,9216	15677,78 --	- -	14449	-	- -	- -	- -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	E12-20-3	Улаштування пароізоляції прокладної в один шар 100м2	0,01	<u>1733,92</u> 259,20	<u>35,52</u> 8,19	17	3	-	<u>13,16</u> 0,60	-
7	E12-18-3	Утеплення покриттів плитами з мінеральної вати або перліту на бітумній мастиці в один шар 100м2	11,52	<u>3214,77</u> 1576,98	<u>166,74</u> 39,37	37034	18167	<u>1921</u> 454	<u>76,40</u> 2,83	<u>880</u> 33
8	E12-18-4	Утеплення покриттів плитами з мінеральної вати або перліту на бітумній мастиці на кожний наступний шар 100м2	11,52	<u>2389,26</u> 1221,06	<u>166,74</u> 39,37	27524	14067	<u>1921</u> 454	<u>59,16</u> 2,83	<u>682</u> 33
9	C114-39-У варіант 1	Мати мінераловатні будівельні, товщина 100 мм м3	237,312	<u>940,48</u> --	-	223188	-	-	-	-
10	E12-22-1	Улаштування вирівнюючих стяжок цементно- піщаних товщиною 15 мм 100м2	11,52	<u>2482,93</u> 769,80	<u>598,79</u> 135,38	28603	8868	<u>6898</u> 1560	<u>46,07</u> 9,74	<u>531</u> 112
11	E12-22-2	Улаштування вирівнюючих стяжок цементно- піщаних на кожний 1 мм зміни товщини 100м2	57,6	<u>78,94</u> 2,81	<u>7,70</u> 1,76	4547	162	<u>444</u> 101	<u>0,17</u> 0,13	<u>10</u> 7
12	E12-1-4	Улаштування покрівель скатних із наплавлюваних матеріалів у три шари із захисним шаром гравію або щебеню на бітумній мастиці 100м2	11,52	<u>3423,99</u> 1097,88	<u>274,13</u> 64,24	39444	12648	<u>3158</u> 740	<u>53,84</u> 4,61	<u>620</u> 53
13	C111-860 варіант 1	Руберойд наплавлюваний м2	2649,6	<u>20,32</u> --	-	53829	-	-	-	-
14	C111-852 варіант 1	Руберойд покрівельний з крупнозернистою засипкою м2	1324,8	<u>11,30</u> --	-	14972	-	-	-	-
Разом прямі витрати по кошторису, грн.						634391	67730	<u>26376</u> 5878		<u>3451</u> 407
в тому числі:										
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.						540285				
всього заробітна плата, грн.						73608				
Загальновиробничі витрати, грн.						59191				
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год.						435				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.						14047				
Прямі витрати будівельних робіт , грн.						634391				
в тому числі:										
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.						540285				
заробітна плата робітників, не зайнятих обслуговуванням машин, грн.						67730				
заробітна плата в експлуатації машин, грн.						5878				
Загальновиробничі витрати, грн.						59191				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		трудоємність в загальнопромислових витратах, люд.-год. заробітна плата в загальнопромислових витратах, грн. Всього кошторисна вартість будівельних робіт, грн. кошторисна трудоємність, люд.-год. кошторисна заробітна плата, грн.				435 14047 693582 4293 87655				
		----- Всього по кошторису, грн.				693582				
		Кошторисна трудоємність, люд.-год. Кошторисна заробітна плата, грн.				4293 87655				

Склав _____

Перевірив _____

Будова: Улаштування покриття одноповерхової промислової будівлі молочного цеху в с. Супрунівка із профільованого настилу
Одноповерхова промислова будівля молочного цеху в с. Супрунівка

**Підсумкова відомість ресурсів до локального кошторису № 2-1-1
на улаштування покриття**

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	в тому числі:			Обґрунтування ціни
						відпускна ціна, грн.	транспортна складова, грн.	заготівельно-складські витрати, грн.	
1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
		I. Витрати труда							
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд-год	3451	19,63				
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	3,5					
3		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд-год	407	14,44				
4		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	4,9					
5		Витрати труда робітників, заробітна плата							

