

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут заочної
та післядипломної освіти

Кафедра будівельних
конструкцій



ДИПЛОМНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
ОПП «Будівництво та цивільна інженерія»

на тему: «Склад готової продукції площею 1600 м.кв.у с.Ігровиця Тернопільського району Тернопільської області із аналізом роботи ферми покриття»

Студент	_____	Бальковська Р.О.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник роботи	_____	Боднар Ю.І.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Консультанти:	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
_____	_____	
(підпис)	(прізвище та ініціали)	
_____	_____	
(підпис)	(прізвище та ініціали)	

Дубляни – 2022

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**
Навчально-науковий інститут заочної та післядипломної освіти

Кафедра будівельних
конструкцій

«Затверджую»

Зав. кафедрою

(підпис)

З А В Д А Н Н Я
на дипломну магістерську роботу
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
ОПП «Будівництво та цивільна інженерія»

Студенту

Бальковська Роксолана Олегівна

1. Тема роботи *«Склад готової продукції площею 1600 м.кв.у с.Ігровиця Тернопільського району Тернопільської області із аналізом роботи ферми покриття»*

Керівник магістерської роботи *Боднар Ю.І., канд.техн.наук, доцент*
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджена наказом ЛНАУ від *2022 року №*

2. Строк здачі студентом закінченої роботи: *до 12 грудня 2022 р.*
3. Вихідні дані для роботи: *Будівля каркасна, каркас сталевий. Огороджувальні конструкції – сендвіч-панелі*
4. Перелік питань, які необхідно розробити:
Розробити архітектурно-планувальне вирішення будинку. Розрахувати та законструювати елементи покрівлі. Запроектувати технологію влаштування бетонних підлог, організацію виконання робіт при будівництві та будівельний генеральний план. Оцінити вплив моделювання вузлів ферми на зусилля та переміщення. Розробити заходи з охорони праці та довкілля.
5. Перелік графічного матеріалу:
Плани, фасади, розрізи, генплан (1-2 арк.)
Конструкція покриття, каркасу (2 арк.)
Технологічна карта на влаштування бетонних підлог (1 арк.)
Будівельний генеральний план (1 арк.)
Наукова робота (1 арк.)
Календарний графік виконання робіт (1 арк.)

6. Консультанти розділів магістерської роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали, вчена ступінь та наукове звання консультанта	Підпис
1	<i>Степанюк А.В., канд.арх., доцент</i>	
2	<i>Боднар Ю.І., канд.техн.наук, доцент</i>	
3	<i>Мазурак А.В., канд.техн.наук, доцент</i>	
4	<i>Матвійшин Є.Г., докт.екон.наук, професор</i>	
5	<i>Березовецький А.П., канд.техн.наук, доцент</i>	
6	<i>Боднар Ю.І., канд.техн.наук, доцент</i>	

7. Дата видачі завдання: « ____ » _____ 20__ р.

Календарний план виконання магістерської роботи

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	Архітектурно-планувальний розділ	<i>20.09.2022</i>	
2	Розрахунково-конструктивний розділ	<i>10.10.2022</i>	
3	Технологія та організація будівництва	<i>30.10.2022</i>	
4	Економіка будівництва	<i>10.11.2022</i>	
5	Охорона праці та довкілля	<i>20.11.2022</i>	
6	Наукова робота	<i>02.12.2022</i>	

Студентка

(підпис)

Бальковська Р. О.
(прізвище та ініціали)Керівник
магістерської роботи

(підпис)

Боднар Ю.І.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна магістерська робота: 72 с. текст. част., 15 табл., 21 рис., 8 арк. граф. част., 30 бібліографічних джерел. Склад готової продукції площею 1600 м.кв.у с.Ігровиця Тернопільського району Тернопільської області із аналізом роботи ферми покриття. Бальковська Роксолана Олегівна. Кафедра будівельних конструкцій. Дубляни, ЛНУП, 2022.

Розроблено склад готової продукції з необхідними поясненнями, обґрунтуваннями, розрахунками, висновками, кресленнями. Об'ємно – планувальне рішення забезпечує зручність та ефективність використання приміщень. Несучі конструкції – сталеві колони та кроквяні ферми, Огороджувальні конструкції із сендвіч – панелей. Виконано дослідження впливу моделювання вузлів запроєктованої ферми (шарнірне чи жорстке з'єднання) на зусилля у стержнях.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Коротка характеристика будівлі	7
1.2 Об'ємно-планувальне рішення	7
1.3 Конструктивні вирішення.....	7
1.4 Генплан	9
2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	10
2.1 Навантаження на покрівлю.....	10
2.2 Підбір перерізу прогону даху	11
2.3 Розрахунок і конструювання кроквяної ферми	15
2.3.1 Збір навантажень на ферму	15
2.3.2 Визначення розрахункових зусиль	15
2.3.3 Підбір перерізів стержнів	20
2.3.4 Розрахунок зварних швів.....	22
2.4 Розрахунок і конструювання поперечника	31
2.4.1 Збір навантажень	31
2.4.2 Розрахунок рами.....	33
2.4.3 Підбір перерізу колони	36
3 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	37
3.1. Технологічна карта	37
3.1.1. Обсяги робіт, необхідні матеріалів, машини.....	37
3.1.3. Калькуляція затрат праці	38
3.1.4. Технологія влаштування бетонних підлог.....	39
3.1.4. Контроль якості робіт	41
3.2 Розробка календарного плану	43
3.3 Будівельний генплан	45
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	47
4.1 Об'єктний кошторис	47

4.2	Зведений кошторисний розрахунок.....	48
4.3	Економічний ефект.....	50
4.4	Техніко-економічний аналіз прийнятих проектних рішень.....	52
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	53
5.1	Заходи з електробезпеки	53
5.2	Заходи з пожежобезпеки	55
5.3	Захист працівників від шкідливих виробничих факторів	56
5.4	Безпека при електрозварювальних і газополумених роботах	57
5.5	Техніка безпеки при верхолазних роботах	58
5.6	Заходи для зниження негативного впливу від реалізації проекту	60
6.	НАУКОВА РОБОТА.....	62
	ВИСНОВКИ.....	69
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	70

ВСТУП

На сьогоднішній день першочерговим для виробника є швидкість і точність у часі відвантаження товарів. Це безпосередньо впливає на конкурентоспроможність підприємства.

Для організації зв'язку між виробництвом і збутом продукції на виробничих підприємствах існують підрозділи - склади готової продукції. Склад готової продукції служить для тимчасового зберігання виробленої продукції. Також склад готової продукції приймає замовлення від клієнтів (як правило від великих гуртовиків та торгових мереж). Відвантаження товару здійснюється переважно великими обсягами, цілими палетами.

Для сучасного складу готової продукції характерно: значні обсяги відвантаження продукції, невеликий асортимент товарів, палетне зберігання товару, значний запас за артикулами, дотримання правила FIFO, тобто першими відвантажуються товари із меншим терміном придатності.

Важливим є сучасна автоматизована система управління складом. В результаті автоматизації ми отримуємо точний облік залишків та руху продукції, зниження втрат від залежування товарів, мінімізацію людського фактору та ймовірності крадіжок, лояльність клієнтів обумовлену чіткістю роботи. При автоматизації важливим є використання системи штрих кодування - найпоширенішої і простої форми ідентифікації товару. Штрихкод містить зашифровані дані про товар, є стійким до механічних пошкоджень. Для роботи зі штрихкодами застосовують спеціальні термінали.

Виходячи з цього сучасні склади готової продукції є великопролітними приміщеннями без внутрішніх опор із відповідною висотою. У таких приміщеннях можна організувати систему стелажів із автоматизованим обліком та механізованим переміщенням товарів.

1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Коротка характеристика будівлі

Запроектований склад готової продукції одноповерховий каркасного типу [6].

1.2 Об'ємно-планувальне рішення

Запроектований будинок, прямокутний в плані, має розміри в осях 24х66 метрів. В осях А₁-А₂, Д₁-Е₁- запроектовано навіси. Висота будинку 6.4м до низу ферми покриття.

1.3 Конструктивні вирішення

Фундаменти

Основою для фундаментів служить супісок. Грунтові води знаходяться на глибині 15 м від поверхні ґрунту. За хімічним складом ґрунтові води є неагресивними. Фундаменти під колони запроектовані окремо розташовані залізобетонні із бетону класу С16/20.

Каркас

Конструктивна схема будинку - сталевий зв'язковий каркас. З'єднання колони з фермою шарнірне [11,15,16].

Крок колон і кроквяних ферм 6 метрів: колони суцільного перерізу із прокатного двутавра. Висота колон 7,4 метра.

Кроквяні ферми з гарячекатаних кутників. Проліт ферми 24 метра. Ферма має трапецієподібну форму, висота якої у вузлі кріплення до колони 2 метри, а в середині прольоту 4,0 метри.

У поздовжньому напрямку необхідна жорсткість каркасу забезпечується зв'язками, розташованими в осях «3» - «4» і «8» - «9».

Покрівля

Покрівля будинку - профільований оцинкований настил по сталевих прогонах. Кріплення настилу до прогонів виконується шурупами - самонарізками. По лінії стику настилу на балках, шурупи ставляться в кожній хвилі, а на проміжних балках через хвилю. Заводські з'єднання елементів конструкцій виконані зварюванням. Монтажні з'єднання виконані з використанням болтів з контргайками.

Покрівля утеплена, ухил 16,7%. Покриття навісів над вантажними платформами з оцинкованого профільованого листа по сталевих прогонах.

Огороджувальні конструкції

Стінові огороджувальні конструкції запроектовані із сендвіч-панелей. З'єднання панелей здійснюється на ексцентрикових замках, розміщених по всьому периметру. Таке з'єднання унеможливує утворення "містків холоду" Кріплення панелей до сталевих каркасів здійснюється за допомогою болтових з'єднань.

Огороджувальні конструкції даху із двох шарів профільованого настилу із утепленням мінеральною ватою. Для унеможливлення зволоження утеплювача також передбачено із внутрішнього боку пароізоляційну плівку, а із зовнішнього - гідробар'єр.

Вікна розміром 1000x2000мм запроектовані металопластикові із склопакетом. Вікна із відкидним механізмом відкриття. Зсередини віконні укоси оздоблюють пластиковими панелями та встановлюють пластикову підвіконну дошку. Шов між віконною рамою та панеллю стіни закривають пароізоляційною плівкою. Ззовні встановлюють металеві водовідливи. Ззовні шов між віконною рамою та панеллю стіни закривають гідроізоляційною але паропропускною тканиною та декоративними планками.

Підлоги

Підлоги бетонні виконані методом вакуумування.

Ворота та двері

Ворота розпашні зі сталевим каркасом та обшивкою сандвіч-панелями. Ширина воріт 5.7м, висота - 3.6м.

1.4 Генплан

Під забудову відведена ділянка прямокутної форми з розмірами 155×150 м. Рельєф спокійний.

На території запроектовано склад, а також інші будівлі: контрольно-пропускні пункти, прохідна, стояка легкових автомобілів, інші склади.