5.1		яких враховується в складі: загальновиборничих витрат	люд-год	435	32,35			
	Разом кошторисна трудоміскість		люд-год	4293				
	Середній розряд робіт		розряд	3,5				
	<u>II. Будівельні машини і механізми</u>							
6	C200-2	Автомобілі бортові, вантажопідйомність до 5 т	маш-год	57,37116	<u>66,01</u> 3787,07			
7	C200-3	Автомобілі бортові, вантажопідйомність до 8 т	маш-год	0,996	<u>73,92</u> 73,62			
8	C202-128	Крани баштові, вантажопідйомність 5 т	маш-год	59,99712	<u>73,40</u> 4403,79			
9	C202-403	Крани козлові при роботі на монтажі технологічного устаткування, вантажопідйомність 32 т	маш-год	0,8472	<u>110,61</u> 93,71			
10	C202-1141	Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 10 т	маш-год	37,60224	<u>128,82</u> 4843,92			
11	C202-1245	Крани на гусеничному ході, вантажопідйомність 40 т	маш-год	49,00512	<u>174,03</u> 8528,36			
12	C204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш-год	4,79424	<u>7,42</u> 35,57			
13	C204-1400	Електричні печі для сушіння зварювальних матеріалів з регулюванням температури у межах 80-500 град.С	маш-год	0,41472	<u>9,02</u> 3,74			
14	C210-1207	Агрегати електронасосні з регулюванням подачі вручну для будівельних розчинів, подача 2 м3/год, напір 150 м	маш-год	50,04288	<u>4,95</u> 247,71			
	Разом по розділу II в тому числі енергоносії:		грн.		22017,49			

		Бензин	кг	176,129				
		Дизельне паливо	кг	471,017				
		Електроенергія	кВт-год	668,421				
		Мастильні матеріали	кг	39,748				
		Гідралічна рідина	кг	4,136				
		<u>III. Будівельні машини, враховані в складі загально виробничих витрат</u>						
15	C200-40	Котел електричний бітумний, місткість 1 м3	маш-год	111,70452				
16	C204-1100	Термопенали з масою завантажувальних електродів не більше 5 кг	маш-год	4,794				
17	C270-106	Апарат для газового зварювання і різання	маш-год	87,624				
18	C270-115	Дрилі електричні	маш-год	53,3606				
19	C270-224	Пальник газопламеневий	маш-год	157,3171				
		<u>IV. Будівельні матеріали, вироби і конструкції</u>						
20	C111-78	Бітуми нафтові покрівельні, марка БНК-45/180	т	0,288	<u>3616,64</u> 1041,59	<u>3438,87</u> 990,39	<u>106,86</u> 30,78	<u>70,91</u> 20,42
21	C111-98	Болти із шестигранною головкою оцинковані, діаметр різьби 12-[14] мм	т	0,00044	<u>15548,38</u> 6,84	<u>15175,69</u> 6,68	<u>67,82</u> 0,03	<u>304,87</u> 0,13
22	C111-179	Цвяхи будівельні з плоскою головкою 1,6x50 мм	т	0,00001	<u>8532,27</u> 0,09	<u>8297,15</u> 0,08	<u>67,82</u> 0,00	<u>167,30</u> 0,01
23	C111-181	Цвяхи будівельні з плоскою головкою 1,8x60 мм	т	0,0002304	<u>7795,29</u> 1,80	<u>7574,62</u> 1,75	<u>67,82</u> 0,02	<u>152,85</u> 0,03
24	C111-309	Канати прядив'яні просочені	т	0,001828	<u>45740,63</u> 83,61	<u>44782,59</u> 81,86	<u>61,16</u> 0,11	<u>896,88</u> 1,64
25	+C111-322	Гас для технічних цілей, марка КТ-1, КТ-2	т	0,66816	<u>4735,88</u> 3164,33	<u>4550,10</u> 3040,19	<u>92,92</u> 62,09	<u>92,86</u> 62,05
26	C111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	36,2796	<u>2,28</u> 82,72	<u>1,12</u> 40,63	<u>1,12</u> 40,63	<u>0,04</u> 1,46

27	C111-594	Мастика бітумна покрівельна гаряча	т	8,08754	<u>3730,73</u> 30172,43	<u>3566,47</u> 28843,97	<u>91,11</u> 736,86	<u>73,15</u> 591,60
28	C111-797	Катанка гарячекатана у мотках, діаметр 6,3-6,5 мм	т	0,00049	<u>6541,48</u> 3,21	<u>6359,93</u> 3,12	<u>53,29</u> 0,03	<u>128,26</u> 0,06
29	C111-852 варіант 1	Руберойд покрівельний з крупнозернистою засипкою	м2	1324,8	<u>9,34</u> 12373,63	<u>8,93</u> 11830,46	<u>0,23</u> 304,70	<u>0,18</u> 238,47
30	C111-856	Руберойд покрівельний з пиловидною засипкою РКП-350Б	м2	51,788	<u>8,52</u> 441,23	<u>8,19</u> 424,14	<u>0,16</u> 8,29	<u>0,17</u> 8,80
31	C111-860 варіант 1	Руберойд наплавлюваний	м2	2649,6	<u>16,79</u> 44486,78	<u>16,00</u> 42393,60	<u>0,46</u> 1218,82	<u>0,33</u> 874,36
32	C111-1019	Швелери N 40 з гарячекатаного прокату із сталі вуглецевої звичайної якості, марка Ст0	т	0,036154	<u>5760,26</u> 208,26	<u>5664,09</u> 204,78	<u>53,29</u> 1,93	<u>42,88</u> 1,55
33	C111-1504	Електроди, діаметр 2 мм, марка Э42	т	0,007427	<u>23572,14</u> 175,07	<u>23040,91</u> 171,12	<u>69,03</u> 0,51	<u>462,20</u> 3,44
34	+C111-1807 варіант 1	Профнастил сталевий оцинкований Т57х0.7	т	9,00864	<u>8979,53</u> 80893,35	<u>8859,39</u> 79811,06	<u>53,29</u> 480,07	<u>66,85</u> 602,22
35	+C111-1831 варіант 1	Профілі холодногнуті з оцинкованої сталі (прогони - Z200х68/60х3.0)	т	4,4712	<u>11639,94</u> 52044,50	<u>11500,00</u> 51418,80	<u>53,29</u> 238,27	<u>86,65</u> 387,43
36	+C111-1850 варіант 1	Гвинти самонарізні та болти для кріплення профільованого настилу та прогонів	т	0,9216	<u>12956,84</u> 11941,02	<u>12635,57</u> 11644,94	<u>67,21</u> 61,94	<u>254,06</u> 234,14
37	C112-23	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6, 5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, I сорт	м3	0,00103	<u>2449,98</u> 2,52	<u>2357,36</u> 2,43	<u>44,58</u> 0,05	<u>48,04</u> 0,04
38	C112-87	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 2-3, 75 м, ширина 75-150 мм, товщина 100,125 мм, I сорт	м3	0,014976	<u>2325,72</u> 34,83	<u>2235,54</u> 33,48	<u>44,58</u> 0,67	<u>45,60</u> 0,68
39	C114-39-У варіант 1	Мати мінераловатні будівельні, товщина 100 мм	м3	237,312	<u>777,26</u> 184453,13	<u>755,54</u> 179298,71	<u>6,48</u> 1537,78	<u>15,24</u> 3616,64
40	C121-756	Окремі конструктивні елементи будівель та споруд [колони, балки, ферми, зв'язки, ригелі, стояки тощо] з перевагою	т	0,12682	<u>17319,35</u> 2196,44	<u>17118,87</u> 2171,02	<u>71,55</u> 9,07	<u>128,93</u> 16,35