Територія огорожена. Дороги запроектовані з покриттям бруківкою. На ділянці, вільній від будинків та доріг передбачається озеленення (газони, кущі, дерева). Виконано горизонтальну прив'язку запроектованого будинку. Вертикальне планування вирішене із максимальним збереженням існуючого рельєфу місцевості. Відмітка чистої підлоги 0.000 відповідає на генплані абсолютній відмітці 320.55 м.

Таблиця 1.2

ТЕП генерального плану

Назва показника	Кількість
Площа ділянки	23250
Площа забудови	7100
Щільність будівництва	31
Площа озеленення	3600
Площа твердого покриття	12550

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Навантаження на покрівлю

Снігове навантаження

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію конструкції згідно [1] рівне:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C = 1,04 \cdot 1400 \cdot 1 = 1456 \text{ Па}$$

де $S_0 = 1400 \text{ Па}$ - характеристичне значення снігового навантаження для 4 снігового району (Тернопільська область) згідно карти районування рис.8.1 [1]

T приймаємо рівним терміну експлуатації конструкції T_{ef} , для виробничих приміщень $T_{ef} = 60 \text{ років}$; тоді згідно табл.8.1 [1] $\gamma_{fm} = 1,04$

приймаємо $C_e = 1$, $\mu = 1$ (бо $\alpha < 10^\circ$); тоді $C = \mu C_e C_{alt} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$

Експлуатаційне розрахункове значення снігового навантаження рівне:

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C = 0,49 \cdot 1400 \cdot 1,0 = 686 \text{ Па}$$

де γ_{fe} - коефіцієнт надійності за експлуатаційним навантаженням; $\gamma_{fe} = 0,49$ при $\eta = 0,02$.

Постійне навантаження

Згідно таблиці каталогу виробника профільованого настилу [26] підбираємо марку профнастилу під задане снігове навантаження і двохполітну схему його обпирання. Приймаємо профнастил ТП-45 товщиною 0,7мм (ТУ У В.2.6-28.7-30703438-001:2010 - НС44-1010-0,7) масою 6,63 кг/м².

Покрівля утеплена мінеральною ватою об'ємною вагою 200кг/м³ товщиною 150мм. Постійне навантаження на одиницю площі покрівлі представлено у табличній формі (таблиця 2.1).

Постійне розподілене навантаження

Таблиця 2.1

№	Склад покриття	Характеристичне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності за граничним навантаженням	Граничне розрахункове навантаження, кН/м^2
1	Профнастил ТП-45	0,066	1,05	0,069
2	Мінеральна вата товщиною 150мм	0,29	1,3	0,38
3	Z-прогони Z150	0,015	1,05	0,016
4	Профнастил ТП-45	0,066	1,05	0,069
	РАЗОМ:	0.437		0,534

2.2 Підбір перерізу прогону даху

Прогін даху обпитається на верхній пояс ферми і відповідно його головні осі повернуті на кут рівний куту нахилу верхнього пояса, а саме 9° (рис.2.1).

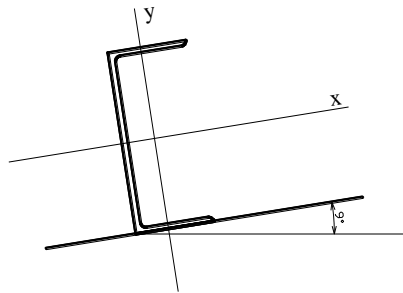


Рис.2.1 До розрахунку прогону

Розрахункова схема прогону - стержень вільно опертий на дві опори (рис.2.2):

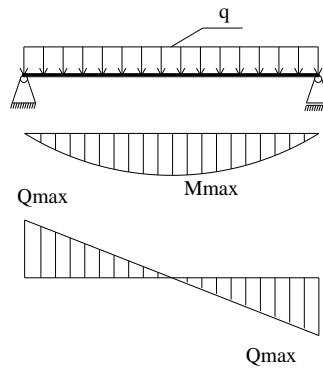


Рис.2.2 Розрахункова схема прогону і епюри зусиль

Прогін працює на косий згин, який можна представити як суму згинів у головних площинах. Згинальні моменти цих згинів визначаються формулами:

$$M_x = \frac{q_x \cdot l^2}{8},$$

$$M_y = \frac{q_y \cdot l^2}{8},$$

де M_x, M_y - відповідні згинальні моменти;

q_x, q_y - відповідні складові розрахункового граничного навантаження на прогін q , які рівні: $q_x = a \cdot q \cdot \cos \alpha$, $q_y = a \cdot q \cdot \sin \alpha$;

α – кут нахилу покрівлі;

a – віддаль між прогонами;

l - довжина прольоту прогону.

Граничне розрахункове навантаження на квадратний метр вантажної площі прогону рівне $0,069+0,38+0,016+0,069=0,534$ кН/м². Розрахункове експлуатаційне навантаження на квадратний метр вантажної площі прогону рівне $0,066+0,29+0,015+0,066=0,437$ кН/м². Тоді з врахуванням власної маси прогону, прийнятої попередньо рівною 19 кг/м, складові навантаження та згинальних моментів рівні:

$$q_x = ((0,534+1,456) \cdot 3,0+0,196) \cdot \cos 9^\circ = 6,09 \text{ кН/м},$$

$$q_y = ((0,534+1,456) \cdot 3,0+0,196) \cdot \sin 9^\circ = 0,96 \text{ кН/м},$$

$$M_x = 6,09 \cdot 6^2 / 8 = 27,41 \text{ кНм}$$

$$M_y = 0,96 \cdot 6^2 / 8 = 4,32 \text{ кНм}$$

Прогін проектуємо із швелера ДСТУ 3436-96 [7]. На основі даних сортаменту приймаємо приблизно $k = W_x / W_y = 7$. Тоді

$$W_{необ}^x = \frac{M_x + k \cdot M_y}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{(2741 + 7 \cdot 432) \cdot 10}{240 \cdot 1} = 240,2 (\text{см}^3);$$

Отже необхідний момент опору перерізу повинен бути більший за $240,2 \text{ см}^3$. Згідно сортаменту ДСТУ 3436-96 [7] підбираємо швелер №24У з ухилом полицок (рис.2.3) з наступними характеристиками: $h=24\text{см}$; $A=30,6\text{см}^2$; $I_y=208\text{см}^4$; $I_x=2900\text{см}^4$; $b=9\text{см}$; $W_x=242 \text{ см}^3$; $W_y=31,6 \text{ см}^3$; $t=10 \text{ мм}$. ; $S_x = 139 \text{ см}^2$; $m=24,0\text{кг/м}$

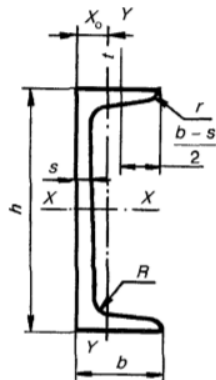


Рис.2.3 Переріз прогону [7]

Перевіряємо підібраний переріз з умови роботи на косий згин за нормальними напруженнями:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_y \gamma_c,$$

$$\sigma = \frac{2741}{242} + \frac{432}{31,6} = 25 \text{ кН/см}^2 > R_y \gamma_c = 24 \text{ кН/см}^2$$

Оскільки перенапруження не перевищує 5% залишаємо прийнятий переріз.

Перевіряємо прогин елемента. У розрахунок підставлятимемо експлуатаційне навантаження, складові якого рівні

$$q_x = ((0,437+0,686) \cdot 3,0+0,186) \cdot \cos 9^\circ = 3,51 \text{ кН/м},$$

$$q_y = ((0,437+0,686) \cdot 3,0+0,186) \cdot \sin 9^\circ = 0,56 \text{ кН/м},$$

Згідно норм допустимий прогин рівний $[f]=600/200=3 \text{ см}$

Прогин при косому згині визначається за формулами :

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2},$$

$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_x \cdot l^3}{E \cdot I_x}$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_y \cdot l^3}{E \cdot I_y}$$

де q_x, q_y - відповідні складові розрахункового експлуатаційного навантаження на прогін;

l - довжина прогону рівна 6,0 м;

E - модуль Юнга для матеріалу прогону, який рівний $2,06 \times 10^4 \text{ кН/см}^2$;

I_x, I_y - моменти інерції перерізу прогону відносно відповідних осей.

Тоді отримаємо:

$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,0351 \times 600^3}{2,06 \times 10^4 \times 2900} = 0,99 \text{ см}$$

$$f_y = \frac{5}{384} \times \frac{0,0056 \times 600^3}{2,06 \times 10^4 \times 208} = 2,21 \text{ см}$$

$$f = \sqrt{0,99^2 + 2,21^2} = 2,42 \text{ см} \leq f_y = 3$$

Умова виконується.

Отже приймаємо прогони із швелера №24У. Маса погонного метра швелера 24,0кг/м.

2.3 Розрахунок і конструювання кроквяної ферми

2.3.1 Збір навантажень на ферму

Постійне навантаження на середні вузли ферми, яке передається від прогонів рівне

$$(0,534 \cdot 3,0 + 0,196) \cdot 6 = 10,79 \text{ кН}$$

Тимчасове снігове навантаження на середні вузли ферми, яке передається від прогонів рівне

$$(1,456 \cdot 3,0) \cdot 6 = 26,21 \text{ кН}$$

2.3.2 Визначення розрахункових зусиль

Зусилля в стержнях ферми визначаємо використовуючи програмний комплекс ЛІРА-САПР. Розрахункова схема для комп'ютерного розрахунку з нумерацією вузлів та стержнів показана на рис.2.4.

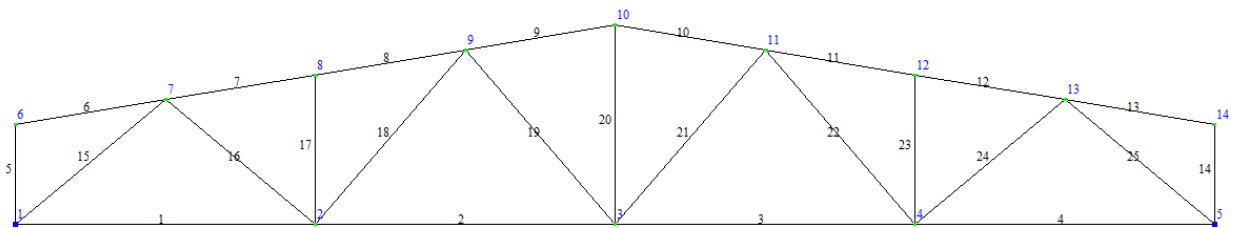


Рис.2.4. Розрахункова схема

Розрахунок здійснюємо на постійне навантаження та снігове навантаження половини ферми. Результати приведені у таблицях 2.2...2.3.