		гарячекатаних профілей, середня маса складальної одиниці понад 0,1 до 0,5 т						
41	C142-10-2	Вода	м3	44,352	<u>8,24</u> 365,46	<u>8,24</u> 365,46	<u>0,00</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00
42	C1110-9	Болти для складання з гайками та шайбами, клас міцності 10.9	т	0,007603	<u>22231,81</u> 169,03	<u>21720,98</u> 165,14	<u>74,91</u> 0,57	<u>435,92</u> 3,32
43	C1113-21	Грунтовка ГФ-021 червоно-коричнева	т	0,005724	<u>15070,85</u> 86,27	<u>14661,68</u> 83,92	<u>113,66</u> 0,65	<u>295,51</u> 1,70
44	C1113-156	Розчинник, марка Р-4	т	0,001097	<u>9211,31</u> 10,10	<u>8917,04</u> 9,78	<u>113,66</u> 0,12	<u>180,61</u> 0,20
45	C1421-9504	Гравій для будівельних робіт, фракція 5[3]-10 мм, марка ДР8	м3	12,096	<u>154,29</u> 1866,29	<u>28,44</u> 344,01	<u>122,82</u> 1485,63	<u>3,03</u> 36,65
46	C1425-11684	Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М150	м3	23,5008	<u>528,25</u> 12414,30	<u>376,58</u> 8849,93	<u>141,31</u> 3320,90	<u>10,36</u> 243,47
47	C1537-1	Канат подвійного зв'язання, тип ЛК-Р, без покриття, з дроту марки В, маркірувальна група 1570 Н/мм2 та менше, діаметр 8,3 мм	10м	0,18432	<u>115,67</u> 21,32	<u>110,28</u> 20,33	<u>3,12</u> 0,58	<u>2,27</u> 0,41
48	C1537-97	Канат подвійного зв'язання, тип ТК, оцинкований, з дроту марки В, маркірувальна група 1770 Н/мм2, діаметр 5, 5 мм	10м	0,0187	<u>119,60</u> 2,24	<u>115,54</u> 2,16	<u>1,71</u> 0,03	<u>2,35</u> 0,05
49	C1546-66	Пропан-бутан технічний	м3	322,03256	<u>10,26</u> 3304,05	<u>8,39</u> 2701,85	<u>1,67</u> 537,79	<u>0,20</u> 64,41
		Енергоносії машин, врахованих в складі загальноновиробничих витрат						
50	C1999-9001	Електроенергія	кВт-год	1943,87304	<u>0,896</u> 1741,71	<u>0,896</u> 1741,71		
51	C1999-9005	Мастильні матеріали	кг	24,5749944	<u>13,00</u> 319,47	<u>13,00</u> 319,47		
		Разом	грн.		2061,19	2061,19	-	-

	Разом по розділу IV	грн.	444107,63	427016,98	10078,92	7011,73
--	----------------------------	-------------	------------------	------------------	-----------------	----------------

Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на

Символ + визначає, що параметри, які впливають на кошторисну ціну ресурсу, змінені користувачем.

Склав

Перевірів

5.3. Порівняння варіантів

За результатами розрахунку вартості конструкцій з монтажем за допомогою програмного комплексу, складено таблицю 5.30.

Таблиця 5.30 – Порівняння вартості варіантів конструктивних вирішень покрівлі

Найменування витрат	ВАРІАНТ №1 профнастил			ВАРІАНТ №2 з/б плити		
	Вартість , тис. грн.			Вартість , тис. грн.		
	всього	у тому числі:		всього	у тому числі:	
будівельних робіт		інших витрат	будівельних робіт		інших витрат	
Прямі витрати в т. ч.	781,86	781,86	-	634,391	634,391	-
Заробітна плата	75,897	75,897	-	67,73	67,73	-
Вартість матеріальних ресурсів	673,164	673,164	-	540,285	540,285	-
Вартість експлуатації будівельних машин і механізмів	32,799	32,799	-	26,376	26,376	-
Загальнопромислові витрати	69,578	69,578	-	59,191	59,191	-
Інші супутні витрати	54,233	-	-	46,552	-	-
Разом	905,671	851,438	54,233	740,134	693,582	46,552
Прибуток	13,477	13,477	54,233	11,634	11,634	46,552
Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій	6,117	-	6,117	5,280	-	5,280
Разом (пп. 1-9)	925,264	864,915	60,350	757,048	705,216	51,832
Податки, збори, обов'язкові платежі, встановлені чинним законодавством і не враховані складовими вартості будівництва (крім ПДВ)	-	-	-	-	-	-
Разом вартість робіт крім ПДВ	925,264	864,915	60,350	757,048	705,216	51,832
Податок на додану вартість (20 %)	185,053	-	185,053	151,410	-	151,410
Всього вартість робіт	1110,317	864,915	245,402	908,458	705,216	203,242

Згідно розрахунку, другий варіант – покрівля з профнастилу, є на 22% вигіднішим за приведеними затратами.

У результаті розрахунку визначено економіну ефективність використання сталевих тонкостінних профілів та профільованих настилів у якості несучих елементів покриттів одноповерхових виробничих будівель замість збірних залізобетонних ребристих плит.

5.4. Висновки

1. За основі розрахунків, наведених у попередніх розділах, було виконано розрахунок вартості улаштування покриття за різними варіантами – зі збірних залізобетонних плит та сталевих профільованих настилу.

2. У результаті порівняння варіантів визначено, що застосування сталевих профільованих настилу в якості несучих елементів покриття дозволяє знизити вартість на 22%.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі проведено варіантне проектування каркасу та несучих конструкцій покрівлі молочного цеху у с. Супрунівка Полтавської області

У результаті проведеної роботи:

1. Вивчено технологію виготовлення та використання у будівництві легких сталевих тонкостінних профілів та профільованих листів. Визначено особливості застосування елементів такого типу в якості несучих елементів покрівель. Проведено Розглянуто технологію виробництва ребристих залізобетонних плит.

2. Виконано варіантне проектування каркасу одноповерхової виробничої будівлі молочного цеху та визначено економічно доцільніший варіант.

3. Проаналізовано існуючу європейську методику розрахунку міцності сталевих профільованих настилу, яка враховує вплив втрати місцевої стійкості та стійкості форми перерізу стиснутих ділянок перерізу шляхом використання ефективних геометричних характеристик.

4. Виконано розрахунок та конструювання збірної залізобетонної плити покриття. Проведено розрахунок міцності профільованого настилу за нормами Єврокод для заміни ним збірних залізобетонних плит.

5. Проведено розрахунок та порівняння вартості виконання покриття цеху зі збірних залізобетонних ребристих плит та сталевих профільованих настилу по холодноформованих прогонах та доведено економічну ефективність (22% економії вартості) використання тонкостінних сталевих конструкцій у покриттях будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Айрумян Э. Л. В будущее с ЛСТК / Э. Л. Айрумян // Металлические здания. – 2007. – № 3. – С. 26 – 29.
2. Астахов И. В. Пространственная устойчивость элементов конструкций из холодногнутых профилей: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.23.01 / И. В. Астахов. – Санкт-Петербург : СПГАСУ, 2006. – 24 с.
3. Брудка Я. Легкие стальные конструкции [Пер. с польск. Под ред. С. С. Кармилова] / Я. Брудка, М. Лубиньски. – М. : Стройиздат, 1974 – 342 с.
4. Брудка Я. Стальные складчатые конструкции в строительстве [Пер. с польск. Л. Б. Шаринова] / Я. Брудка, Р. Гарнцарек, К. Милачевски. – К. : Будивэльнык, 1989 – 152 с.
5. Ватин Н. И. Термопрофиль в легких стальных строительных конструкциях / Н. И. Ватин, Е. Н. Попова. – СПб.: СПбГПУ, 2006. – 63 с.
6. Власов В. З. Тонкостенные упругие стержни / В. З. Власов. – М. : Первая образцовая типография имени А. А. Жданова, 1958. – 569 с.
7. ВСН 349-87. Сварка стального оцинкованного профилированного настила для облегченной кровли.
8. Галустян Ю. Л. Показатели уровня развития строительства зданий из легких металлических конструкций : Обзорная информация / Ю. Л. Галустян. // Серия: Строительные конструкции. – М. : ВНИИТПИ Госстроя СССР, 1998. – Вып. 6. – 41 с.
9. ГОСТ 11474-76. Профили стальные гнутые. Технические условия.
10. ГОСТ 24524-80. Панели стальные двухслойные покрытий зданий с утеплителем из полиуретана. Технические условия.
11. ГОСТ 8283-93. Профили стальные гнутые корытные равнополочные. Сортамент.

12. ГОСТ 9045-93. Прокат тонколистовой холоднокатаный из низкоуглеродистой качественной стали для холодной штамповки. Технические условия.
13. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель. – К. : Мінбуд України, 2006. – 70 с.
14. ДСТУ 2252-93 (ГОСТ 8283-93). Профілі сталеві гнуті коритні рівнополичні. Сортамент.
15. ДСТУ 2254-93 (ГОСТ 19771-93). Кутики сталеві гнуті рівнополичні. Сортамент.
16. ДСТУ 4484:2005 (ГОСТ 535-2005). Прокат сортовий і фасонний із сталі вуглецевої звичайної якості. Загальні технічні умови.
17. ДСТУ Б В.2.6-72:2008. Конструкції будинків і споруд. Панелі сталеві двошарові покриттів будівель з утеплювачем із пінополіуретану. Технічні умови.
18. ДСТУ Б В.2.6-8-95 (ГОСТ 30245-94). Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві гнуті замкнуті зварні квадратні і прямокутні для будівельних конструкцій. Технічні умови.
19. ДСТУ Б В.2.6-9:2008. Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві листові гнуті з трапецієподібними гофрами для будівництва. Технічні умови.
20. ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009. Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів.
21. Енджиевский Л. В. Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы / Л. В. Енджиевский, В. Д. Надеяев, И. Я. Петухова. – М. : Изд-во АСВ, 1998. – 247 с.
22. Колобанов А. С. К вопросу несущей способности оцинкованного профилированного настила покрытия, эксплуатирующегося в условиях хлороводородосодержащих сред металлургических прокатных производств / А. С. Колобанов, С. В. Третьякова // Эффективные конструкции, материалы и