Таблиця 2.2

Розрахункові зусилля від завантаження постійним навантаженням

Зусилля(стержні)												
№ елем	№ перер	Зусилля								Тип елем	№ заван	Складова
		N (кН)	Mk (кН*м)	My (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qy (кН)	Ry (кН/м)	Rz (кН/м)			
1	1	45.318	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
1	2	45.318	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
2	1	69.364	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
2	2	69.364	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
3	1	69.364	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
3	2	69.364	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
4	1	45.318	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
4	2	45.318	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
5	1	- 5.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
5	2	- 5.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
6	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
6	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
7	1	- 65.633	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
7	2	- 65.633	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
8	1	- 65.633	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
8	2	- 65.633	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
9	1	- 65.633	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
9	2	- 65.633	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
10	1	- 65.633	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
10	2	- 65.633	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
11	1	- 65.633	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
11	2	- 65.633	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
12	1	- 65.633	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
12	2	- 65.633	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
13	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
13	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
14	1	- 5.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
14	2	- 5.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
15	1	- 58.991	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
15	2	- 58.991	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
16	1	25.282	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
16	2	25.282	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
17	1	- 10.790	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
17	2	- 10.790	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
18	1	- 7.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
18	2	- 7.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
19	1	- 7.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
19	2	- 7.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
20	1	10.790	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
20	2	10.790	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
21	1	- 7.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
21	2	- 7.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
22	1	- 7.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
22	2	- 7.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
23	1	- 10.790	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
23	2	- 10.790	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
24	1	25.282	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
24	2	25.282	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
25	1	- 58.991	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-
25	2	- 58.991	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	-

Таблиця 2.3

Розрахункові зусилля від завантаження лівої половини снігом

Зусилля(стержні)												
№ еле м	№ перер	Зусилля								Тип еле м	№ заван	Склад адо ва
		N (кН)	Mk (кН*м)	Mу (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qy (кН)	Ry (кН/м)	Rz (кН/м)			
1	1	78.630	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
1	2	78.630	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
2	1	101.096	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
2	2	101.096	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
3	1	67.397	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
3	2	67.397	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
4	1	31.452	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
4	2	31.452	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
5	1	- 13.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
5	2	- 13.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
6	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
6	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
7	1	- 106.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
7	2	- 106.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
8	1	- 106.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
8	2	- 106.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
9	1	- 79.715	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
9	2	- 79.715	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
10	1	- 79.715	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
10	2	- 79.715	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
11	1	- 53.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
11	2	- 53.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
12	1	- 53.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
12	2	- 53.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
13	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
13	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
14	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
14	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
15	1	- 102.353	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
15	2	- 102.353	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
16	1	34.118	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
16	2	34.118	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
17	1	- 26.210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
17	2	- 26.210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
18	1	5.753	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
18	2	5.753	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
19	1	- 34.521	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
19	2	- 34.521	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
20	1	13.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
20	2	13.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
21	1	17.260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
21	2	17.260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
22	1	- 23.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
22	2	- 23.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
23	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
23	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
24	1	27.294	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
24	2	27.294	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
25	1	- 40.941	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-
25	2	- 40.941	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	2	-

Таблиця 2.4

Розрахункові зусилля від завантаження правої половини снігом

Зусилля(стержні)												
№ еле м	№ пе- рер	Зусилля								Ти п еле м	№ за- ван	Скл адо ва
		N (кН)	Mk (кН*м)	My (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qy (кН)	Ry (кН/м)	Rz (кН/м)			
1	1	31.452	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
1	2	31.452	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
2	1	67.397	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
2	2	67.397	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
3	1	101.096	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
3	2	101.096	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
4	1	78.630	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
4	2	78.630	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
5	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
5	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
6	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
6	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
7	1	- 53.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
7	2	- 53.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
8	1	- 53.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
8	2	- 53.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
9	1	- 79.715	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
9	2	- 79.715	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
10	1	- 79.715	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
10	2	- 79.715	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
11	1	- 106.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
11	2	- 106.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
12	1	- 106.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
12	2	- 106.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
13	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
13	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
14	1	- 13.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
14	2	- 13.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
15	1	- 40.941	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
15	2	- 40.941	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
16	1	27.294	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
16	2	27.294	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
17	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
17	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
18	1	- 23.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
18	2	- 23.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
19	1	17.260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
19	2	17.260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
20	1	13.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
20	2	13.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
21	1	- 34.521	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
21	2	- 34.521	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
22	1	5.753	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
22	2	5.753	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
23	1	- 26.210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
23	2	- 26.210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
24	1	34.118	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
24	2	34.118	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
25	1	- 102.353	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-
25	2	- 102.353	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	3	-

У таблиці 2.5 подано отримані в результаті комп'ютерного розрахунку розрахункові сполучення зусиль (РСЗ) у стержнях ферми.

Таблиця 2.5
Розрахункові сполучення зусиль у стержнях ферми

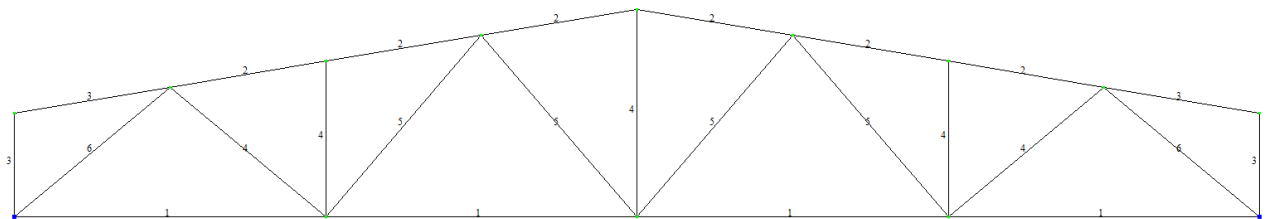
РСЗ(стержні)												
№ елем	№ перер	№ сто вщя	Кра н/се йсм	Група РСЗ	Кри те- рій	Зусилля						№№ завант
						N (кН)	Mк (кН*м)	Mу (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qu (кН)	
1	1	2	-	A1	1	144.392	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
1	2	2	-	A1	1	144.392	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
2	1	2	-	A1	1	221.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
2	2	2	-	A1	1	221.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
3	1	2	-	A1	1	221.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
3	2	2	-	A1	1	221.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
4	1	2	-	A1	1	144.392	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
4	2	2	-	A1	1	144.392	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
5	1	1	-	A1	2	- 18.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
5	2	1	-	A1	2	- 18.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
7	1	2	-	A1	2	- 209.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
7	2	2	-	A1	2	- 209.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
8	1	2	-	A1	2	- 209.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
8	2	2	-	A1	2	- 209.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
9	1	2	-	A1	2	- 209.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
9	2	2	-	A1	2	- 209.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
10	1	2	-	A1	2	- 209.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
10	2	2	-	A1	2	- 209.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
11	1	2	-	A1	2	- 209.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
11	2	2	-	A1	2	- 209.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
12	1	2	-	A1	2	- 209.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
12	2	2	-	A1	2	- 209.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
14	1	1	-	A1	2	- 18.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 3
14	2	1	-	A1	2	- 18.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 3
15	1	2	-	A1	2	- 187.956	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
15	2	2	-	A1	2	- 187.956	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
16	1	2	-	A1	1	80.553	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
16	2	2	-	A1	1	80.553	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
17	1	1	-	A1	2	- 37.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
17	2	1	-	A1	2	- 37.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
18	1	1	-	A1	2	- 30.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 3
18	2	1	-	A1	2	- 30.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 3
19	1	1	-	A1	1	10.155	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 3
19	1	1	-	A1	2	- 41.626	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
19	2	1	-	A1	1	10.155	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 3
19	2	1	-	A1	2	- 41.626	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
20	1	2	-	A1	1	34.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
20	2	2	-	A1	1	34.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
21	1	1	-	A1	1	10.155	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
21	1	1	-	A1	2	- 41.626	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 3
21	2	1	-	A1	1	10.155	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
21	2	1	-	A1	2	- 41.626	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 3
22	1	1	-	A1	2	- 30.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2

Продовження таблиці 2.5

22	2	1	-	A1	2	- 30.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
23	1	1	-	A1	2	- 37.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 3
23	2	1	-	A1	2	- 37.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 3
24	1	2	-	A1	1	80.553	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
24	2	2	-	A1	1	80.553	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
25	1	2	-	A1	2	- 187.956	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3
25	2	2	-	A1	2	- 187.956	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2 3

2.3.3 Підбір перерізів стержнів

За визначеними розрахунковими поєднаннями зусиль (таблиця 2.5) підбираємо перерізи стержнів. Переріз проектуємо із двох рівнополічкових кутників згідно ДСТУ 2254-93 (ГОСТ 19771-93) [8] із сталі С235 ($R_y=230\text{МПа}$, $R_u=350\text{МПа}$, $R_{yn}=235\text{МПа}$, $R_{un}=360\text{МПа}$). Фасонку приймаємо товщиною 1.2 см. На рис.2.5 представлені перерізи стержнів ферми підібрані з застосуванням ПК ЛІРА-САПР. У таблиці 2.6 приведений детальніший аналіз підбору перерізів.



#	Профіль	Сталь	*
1	2L70 x 4	C235	с...
2	2L100 x 5	C235	с...
3	2L50 x 4	C235	с...
4	2L50 x 4	C235	с...
5	2L70 x 4	C235	с...
6	2L100 x 7	C235	с...

Рис.2.5. Підібрані перерізи стержнів ферми

Таблиця 2.6

Параметри підібраних стержнів

Ферми														
Елемент	НП	Група	Крок ребер (планок)	Проценти вичерпання несучої здатності ферми по перерізах, %										Довжина елемента
				нор	СУ1	СЗ1	ГУ1	ГЗ1	СС	СП	1ГС	2ГС	М.С	
1			Підібрано: 2.1.1.1 Два кутика 70 х 4; стиковка 1.2 см											
			Профіль: 70 х 4; ГОСТ 19771-93											
			Сталь: С235;											
1	1		0	59	0	0	91	59	0	0	59	91	0	6.00
1	2		0	59	0	0	91	59	0	0	59	91	0	6.00
2			Підібрано: 2.1.1.1 Два кутика 70 х 4; стиковка 1.2 см											
			Профіль: 70 х 4; ГОСТ 19771-93											
			Сталь: С235;											
2	1		0	91	0	0	91	59	0	0	91	91	0	6.00
2	2		0	91	0	0	91	59	0	0	91	91	0	6.00
5			Підібрано: 3.1.1.1 Два кутика 50 х 4; стиковка 1.2 см											
			Профіль: 50 х 4; ГОСТ 19771-93											
			Сталь: С235;											
5	1		0	11	30	17	86	52	0	49	30	86	49	2.00
5	2		0	11	30	17	86	52	0	49	30	86	49	2.00
6			Підібрано: 3.1.1.1 Два кутика 50 х 4; стиковка 1.2 см											
			Профіль: 50 х 4; ГОСТ 19771-93											
			Сталь: С235;											
6	1		0	0	0	0	65	39	0	0	0	65	0	3.04
6	2		0	0	0	0	65	39	0	0	0	65	0	3.04
7			Підібрано: 3.1.1.1 Два кутика 100 х 5; стиковка 1.2 см											
			Профіль: 100 х 5; ГОСТ 19771-93											
			Сталь: С235;											
7	1		0	48	91	67	77	53	0	94	91	77	94	3.04
7	2		0	48	91	67	77	53	0	94	91	77	94	3.04
8			Підібрано: 3.1.1.1 Два кутика 100 х 5; стиковка 1.2 см											
			Профіль: 100 х 5; ГОСТ 19771-93											
			Сталь: С235;											
8	1		0	48	91	67	77	53	0	94	91	77	94	3.04
8	2		0	48	91	67	77	53	0	94	91	77	94	3.04
9			Підібрано: 3.1.1.1 Два кутика 100 х 5; стиковка 1.2 см											
			Профіль: 100 х 5; ГОСТ 19771-93											
			Сталь: С235;											
9	1		0	48	91	67	77	53	0	94	91	77	94	3.04
9	2		0	48	91	67	77	53	0	94	91	77	94	3.04
16			Підібрано: 4.2.2.1 Два кутика 50 х 4; стиковка 1.2 см											
			Профіль: 50 х 4; ГОСТ 19771-93											
			Сталь: С235;											
16	1		0	47	0	0	67	51	0	0	47	67	0	3.91
16	2		0	47	0	0	67	51	0	0	47	67	0	3.91