технологии в строительстве и архитектуре : сб. ст. междунар. конф. – Липецк : ЛГТУ, 2009. – С. 39 – 44.

23. Корчак М. Д. О влиянии начальных несовершенств в холодногнутом тонкостенных элементах металлических конструкций / М. Д. Корчак, А. В. Рубцов // Современные строительные конструкции из металла и древесины: сб. науч. тр. – Одесса : ООО «Внешрекламсервис», 2006. – С. 104 – 107.

24. Наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України №549 від 27.12.2010 «Про прийняття національних стандартів щодо проектування будівельних конструкцій, гармонізованих з європейськими стандартами групи А (Єврокоди)»

25. Наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України №552 від 27.12.2010 «Про прийняття національних стандартів щодо проектування будівельних конструкцій, гармонізованих з європейськими стандартами групи А (Єврокоди)»

26. Нужный В. В. Визначення геометричних характеристик профільованих листів / В. В. Нужный // Современные строительные конструкции из металла и древесины: сб. науч. тр. – Одесса : ООО «Внешрекламсервис», 2005. – С. 145 – 150.

27. Оглобля А. И. Использование гнутых профилей повышенной жесткости при мансардном строительстве / А. И. Оглобля, М. Н. Пальчик, С. Е. Сиземов // Металлические конструкции: взгляд в прошлое и будущее : сб. докладов VIII Украинской научно-технической конференции. — К. : Сталь, 2004. — С. 359 — 364.

28. Пічугін С. Ф. Застосування при новому будівництві легких систем, що швидко монтуються / С. Ф. Пічугін, В. О. Семко, Д. А. Прохоренко // Серія : Галузеве машинобудування, будівництво : Зб. наук. праць. — Полтава : ПНТУ, 2010. — С. 62 — 67.

29. Поваляев М.И. Покрытия и кровли промышленных зданий / М.И. Поваляев. – М. : Издательство литературы по строительству, 1969. – 173 с.

30. Прицкер А. Бескаркасные складчатые конструкции / А. Я. Прицкер, В. А. Аденский, М. С. Фридман. – К. : Будивэльнык, 1991. – 88 с.
31. Рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу конструкций каркаса малоэтажных зданий и мансард из холодногнутых стальных оцинкованных профилей производства ООО «Балт-Профиль». – М. : ЦНИИПСК, 2006. – 69 с.
32. Руководство по теплотехническому расчету и проектированию ограждающих конструкций зданий. – М. : НИИСФ Госстроя СССР, 1985. – 141 с.
33. Савицкий Н. В. Совместная работа профилей ЛСТК с обшивкой / Н. В. Савицкий, О. Г. Зинкевич // Строительство. Материаловедение. Машиностроение : сб. науч. тр. – Днепропетровск : ПГАСА, 2009. – Вып. 50. – С. 462 – 466.
34. Семенов А. С. Исследование потери местной устойчивости сжатых полок тонкостенных холодногнутых профилей / А. С. Семенов, Н. Ю. Тезиков, В. В. Зверев // Эффективные конструкции, материалы и технологии в строительстве и архитектуре : сб. ст. междунар. конф. – Липецк : ЛГТУ, 2009. – С. 48 – 52.
35. Семко В. О. До розрахунку стиснутих тонкостінних гнутих металевих елементів / В. О. Семко, Д. А. Прохоренко // Научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство городов». – К. : Техніка, 2009. – Вып. 90. – С. 254–262.
36. Семко В. О. Про визначення розрахункових геометричних характеристик стиснутих легких сталевих тонкостінних профілів / В. О. Семко, Д. А. Прохоренко // Всеукраїнська науково-практична конференція «Проблеми й перспективи розвитку академічної та університетської науки», 16-18 грудня 2009 року: Зб. наук. праць. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – С. 38 – 40.
37. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции. – М. : Стройиздат, 1990. – 97 с.
38. ТКП EN 1993-1-3-2009. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-3. Общие правила.

Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010 – 114 с.

39. Тришевский И. С. Металлические облегченные конструкции / И. С. Тришевский, В. В. Клепанда. – К. : Будивэльнык, 1978. – 112 с.

40. Цай Т. Н. Строительные конструкции. Учебник для техникумов, в 2-х т., Т.2 Железобетонные конструкции / Т. Н. Цай – М. : Стройиздат, 1977. – 448 с.

41. Шерешевский И. А. Конструирование гражданских зданий / И. А. Шерешевский – М. : «Архитектура-С», 2005. – 176 с.

42. Adany S. Buckling mode identification of thin-walled members by using cFSM base functions / S. Adany, A. L. Joo, B. W. Schafer // Thin-Walled structures. — 2010. — №48. — P. 806 — 817.

43. AISI-S100. North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members – Washington : American Iron and Steel Institute, 2001. – 149 p.

44. AS/NZS 4600:2005 Australian/New Zealand Standard. Cold-formed steel structures. –Sydney/Wellington : Standards Australia/Standards New Zealand, 2005. – 111 p.

45. Brockenbrough R. L. Cold-formed steel members – design approaches in the united states / R. L. Brockenbrough // Thin-Walled structures. — 1993. — №16. — P. 307 — 317.

46. Chu X. Buckling behaviour of cold-formed channel sections under uniformly distributed loads / X. Chu, Z. Ye, R. Kettle, L. Li // Thin-Walled structures. — 2005. — №43. — P. 531 — 542.

47. Chung K. F. Analysis and design of lapped connections between cold-formed steel Z sections / K. F. Chung, H. C. Ho // Thin-Walled structures. — 2005. — №43. — P. 1070 — 1090.

48. De Miranda Batista E. Effective section method: A general direct method for the design of steel cold-formed members under local–global buckling interaction / E. De Miranda Batista // Thin-Walled structures. — 2010. — №48. — P. 345 — 356.

49. Dubina D. Behaviour of multi-span cold-formed Z-purlins with bolted lapped connections / D. Dubina, V. Ungureanu // *Thin-Walled structures*. — 2010. — №48. — P. 866 — 871.
50. Ellifritt D. S. Building Systems / D. S. Ellifritt, R. A. LaBoube // *Thin-Walled structures*. — 1993. — №16. — P. 263 — 274.
51. EN 1993-1-1:2005. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. — Brussels : CEN, 2005. — 96 p.
52. EN 1993-1-3:2006. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-3: General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting. — Brussels : CEN, 2006. — 134 p.
53. EN 1993-1-5:2006. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-5: Plated structural elements. — Brussels : CEN, 2006. — 56 p.
54. ENV 1993-1-1:1992. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. — Brussels : CEN, 1992. — 296 p.
55. Fülöp A. Experimentally analyzed stability and ductility behaviour of a space-truss roof system / A. Fülöp, M. Ivanyi // *Thin-Walled structures*. — 2004. — №42. — P. 309 — 320.
56. Fülöp L. A. Performance of wall-stud cold-formed shear panels under monotonic and cyclic loading. Part I: Experimental research / L. A. Fülöp, D. Dubina // *Thin-Walled structures*. — 2004. — №42. — P. 321 — 338.
57. Fülöp L. A. Performance of wall-stud cold-formed shear panels under monotonic and cyclic loading. Part II: Numerical modeling and performance analysis / L. A. Fülöp, D. Dubina // *Thin-Walled structures*. — 2004. — №42. — P. 339 — 349.
58. GB 50018-2002. Technical code of cold-formed thin-wall steel structures. — China, 2003. — 93 p.
59. Ghersi A. Design of Metallic Cold-formed Thin-walled Members / A. Ghersi, R. Landolfo, F. M. Mazzolani. — New York: Spoon Press, 2002. — 174 p.