Продовження таблиці 2.6

17		Підібрано: 4.2.2.1 Два кутика 50 х 4; стиковка 1.2 см											
		Профіль: 50 х 4; ГОСТ 19771-93											
		Сталь: С235;											
17	1	0	22	79	52	95	72	0	49	79	95	49	3.00
17	2	0	22	79	52	95	72	0	49	79	95	49	3.00
18		Підібрано: 4.2.2.1 Два кутика 70 х 4; стиковка 1.2 см											
		Профіль: 70 х 4; ГОСТ 19771-93											
		Сталь: С235;											
18	1	0	12	51	37	93	76	0	74	51	93	74	4.61
18	2	0	12	51	37	93	76	0	74	51	93	74	4.61
19		Підібрано: 4.2.2.1 Два кутика 70 х 4; стиковка 1.2 см											
		Профіль: 70 х 4; ГОСТ 19771-93											
		Сталь: С235;											
19	1	0	17	71	51	100	82	0	74	71	100	74	4.61
19	2	0	17	71	51	100	82	0	74	71	100	74	4.61
20		Підібрано: 4.2.2.1 Два кутика 50 х 4; стиковка 1.2 см											
		Профіль: 50 х 4; ГОСТ 19771-93											
		Сталь: С235;											
20	1	0	20	0	0	69	52	0	0	20	69	0	4.00
20	2	0	20	0	0	69	52	0	0	20	69	0	4.00
15		Підібрано: 5.1.1.1 Два кутика 100 х 7; стиковка 1.2 см											
		Профіль: 100 х 7; ГОСТ 19771-93											
		Сталь: С235;											
15	1	0	31	84	53	98	65	0	59	84	98	59	3.91
15	2	0	31	84	53	98	65	0	59	84	98	59	3.91

2.3.4 Розрахунок зварних швів

Стержні ферми з'єднуються у вузлах через фасонки за допомогою зварних швів. Зварювання механізоване дротом Св – 08; $d < 1,4\text{мм}$; $\beta_f = 0,7$; $\beta_z = 1$;

$$\gamma_{wf} = \gamma_{wz} = 1$$

Вузол 7.

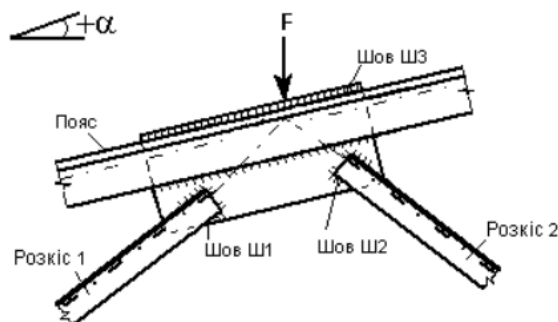


Рис. 2.6. Ескіз вузла

Шов 1: $N=N_{15}=N_{25}=-187.956$ кН

Визначаємо KI_{wo} - відсоток використання шва по оболонку:

Оскільки умова $(\beta_f \cdot R_{wf} / (\beta_z \cdot R_{wz})) = (0.7 \cdot 180 / (1 \cdot 162)) \leq 1$ - задовольняється, то руйнування іде по металу шва і приймаємо відсоток використання шва по оболонку KI_{wo} рівним відсотку використання шва по металу шва KI_{wf} .

$$KI_{wo} = KI_{wf} = 99.0331 \%$$

Тут

$\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$R_{wf} = 180$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу шва

$\beta_z = 1$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$R_{wz} = 0.45 \cdot 360 = 162$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу межі сплавлення

Відсоток використання шва по металу шва рівний

$$KI_{wf} = |\tau_f| / (R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c / \gamma_n) \cdot 100 = |-178.26| / (180 \cdot 1 \cdot 1 / 1) \cdot 100 = 99.0331 \%$$

Тут

$\tau_f = -178.26$ МПа - напруження в розрахунковому перерізі по металу шва

$R_{wf} = 180$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу шва

$\gamma_{wf} = 1$ - коефіцієнт умов роботи шва

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи

$\gamma_n = 1$ - коефіцієнт надійності за призначенням

Напруження в розрахунковому перерізі по металу шва τ_f рівне напруженню

τ_N в шві від поздовжньої сили N :

$$\tau_f = \tau_N = N_x / (\beta_f \cdot 2 \cdot (l_{w.o} - 10) \cdot k_f) \cdot 10^3 = -134.764 / (0.7 \cdot 2 \cdot (100 - 10) \cdot 6) \cdot 10^3 = -178.26 \text{ МПа}$$

Тут

$N_x = -134.764$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$l_{w.o} = 100$ мм - довжина шва по обушку

$k_f = 6$ мм - прийнятий катет зварного шва

Поздовжнє зусилля у відповідній системі координат N_x рівне:

$$N_x = (H_p - Z_0)/H_p \cdot N = (100 - 28.3)/100 \cdot -187.956 = -134.764 \text{ кН}$$

Тут

$H_p = 100$ мм - довжина пера кутика

$Z_0 = 28.3$ мм - відстань центра тяжіння

Визначаємо KI_{wp} - відсоток використання шва по перу:

Оскільки руйнування іде по металу шва то приймаємо відсоток використання шва по перу KI_{wp} рівним відсотку використання шва по металу шва пера KI_{wf} .

$$KI_{wp} = KI_{wf} = 87.9489 \%$$

Відсоток використання шва по металу шва рівний

$$KI_{wf} = |\tau_f| / (R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c / \gamma_n) \cdot 100 = |-158.308| / (180 \cdot 1 \cdot 1 / 1) \cdot 100 = 87.9489 \%$$

Тут

$\tau_f = -158.308$ МПа - напруження в розрахунковому перерізі по металу шва

$R_{wf} = 180$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу шва

$\gamma_{wf} = 1$ - коефіцієнт умов роботи шва

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи

$\gamma_n = 1$ - коефіцієнт надійності за призначенням

Напруження в розрахунковому перерізі по металу шва τ_f рівне напруженню τ_N в шві від поздовжньої сили N_x :

$$\tau_f = \tau_N = N_x / (\beta_f \cdot 2 \cdot (l_{w.p} - 10) \cdot k_f) \cdot 10^3 = -53.1915 / (0.7 \cdot 2 \cdot (50 - 10) \cdot 6) \cdot 10^3 = -158.308 \text{ МПа}$$

Тут

$N_x = -53.1915$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$l_{w,p} = 50$ мм - довжина шва по перу

$k_f = 6$ мм - катет зварного шва

Поздовжнє зусилля у відповідній системі координат N_x :

$$N_x = Z_0/H_p \cdot N = 28.3/100 \cdot (-187.956) = -53.1915 \text{ кН}$$

Тут

$H_p = 100$ мм - довжина пера кутика

$Z_0 = 28.3$ мм - відстань центра тяжіння

Шов 2: $N=N_{16}=N_{24}=80.553$ кН

Визначаємо KI_{wo} - відсоток використання шва по оболушкy:

Оскільки умова $(\beta_f \cdot R_{wf}/(\beta_z \cdot R_{wz})) = (0.7 \cdot 180/(1 \cdot 162)) \leq 1$ - задовільняється , то руйнування іде по металу шва і приймаємо відсоток використання шва по оболушкy KI_{wo} рівним відсотку використання шва по металу шва KI_{wf} .

$$KI_{wo} = KI_{wf} = 94.5639 \%$$

Тут $\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$R_{wf} = 180$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу шва

$\beta_z = 1$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$R_{wz} = 0.45 \cdot 360 = 162$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу межі сплавлення

Відсоток використання шва по металу шва рівний

$$KI_{wf} = |\tau_f| / (R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c / \gamma_n) \cdot 100 = |170.215| / (180 \cdot 1 \cdot 1 / 1) \cdot 100 = 94.5639 \%$$

Тут

$\tau_f = 170.215$ МПа - напруження в розрахунковому перерізі по металу шва

$R_{wf} = 180$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу шва

$\gamma_{wf} = 1$ - коефіцієнт умов роботи шва

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи

$\gamma_n = 1$ - коефіцієнт надійності за призначенням

Напруження в розрахунковому перерізі по металу шва τ_f рівне напруженню

τ_N в шві від поздовжньої сили N_x :

$$\tau_f = \tau_N = N_x / (\beta_f \cdot 2 \cdot (l_{w.o} - 10) \cdot k_f) \cdot 10^3 = 57.1923 / (0.7 \cdot 2 \cdot (70 - 10) \cdot 4) \cdot 10^3 = 170.215 \text{ МПа}$$

Тут

$N_x = 57.1923$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$l_{w.o} = 70$ мм - довжина шва по оболу

$k_f = 4$ мм - прийнятий катет зварного шва

Поздовжнє зусилля у відповідній системі координат N_x :

$$N_x = (H_p - Z_0) / H_p \cdot N = (50 - 14.5) / 50 \cdot 80.5525 = 57.1923 \text{ кН}$$

Тут

$H_p = 50$ мм - довжина пера кутика

$Z_0 = 14.5$ мм - відстань центра тяжіння

Визначаємо KI_{wp} - відсоток використання шва по перу:

Оскільки руйнування іде по металу шва то приймаємо відсоток використання

шва по перу KI_{wp} рівним відсотку використання шва по металу шва пера

KI_{wf} .

$$KI_{wp} = KI_{wf} = 77.2494 \%$$

Відсоток використання шва по металу шва рівний

$$KI_{wf} = |\tau_f| / (R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c / \gamma_n) \cdot 100 = |139.049| / (180 \cdot 1 \cdot 1/1) \cdot 100 = 77.2494 \%$$

Тут

$\tau_f = 139.049$ МПа - напруження в розрахунковому перерізі по металу шва

$R_{wf} = 180$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу шва

$\gamma_{wf} = 1$ - коефіцієнт умов роботи шва

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи

$\gamma_n = 1$ - коефіцієнт надійності за призначенням

Напруження в розрахунковому перерізі по металу шва τ_f рівне напруженню

τ_N в шві від поздовжньої сили N_x :

$$\tau_f = \tau_N = N_x / (\beta_f \cdot 2 \cdot (l_{w,p} - 10) \cdot k_f) \cdot 10^3 = 23.3604 / (0.7 \cdot 2 \cdot (40 - 10) \cdot 4) \cdot 10^3 = 139.049 \text{ МПа}$$

Тут

$N_x = 23.3604$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$l_{w,p} = 40$ мм - довжина шва по перу

$k_f = 4$ мм - катет зварного шва

Поздовжнє зусилля у відповідній системі координат N_x :

$$N_x = Z_0 / H_p \cdot N = 14.5 / 50 \cdot 80.553 = 23.3604 \text{ кН}$$

Тут

$H_p = 50$ мм - довжина пера кутика

$Z_0 = 14.5$ мм - відстань центра тяжіння

Шов 3: $N = N_{16} = N_{24} = 80.553$ кН

Визначаємо KI_{wo} - відсоток використання шва по оболонку:

Оскільки умова $(\beta_f \cdot R_{wf} / (\beta_z \cdot R_{wz})) = (0.7 \cdot 180 / (1 \cdot 162)) \leq 1$ - задовольняється, то руйнування іде по металу шва і приймаємо відсоток використання шва по оболонку KI_{wo} рівним відсотку використання шва по металу шва KI_{wf} .

$$KI_{wo} = KI_{wf} = 81.0069 \%$$

Тут $\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$R_{wf} = 180$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу шва

$\beta_z = 1$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$R_{wz} = 0.45 \cdot 360 = 162$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу межі сплавлення

Відсоток використання шва по металу шва рівний

$$KI_{wf} = |\tau_f| / (R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c / \gamma_n) \cdot 100 = |145.812| / (180 \cdot 1 \cdot 1 / 1) \cdot 100 = 81.0069 \%$$

Тут

$\tau_f = 145.812$ МПа - напруження в розрахунковому перерізі по металу шва

$R_{wf} = 180$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу шва

$\gamma_{wf} = 1$ - коефіцієнт умов роботи шва

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи

$\gamma_n = 1$ - коефіцієнт надійності за призначенням

Напруження в розрахунковому перерізі по металу шва τ_f рівне напруженню

τ_N в шві від поздовжньої сили N_x :

$$\tau_f = \tau_N = N_x / (\beta_f \cdot 2 \cdot (l_{w.o} - 10) \cdot k_f) \cdot 10^3 = 158.206 / (0.7 \cdot 2 \cdot (165 - 10) \cdot 5) \cdot 10^3 = 145.812 \text{ МПа}$$

Тут

$N_x = 158.206$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$l_{w.o} = 165$ мм - довжина шва по обушку

$k_f = 5$ мм - прийнятий катет зварного шва

Поздовжнє зусилля у відповідній системі координат N_x :

$$N_x = (N_p - Z_0) / N_p \cdot N_x = (100 - 27.4) / 100 \cdot 217.915 = 158.206 \text{ кН}$$

Тут

$N_p = 100$ мм - довжина пера кутика

$Z_0 = 27.4$ мм - відстань центра тяжіння

$$N_x = ((N_x - N_x)^2 + F^2)^{1/2} = ((-209.119 - 5.63211)^2 + 37^2)^{1/2} = 217.915 \text{ кН}$$

Визначаємо KI_{wp} - відсоток використання шва по перу:

Оскільки руйнування іде по металу шва то приймаємо відсоток використання шва по перу KI_{wp} рівним відсотку використання шва по металу шва пера

KI_{wf} .

$$KI_{wp} = KI_{wf} = 78.9799 \%$$

Відсоток використання шва по металу шва рівний

$$KI_{wf} = |\tau_f| / (R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c / \gamma_n) \cdot 100 = |142.164| / (180 \cdot 1 \cdot 1 / 1) \cdot 100 = 78.9799 \%$$

Тут

$\tau_f = 142.164$ МПа - напруження в розрахунковому перерізі по металу шва

$R_{wf} = 180$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу шва

$\gamma_{wf} = 1$ - коефіцієнт умов роботи шва

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи

$\gamma_n = 1$ - коефіцієнт надійності за призначенням

Напруження в розрахунковому перерізі по металу шва τ_f рівне напруженню

τ_N в шві від поздовжньої сили N_x :

$$\tau_f = \tau_N = N_x / (\beta_f \cdot 2 \cdot (l_{w,p} - 10) \cdot k_f) \cdot 10^3 = 59.7088 / (0.7 \cdot 2 \cdot (70 - 10) \cdot 5) \cdot 10^3 = 142.164 \text{ МПа}$$

Тут

$N_x = 59.7088$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$l_{w,p} = 70$ мм - довжина шва по перу

$k_f = 5$ мм - катет зварного шва

Поздовжнє зусилля у відповідній системі координат N_x :

$$N_x = Z_0 / H_p \cdot N = 27.4 / 100 \cdot -209.119 = 59.7088 \text{ кН}$$

Тут

$H_p = 100$ мм - довжина пера кутика

$Z_0 = 27.4$ мм - відстань центра тяжіння

$N_x = -209.119$ кН

Аналогічно виконані розрахунки швів для решти вузлів. Отримані результати приведені у таблиці 2.7.

Таблиця розрахунку швів

Таблиця 2.7

№ сте- ржня	Переріз	N, кН	Шов по обушку			Шов по перу		
			N _{об} , кН	k _f , см	l _w , см	N _п , кН	k _f , см	l _w , см
15	100 x 7	- 187.956	-134.764	0,6	10	-53.1915	0,6	5
16	50 x 4	80.553	57.1923	0,4	7	23.3604	0,4	4
17	50 x 4	- 37.000	-26.27	0,4	4	-10.73	0,4	4
18	70 x 4	- 30.119	-21.729	0,4	4	-8.39039	0,4	4
19	70 x 4	- 41.626	-30.0303	0,4	4	-11.5959	0,4	4
20	50 x 4	34.379	24.4091	0,4	4	9.9699	0,4	4

2.4 Розрахунок і конструювання поперечника

2.4.1 Збір навантажень

Згідно п.2.3.1 можна визначити погонні навантаження на ригель рами:

- постійне $10,79 \cdot 8/24 = 3,60$ кН/м
- снігове $26,21 \cdot 8/24 = 8,74$ кН/м

Зберемо вітрове навантаження на раму. Будівля запроектована для м.Тернополя (4 вітровий район) [1]. Навантаження визначаємо із застосуванням ПК ЛИРА-САПР. Вхідні дані та результати розрахунку представлені на рис.2.7, рис.2.8.

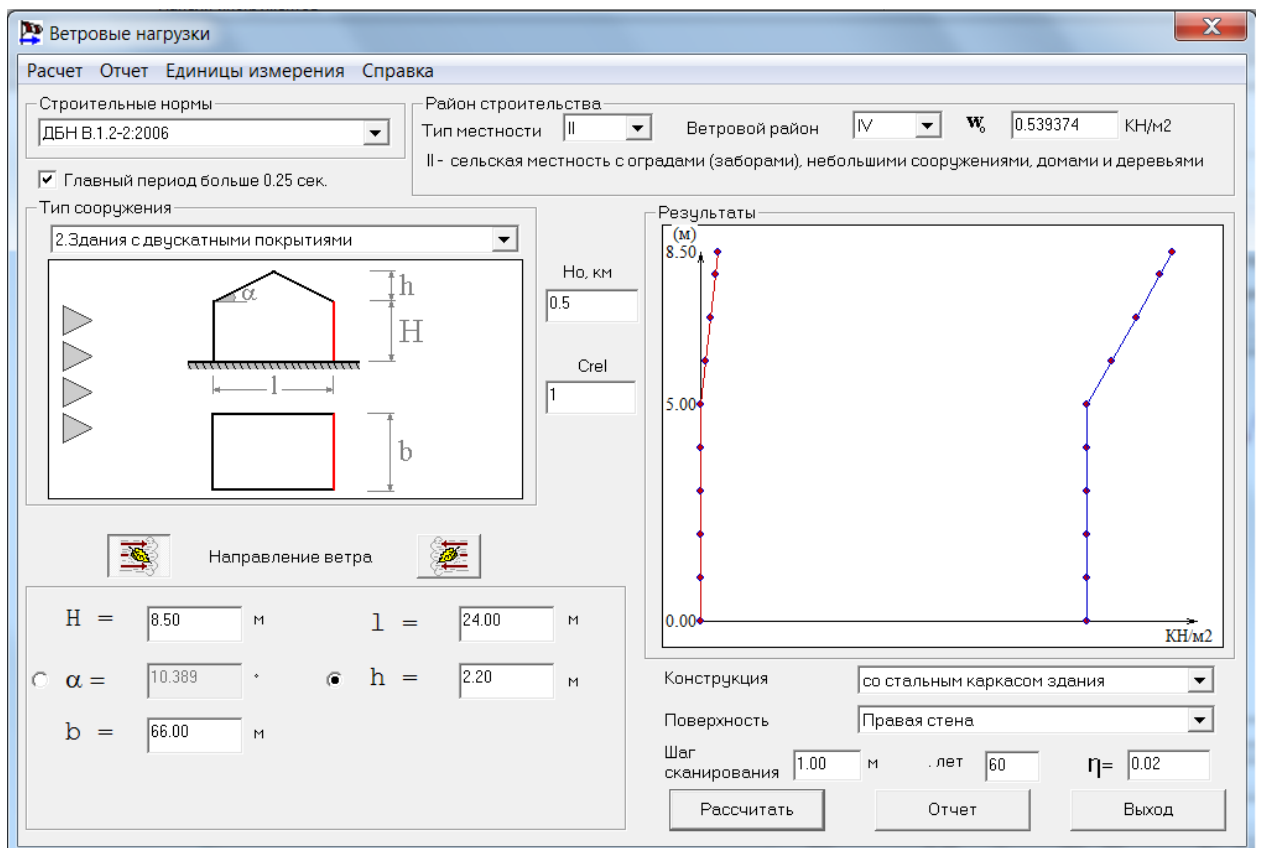


Рис. 2.7. До визначення вітрового навантаження

Ветровые нагрузки (ДБН В.1.2-2:2006)
ЛИРА САПР. Киев, Украина.