60. Hancock G. J. Cold-Formed Steel Structures to the AISI Specification / G. J. Hancock, T. M. Murray, D. S. Ellifritt. – New York : Marcel Dekker, Inc., 2001. – 398 p.
61. Hancock G. J. Design for Distortional Buckling of Flexural Members / G. J. Hancock // Thin-Walled structures. — 1997. — Vol. 27, №1. — P. 3 — 12.
62. Hancock G. J. Recent research on thin-walled beam-columns / G. J. Hancock, K. J. R. Rasmussen // Thin-Walled structures. — 1998. — №32. — P. 3 — 18.
63. Heinisuo M. Resistance of cold-formed steel members by new eurostandard / M. Heinisuo, J. Kukkonen // Structural mechanics. — 2006. — №2 (Vol. 39). — P. 3 — 21.
64. Ho H. C. Analytical prediction on deformation characteristics of lapped connections between cold-formed steel Z sections / H. C. Ho, K. F. Chung // Thin-Walled structures. — 2006. — №44. — P. 115 — 130.
65. Ho H. C. Experimental investigation into the structural behaviour of lapped connections between cold-formed steel Z sections / H. C. Ho, K. F. Chung // Thin-Walled structures. — 2004. — №42. — P. 1013 — 1033.
66. Ho H. C. Structural behavior of lapped cold-formed steel Z sections with generic bolted configurations / H. C. Ho, K. F. Chung // Thin-Walled structures. — 2006. — №44. — P. 466 — 480.
67. Jiang C. Design of Thin-Walled Purlins for Distortional Buckling / C. Jiang, J. M. Davies // Thin-Walled structures. — 1997. — Vol. 29, №№1-4. — P. 189 — 202.
68. Katnam K. B. Modeling of cold-formed steel sandwich purlin-sheeting systems to estimate the rotational restraint / K. B. Katnam, R. Van Impe, G. Lagae, M. De Strycker // Thin-Walled structures. — 2007. — №45. — P. 584 — 590.
69. Krolak M. Investigation into Thin-Walled Structures at the Technical University of Lodz / M. Krolak, J. Zaras // Thin-Walled structures. — 1997. — Vol. 27, №№3-4. — P. 225 — 231.

70. LaBoube R. A. Recent research and developments in cold-formed steel framing / R. A. LaBoube, W.-W. Yu // *Thin-Walled structures*. — 1998. — №32. — P. 19 — 39.
71. *Lightweight sandwich construction* : edited by J. M. Davies / Blackwell Science Ltd. – Cornwall : MPG Books Ltd, 2001. – 370 p.
72. Newman A. *Metal Building Systems Design and Specifications*, 2nd edition / A. Newman. – New York : McGraw-Hill, 2003. – 576 p.
73. Pi Y.-L. Lateral buckling strengths of cold-formed Z-section beams / Y.-L. Pi, B. M. Put, N. S. Trahair // *Thin-Walled structures*. — 1999. — №34. — P. 65 — 93.
74. Silvestre N. Distortional buckling formulae for cold-formed steel C and Z-section members. Part I – derivation / N. Silvestre, D. Camotim // *Thin-Walled structures*. — 2004. — №42. — P. 1567 — 1597.
75. Silvestre N. Distortional buckling formulae for cold-formed steel C and Z-section members. Part II – Validation and application / N. Silvestre, D. Camotim // *Thin-Walled structures*. — 2004. — №42. — P. 1599 — 1629.
76. Sputo T. *Bracing cold-formed steel structures : a design guide* / T. Sputo, J. L. Turner. – Reston : American Society of Civil Engineers, 2006. – 146 p.
77. Timoshenko S. P. *Theory of elastic stability : second edition* / S. P. Timoshenko, J. M. Gere. – New York : McGraw-Hill Int. Book Company, 1961. – 541 p.
78. Trahair N. *The behavior and design of steel structures to EC3* / N. S. Trahair, M. A. Bradford, D. A. Nethercot, L. Gardner. – New York : Taylor & Francis, 2008. – 490 p.
79. Ye Z. Analysis of cold-formed zed-purlins partially restrained by steel sheeting / Z. Ye, R. Kettle, L. Li // *Computers and structures*. — 2004. — №82. — P. 731 — 739.
80. Yu W.-W. *Cold-formed steel design : fourth edition* / Wei-Wen Yu. – New York : John Wiley & Sons Inc., 2010. – 491 p.