Исходные данные

Район строительства	Тип сооружения	Схема	Параметры
Тип местности - II	2.Здания с двускатными покрытиями (со стальным каркасом здания) Главный период больше 0.25 сек.		H = 8.50 м
			l = 24.00 м
Ветровой район - IV	Поверхность - Левая стена		h = 2.20 м
$\omega_0 = 0.54$ КН/м ² $H_0 = 0.50$ км; $C_{alt} = 1.0$ $C_{rel} = 1.0$	Шаг сканирования = 1.00 м		b = 66.00 м
	T = 60.0 лет; $Y_{fm} = 1.04$; $\eta = 0.020$; $Y_{fe} = 0.21$		

- ліва колона

Результаты расчета

Привязка, (м)	Эксплуатационная нагрузка, (КН/м ²)	Предельная нагрузка, (КН/м ²)	Привязка, (м)	Эксплуатационная нагрузка, (КН/м ²)	Предельная нагрузка, (КН/м ²)
0.00	0.10	0.48	1.00	0.10	0.48
2.00	0.10	0.48	3.00	0.10	0.48
4.00	0.10	0.48	5.00	0.10	0.48
6.00	0.10	0.51	7.00	0.11	0.53
8.00	0.11	0.55	8.50	0.11	0.57

- права колона

Результаты расчета

Привязка, (м)	Эксплуатационная нагрузка, (КН/м ²)	Предельная нагрузка, (КН/м ²)	Привязка, (м)	Эксплуатационная нагрузка, (КН/м ²)	Предельная нагрузка, (КН/м ²)
0.00	-0.05	-0.29	1.00	-0.05	-0.29
2.00	-0.05	-0.29	3.00	-0.05	-0.29
4.00	-0.05	-0.29	5.00	-0.05	-0.29
6.00	-0.05	-0.31	7.00	-0.06	-0.32
8.00	-0.06	-0.34	8.50	-0.06	-0.34

Рис. 2.8. Вітрове навантаження

2.4.2 Розрахунок рами

Розрахунок рами здійснюємо з використанням ПК ЛІРА-САПР.

На рис.2.9 показана розрахункова схема поперечника будинку з нумерацією вузлів та стержнів і завантаженням вітровим навантаженням.

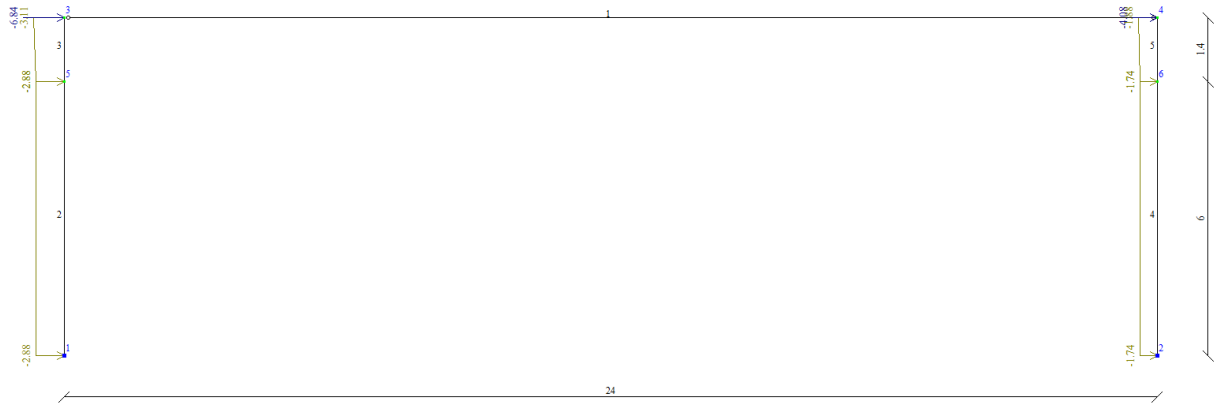


Рис.2.9. Розрахункова схема рами

На рис.2.10...2.13 показані епюри внутрішніх зусиль в колонах при постійному, сніговому та вітровому навантаженні відповідно.

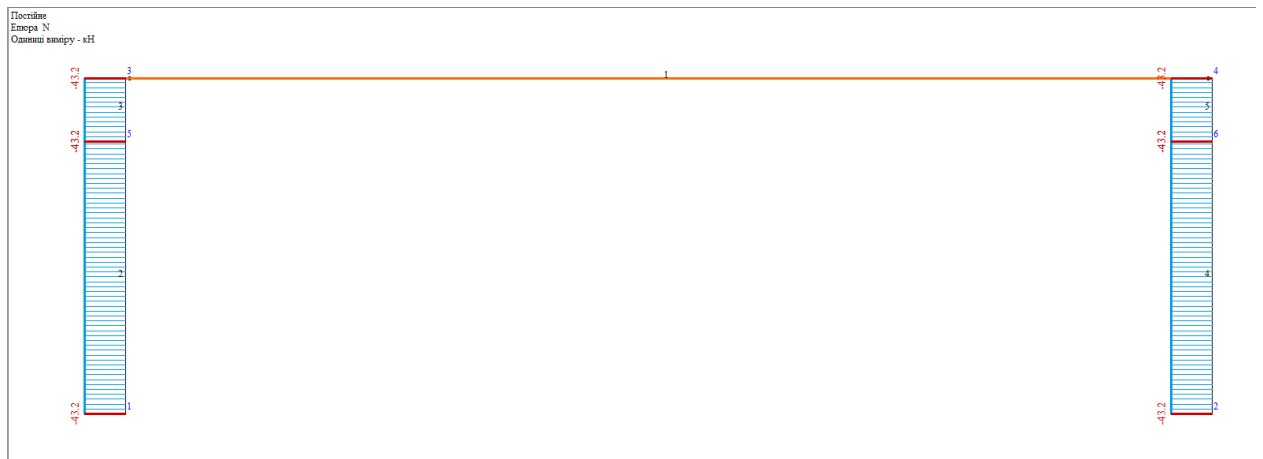


Рис.2.10. Епюра поздовжніх сил від постійного навантаження



Рис.2.11. Епюра поздовжніх сил від снігового навантаження

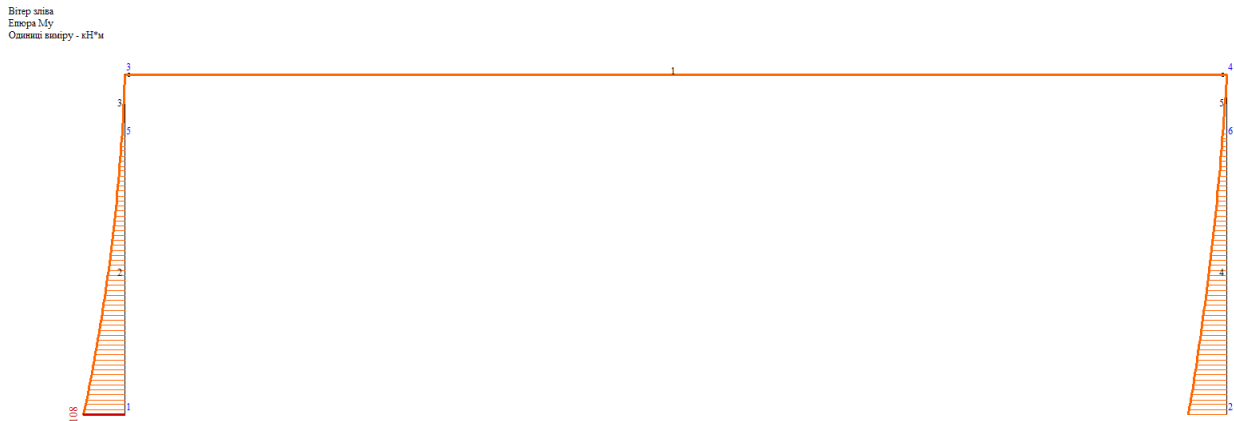


Рис.2.12. Епюра згинальних моментів від вітрового навантаження (зліва)



Рис.2.13. Епюра поперечних сил від вітрового навантаження (вітер зліва)

Колони будемо проектувати згідно розрахункових сполучень зусиль (РСЗ). Отримані в рамках ПК ЛІРА-САПР РСЗ для лівої колони приведено у таблиці 2.8.

Розрахункові сполучення зусиль

Таблиця 2.8

РСЗ(стержні)												
№ елем	№ пер	№ сто вщя	Група РСЗ	Кри-терій	Зусилля						№№ завант	
					N (кН)	Mк (кН*м)	My (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qy (кН)		
2	1	1	A1	1	- 43.200	0.000	108.487	- 25.327	0.000	0.000	1 3	
2	1	2	A1	2	- 129.600	0.000	- 97.638	22.794	0.000	0.000	1 2 -3	
2	1	1	A1	5	- 43.200	0.000	- 108.487	25.327	0.000	0.000	1 -3	
2	1	2	A1	6	- 129.600	0.000	97.638	- 22.794	0.000	0.000	1 2 3	
2	1	1	A1	18	- 139.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2	
2	2	1	A1	1	- 43.200	0.000	73.737	- 21.007	0.000	0.000	1 3	
2	2	2	A1	2	- 129.600	0.000	- 66.363	18.906	0.000	0.000	1 2 -3	
2	2	1	A1	5	- 43.200	0.000	- 73.737	21.007	0.000	0.000	1 -3	
2	2	2	A1	6	- 129.600	0.000	66.363	- 18.906	0.000	0.000	1 2 3	
2	2	1	A1	18	- 139.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2	
2	3	1	A1	1	- 43.200	0.000	45.467	- 16.687	0.000	0.000	1 3	
2	3	2	A1	2	- 129.600	0.000	- 40.921	15.018	0.000	0.000	1 2 -3	
2	3	1	A1	5	- 43.200	0.000	- 45.467	16.687	0.000	0.000	1 -3	
2	3	2	A1	6	- 129.600	0.000	40.921	- 15.018	0.000	0.000	1 2 3	
2	3	1	A1	18	- 139.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2	
2	4	1	A1	1	- 43.200	0.000	23.677	- 12.367	0.000	0.000	1 3	
2	4	2	A1	2	- 129.600	0.000	- 21.310	11.130	0.000	0.000	1 2 -3	
2	4	1	A1	5	- 43.200	0.000	- 23.677	12.367	0.000	0.000	1 -3	
2	4	2	A1	6	- 129.600	0.000	21.310	- 11.130	0.000	0.000	1 2 3	
2	4	1	A1	18	- 139.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2	
2	5	1	A1	1	- 43.200	0.000	8.368	- 8.047	0.000	0.000	1 3	
2	5	2	A1	2	- 129.600	0.000	- 7.531	7.242	0.000	0.000	1 2 -3	
2	5	1	A1	5	- 43.200	0.000	- 8.368	8.047	0.000	0.000	1 -3	
2	5	2	A1	6	- 129.600	0.000	7.531	- 7.242	0.000	0.000	1 2 3	
2	5	1	A1	18	- 139.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2	
3	1	1	A1	1	- 43.200	0.000	8.368	- 8.047	0.000	0.000	1 3	
3	1	2	A1	2	- 129.600	0.000	- 7.531	7.242	0.000	0.000	1 2 -3	
3	1	1	A1	5	- 43.200	0.000	- 8.368	8.047	0.000	0.000	1 -3	
3	1	2	A1	6	- 129.600	0.000	7.531	- 7.242	0.000	0.000	1 2 3	
3	1	1	A1	18	- 139.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2	
3	2	2	A1	2	- 129.600	0.000	- 5.156	6.326	0.000	0.000	1 2 -3	
3	2	2	A1	6	- 129.600	0.000	5.156	- 6.326	0.000	0.000	1 2 3	
3	2	1	A1	13	- 43.200	0.000	- 5.729	7.028	0.000	0.000	1 -3	

Продовження таблиці 2.8

3	2	1	A1	14	- 43.200	0.000	5.729	- 7.028	0.000	0.000	1 3
3	2	1	A1	18	- 139.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
3	3	2	A1	2	- 129.600	0.000	- 3.105	5.391	0.000	0.000	1 2 -3
3	3	2	A1	6	- 129.600	0.000	3.105	- 5.391	0.000	0.000	1 2 3
3	3	1	A1	13	- 43.200	0.000	- 3.450	5.990	0.000	0.000	1 -3
3	3	1	A1	14	- 43.200	0.000	3.450	- 5.990	0.000	0.000	1 3
3	3	1	A1	18	- 139.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
3	4	1	A1	2	- 139.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
3	4	1	A1	13	- 43.200	0.000	- 1.538	4.932	0.000	0.000	1 -3
3	4	1	A1	14	- 43.200	0.000	1.538	- 4.932	0.000	0.000	1 3
3	5	1	A1	2	- 139.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1 2
3	5	1	A1	13	- 43.200	0.000	0.000	3.854	0.000	0.000	1 -3
3	5	1	A1	14	- 43.200	0.000	0.000	- 3.854	0.000	0.000	1 3

2.4.3 Підбір перерізу колони

Підбір перерізу колони здійснюємо з використанням модуля СТК-САПР програмного комплексу ЛІРА-САПР. Результати приведені у таблиці 2.9

Розрахунок колони

Таблиця 2.9

Колони															
Елемент	НП	Група	Крок ребер (планок)	Проценти вичерпання несучої здатності колони по перерізах, %											Довжина елемента
				нор	СУ1	СZ1	СУZ	ГУ1	ГZ1	СС	СП	1ГС	2ГС	М.С	
Переріз: 1. Двотавр 40К1 Профіль: 40К1; ГОСТ 26020 - 83 Сортамент: Двотавр с параллельными гранями полук типа К(колонный) Сталь: С235; ДБН В.2.6-198:2014 Сортамент: Сталь, фасон															
2			Підбрано: 1. Двотавр 35К1 Профіль: 35К1; ГОСТ 26020 - 83 Сталь: С235; ДБН В.2.6-198:2014												
2	1		0.00	27	28	35	0	53	91	29	42	35	91	42	6.40
2	2		0.00	20	22	26	0	53	91	29	48	26	91	48	6.40
2	3		0.00	14	16	19	0	53	91	29	42	19	91	42	6.40
2	4		0.00	9	11	14	0	53	91	29	42	14	91	42	6.40
2	5		0.00	6	8	12	0	53	91	38	42	12	91	42	6.40

Маса колони рівна 1,02т.

3 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1. Технологічна карта

Технологічна карта розроблена на влаштування бетонної підлоги у запроектованому складі. Підлога запроектована одношарова товщиною 150мм із важкого бетону С12/15 із застосуванням методу вакуумування.

3.1.1. Обсяги робіт, необхідні матеріалів, машини

$$24,2 \cdot 66,1 + 66,5 \cdot 6,25 + 48,25 \cdot 4,7 = 2242 \text{ м}^2$$

Необхідні матеріали

Таблиця 3.1

Назва матеріалу	Од. виміру	Витрата на 100м ² підлоги	Загальна витрата
Щебінь із природного каменю, фракція 40-70 мм, марка М400	м ³	5,1	114,3
Суміші бетонні важкі, клас бетону С12/15 , максимальна крупність заповнювача 10 мм	м ³	15,3	343,0
Вода	м ³	0,72	16,1
Дошки з хвойних порід, обрізні, довжиною 2-4 м, шириною 150 мм, товщина 40 мм, IV сорт	м ³	0,11	2,5

Таблиця 3.2

Необхідні машини, механізми, інструменти

№	Назва	Марка	К-сть, шт..
1	Автовантажувач, 5 т		1
2	Компресори пересувні, тиск до 7ат, продуктивність 5 м ³ /хв		1
3	Котки дорожні самохідні гладкі, маса 5 т		1
4	Трамбівки пневматичні при роботі від компресора		1
5	Автобетонозмішувач, 4,5м ³	СБ-159-А	1
6	Бетононасоси, продуктивність 10 м ³ /год (пересувні)		1
7	Лопата совкова		4
8	Нівелір зі штативом та рейкою	Stabila 17862	1
9	Рівень будівельний		4
10	Електрична віброрейка	Enar QP	2
11	Комплекси вакуумні		2
12	Рулетка довжиною 50 м		4
13	Загладжувальні машини	LEVEL 60/63	4

3.1.3. Калькуляція затрат праці

Визначення затрат праці на влаштування бетонної підлоги приведено в таблиці 3.3.

Затрати праці на влаштування бетонної підлоги

Таблиця 3.3

№	Назва будівельного процесу	Одиниці виміру	Обсяг роботи	Затрати праці		Склад ланки, розряд
				На од. виміру люд-год	На весь обсяг люд-год	
1	2	3	4	5	6	7
11-1-2	Ущільнення ґрунту щебенем	100м ²	22,42	8,08	181,2	Маш., роб.2р
11-14-2	Улаштування підлоги бетонної товщиною 150мм, що виконується методом вакуумування	100м ²	22,42	52,93	1173,5	бетонув. 4р.-1, бетонув. 3р.-1

3.1.4. Технологія влаштування бетонних підлог

Вирівняну ґрунтову основу поливають водою, розкидають та вдавлюють у ґрунт щебінь.

Роботи із влаштування бетонних підлог можна виконувати при температурі повітря у приміщенні, основи та бетонної суміші не нижче 5°C. Бетон готують із застосуванням портландцементу марки не нижче 400, щебеню крупністю не більше 15мм (0,8м³ на 1м³ бетону) та середньозернистого або крупнозернистого піску. Осадка конуса бетонної суміші 9-11 см.

Підлогу бетонують смугами шириною 2 м (не більше 3м) через одну починаючи від найвіддаленішої. Після затвердіння бетону бетонують проміжні смуги використовуючи затвердівший бетон, як опалубку та направляючі. Смуги для бетонування формують маяковими рейками (дерев'яні дошки товщиною 4-6см та шириною 150мм, металеві або дерево-металеві), які виставляють по ширині з використанням шаблонів, а по висоті - нівеліра. Маякові рейки виставляються вздовж приміщення та фіксують на цементному розчині. Маякові рейки можуть бути збірно-розбірні інвентарні, багаторазові із швидким та надійним з'єднанням та фіксацією. Бетонну суміш постачають авто бетонозмішувачами, подають бетононасосом безпосередньо до місця бетонування і вкладають між маяковими рейками розрівнюючи лопатами на 3-5 мм вище маякових рейок з врахуванням майбутньої осадки при віброуцільненні. Бетонування смуг повинно відбуватися неперервно; допустимі максимальні інтервали між порціями бетону 30-40 хвилин. Ущільнення бетонної суміші здійснюють віброрейками, які пересуваються по маякових рейках (рис.3.1).

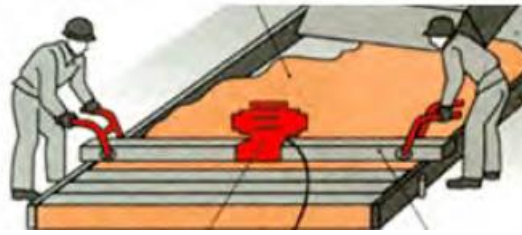


Рис. 3.1. Ущільнення бетонної суміші віброрейками

На вирівняний бетон розкладають відсмоктуючі мати, які підключають гнучкими рукавами до вакуумного пристрою. При цьому фільтрувальне полотнище вкладають безпосередньо на бетон, а верхнє прикатують валиками від середини для покращення герметизації. Вакуумування тривалістю 15-23 хв. проводять при розрідженні 0,07-0,08 МПа. Вакуумування припиняють при відсутності руху води через прозору ділянку шланга. Після закінчення вакуумування скручують краї верхнього полотнища так щоб було видно нижнє, відключають вакуумний пристрій та знімають відсмоктуючий мат.

Після вакуумування зразу ж проводять загладжування поверхні. Перша стадія загладжування здійснюється заглажувальною машиною обладнаною диском. Друга стадія здійснюється через 3-5 год. після першої цією ж машиною у якій диск замінюють на лопасті (рис.3.2).



Рис.3.2. Затирання поверхні

Бетон набирає міцність у вологих умовах. Для цього бетонну поверхню підлоги покривають мішковиною або тканими матами, які підтримують у вологому стані на протязі 7-10 діб.

3.1.4. Контроль якості робіт

При влаштуванні бетонних підлог із застосуванням методу вакуумування необхідно дотримуватись вимог наведених у таблиці

Таблиця 3.4

Вимоги при влаштуванні бетонних підлог вакуумуванням

Вимоги	Методи та обсяги контролю, реєстрація	Допустимі відхилення
Вміст піску у 1м ³ бетонної суміші більше ніж у звичайних сумішах на 150-200 кг.	Вимірювальний контроль, кожні 500м ² поверхні, журнал робіт	-
Рухливість бетонної суміші 8-12см	Вимірювальний контроль, кожні 500м ² поверхні, журнал робіт	-
Розрідження в вакуумнасосі -0,07-0,08 МПа	Вимірювальний контроль, не рідше 4 рази в зміну, журнал робіт	Мінімум 0,06 МПа
Тривалість вакуумування на 1см товщини - 1-1,5 хв	Вимірювальний контроль, не рідше 4 рази в зміну, журнал робіт	-
Міцність підданих вакуумуванню бетонної суміші 0,2-0,3 МПа	Вимірювальний контроль, кожні 500м ² поверхні, журнал робіт	-

Таблиця 3.5

Схема операційного контролю якості

Контрольовані показники	Допустимі відхилення	Періодичність контролю	Метод контролю	Контролер
Рівність поверхні підлоги	Максимальний просвіт між рейкою і підлогою 6мм.	В 3-х точках на поперечнику	Рейка довжиною 2м	Виконроб, майстер
Відхилення поверхні від горизонтальної площини	Не більше 0,2% довжини чи ширини приміщення, але не більше 50мм	В 3-х точках на поперечнику	Рейка з рівнем	Виконроб, майстер
Товщина підлоги	Максимум 10%	В 3-х точках на попереч.	Щуп	Виконроб, майстер
Ухил поверхні	50мм на 1м	В 3-х точках на попереч.	Нівелір	Геодезист

Техніко-економічні показники технологічної карти приведені в таблиці 3.6.

ТЕП технологічної карти

Таблиця 3.6

Назва показника	Одиниці виміру	Прийняті значення по ТК
Обсяг робіт по ТК	м ²	2242
Трудомісткість на весь обсяг	люд.-дні	169
Трудомісткість на одиницю виміру	люд.-дні/ м ²	0,075

3.2 Розробка календарного плану

Календарний план виконання робіт на об'єкті в складі ПВР розробляється для нескладних об'єктів, окремих видів складних і об'ємних робіт, підготовчого періоду [10]. Календарний план (графік) виконання робіт складається згідно додатку Л норм ДБН А.3.1-5:2016 [3]. У календарному графіку встановлюється послідовність та визначаються терміни виконання робіт з урахуванням оптимізації будівельних процесів, вимог охорони праці та техніки безпеки. Згідно норм [3] у складі проекту виконання робіт розробляють також графік руху робітників на об'єкті (додаток Л.4), графік постачання на об'єкт виробів, матеріалів, конструкцій (додаток Л.2), а також графік роботи основних будівельних машин та механізмів на об'єкті (додаток Л.5).

Розробку календарного плану виконання робіт на об'єкті здійснюють в наступному порядку:

- встановлюють перелік будівельно-монтажних робіт для календарного плану;
- вибирають методи виконання цих робіт;
- підраховують обсяги цих робіт;
- визначають необхідну кількість матеріалів та конструкцій для виконання цих робіт;
- підраховують згідно нормативів трудоемність робіт;
- встановлюють технологічну послідовність і тривалість будівельно-монтажних робіт і будують графік виконання робіт з будівництва об'єкту;
- складають графік руху робітничих кадрів на об'єкті, графік; використання машин і механізмів, графік постачання на об'єкт матеріалів, конструкцій та виробів.

У дипломній роботі обсяги будівельних робіт приймають згідно робочих креслень. Обсяги робіт підготовчого періоду, електромонтажні, сантехнічні, опалення, вентиляція та невраховані роботи приймають в % до загального обсягу робіт.

Трудомісткість кожної роботи визначають на основі норм. Загальні трудозатрати кожного будівельного процесу визначають шляхом множення обсягу робіт на норматив трудомісткості. Склад бригад приймають відповідно до норм та необхідних термінів будівництва.

Таблиця 3.7

Відомість об'ємів робіт

№ п/п	Назва роботи	Одиниця виміру	Обсяг
1	Підготовчі роботи	-	-
2	Зрізання рослинного шару ґрунту бульдозером	1000 м ²	23,25
3	Попереднє планування майданчика	1000 м ²	23,25
4	Остаточне планування майданчика	1000 м ²	23,25
5	Облаштування тимчасових будинків	шт	6
6	Копання котлованів під окремо стоячі колони	100 м ³	1.44
7	Зачистка дна вручну	1 м ²	100
8	Влаштування основи під фундаменти	1 м ²	100
9	Монтаж фундаментів	1 шт	76
10	Засипка ґрунту	100 м ³	0.25
11	Монтаж колон	1 т констр.	34.6
12	Монтаж ферм покриття	1 т констр.	25,68
13	Монтаж зв'язків	1 т констр.	6.5
14	Влаштування прогонів по покрівлі	1 т констр.	26.18
15	Монтаж нижнього профнастилу	100 м ²	24.0
16	Монтаж пароізоляції	100 м ²	24.0

Продовження табл.3.7

17	Укладання мінеральної вати	100 м ²	24.0
18	Монтаж гідробар'єру	100 м ²	24.0
19	Монтаж верхнього профнастилу	100 м ²	24.0
20	Монтаж фундаментних балок	1 шт	28
21	Зворотна засипка ґрунту	100 м ³	0.12
22	Встановлення прогонів на стіни	1 т констр.	10.2
23	Монтаж стінового огороження	100 м ²	15.22
24	Встановлення воріт	1 т констр.	1.1
25	Ущільнення ґрунту щебенем	100м ²	22,4
26	Улаштування підлоги бетонної товщиною 150мм, що виконується методом вакуумування	100м ²	22,4
27	Електромонтажні роботи	5%	
28	Сантехнічні роботи	6%	
29	Опалення і вентиляція	5%	
30	Невраховані роботи	1%	

3.3 Будівельний генплан

Будівельний майданчик обгороджений. Ширина тимчасових доріг прийнята рівною 6 метрів. Будівельний майданчик забезпечується електроенергією, водою. Для загального освітлення території установлені освітлювальні щогли з групами прожекторів.

На будівельному майданчику розміщено:

- Склади матеріалів і конструкцій (закритий, склад-навіс, майданчики для складування);
- Побутові приміщення для робітників;
- Гардероб з душовою;
- Туалети;
- Щит пожежогасіння;

- Огородження небезпечних зон крана;
- Тимчасовий паркан із двома воротами й прохідними;

Кількість прожекторів ПЗС-35 ($P_n = 500\text{Вт}$, $\rho = 0,4 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{лк}$) необхідних для забезпечення нормативної освітленості загальної території будмайданчика 2лк рівне

$$n = \rho \cdot \frac{E \cdot S}{P_n} = 0,4 \cdot \frac{2 \cdot 8439}{500} = 13,5 \approx 14.$$

Прожектори раціонально встановлювати на освітлювальні щогли або змонтовані конструкції групами по 4 і більше. У нашому випадку на освітлювальній щоглі приймаємо по 4 прожектори. Тоді необхідно чотири щогли ($n = 14/4 \approx 4$).

4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Об'єктний кошторис

на будівництво об'єкта: Склад готової продукції площею 1600 м.кв.

Кошторисна вартість	14622.93 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	1311.35 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	3973.78 тис.грн.
Вимірник одиничної вартості	902.65 грн
(будівельний об'єм = 16200 м3)	

№ п/п	Номери кошторисів	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Базисна кошторисна вартість, тис. грн.					Кошторисна трудоміст., тис.люд.-год.	Кошторисна заробітна плата, тис.грн.	Показн. одинич. вартості, грн.
			будівельних робіт	монтажних робіт	устаткування, меблів	інших витрат	всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	УРН	Загальнобудів. роботи	12960.0				12960.00	1283.04	3888.00	800.00
2	УРН	Опалення	99.63				99.63	9.86	29.89	6.15
3	УРН	Вентиляція	72.90				72.90	7.22	21.87	4.50
4	УРН	Водопровід	16.20				16.20	1.60	4.86	1.00
5	УРН	Каналізація	16.20				16.20	1.60	4.86	1.00
6	УРН	Електроосвітлення	81.00				81.00	8.02	24.30	5.00
7	УРН	Технол. обладнання		0.00	1377.00		1377.00	0.00	0.00	85.00
		Всього	13245.93	0.00	1377.00	0.00	14622.9	1311.35	3973.78	902.65

4.2 Зведений кошторисний розрахунок

№ п/п	Номери кошторисів	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Базисна кошторисна вартість			Інші витрати	Загальна розрах. кошт. вартість, тис. грн.
			будівельних робіт	монтажних робіт	устаткування, меблів		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Глава 1	Підготовка території будівництва	264.92	0.00			264.92
		Всього для глави 1	264.92	0.00			264.92
	Глава 2	Основні об'єкти будівництва					
2	02_01	Склад готової продукції площею 1600 м.кв.	13245.93	0.00	1377.00	0.00	14622.93
		Всього для глави 2	13245.93	0.00	1377.00		14622.93
3	Глава 3	Об'єкти підсобного та обслуговувального призначення	1986.89	0.00			1986.89
		Всього для глави 3	1986.89	0.00			1986.89
4	Глава 4	Об'єкти енергетичного господарства	662.30	0.00			662.30
		Всього для глави 4	662.30	0.00			662.30
5	Глава 5	Об'єкти транспортного господарства і зв'язку	397.38	0.00			397.38
		Всього для глави 5	397.38	0.00			397.38
6	Глава 6	Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання та газопостачання	1059.67	0.00			1059.67
		Всього для глави 6	1059.67	0.00			1059.67
7	Глава 7	Благоустрій та озеленення території	417.25				417.25
		Всього для глави 7	417.25				417.25
		Всього для глав 1-7	18034.33	0.00	1377.00	0.00	19411.33
8	Глава 8	Тимчасові будівлі і споруди	476.85	0.00			476.85
		Всього для глави 8	476.85	0.00			476.85
		Всього для глав 1-8	18511.19	0.00	1377.00	0.00	19888.19
9	Глава 9	Інші роботи і витрати					
						0.00	0.00
		Всього для глави 9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

		Всього для глав 1-9	18511.19	0.00	1377.00	0.00	19888.19
10	Глава 10	Утримання служби замовника і авторський нагляд					
11		Утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд)				596.65	596.65
12		Здійснення авторського нагляду				0.03	0.03
		Всього для глави 10	0.00	0.00	0.00	596.67	596.67
13	Глава 11	Підготовка експлуатаційних кадрів				198.88	198.88
		Всього для глави 11	0.00	0.00	0.00	198.88	198.88
14	Глава 12	Проектні та вишукувальні роботи					
15		Кошторисна вартість проектно-вишукувальних робіт				5.55	5.55
		Всього для глави 12	0.00	0.00	0.00	5.55	5.55
		Всього для глав 1-12	18511.19	0.00	1377.00	602.23	20490.41
		Кошторисний прибуток (П)	18511.19	0.00			18511.19
		Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва (Р)				737.65	737.65
		Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами (І)				3073.56	3073.56
		Разом (гл1-12 + П + Р + І)	18511.19	0.00	1377.00	4413.44	24301.63
		Податки, збори, обов'язкові платежі, встановлені чинним законодавством і не враховані складовими вартості будівництва, всього				5394.96	5394.96
		В тому числі:					
		а) відрахування коштів у державний інноваційний фонд				243.02	243.02
		б) Відрахування коштів на виконання робіт та послуг з розвитку доріг загального користування				291.62	291.62
		в) ПДВ				4860.33	4860.33
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	18511.19	0.00	1377.00	8826.89	28715.07
		Зворотні суми					71.53

Економічний ефект

Економічний ефект від скорочення термінів будівництва отримують у сфері експлуатації та у сфері будівництва. У сфері експлуатації ефект отримують від дострокового введення в дію об'єкту. Його величину обчислюють за формулою:

$$E_d = E_H \times \Phi (T_1 - T_2)$$

де: E_H - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ($E_H = 0,15$).

$$\begin{aligned} \Phi & - \text{вартість спорудження об'єкту, тис.грн.} \\ \Phi & = 14622,9 \quad \text{тис.грн.} \\ T_1 & - 0,35 \quad \text{року - нормативний термін будівництва} \\ T_2 & - 0,33 \quad \text{року тривалість будівництва за проєстом} \\ E_d & = 53,17 \quad \text{тис.грн.} \end{aligned}$$

У сфері будівництва ефект отримують завдяки економії умовно-постійних накладних витрат. Його величину визначають за формулою:

$$E_6 = 0,5H \left(1 - \frac{T_1}{T_2} \right)$$

де: 0,5 - частка умовно-постійних у загальній сумі накладних витрат. H - накладні витрати в складі кошторисної вартості. Для розрахунку суми накладних витрат приймаємо норму накладних витрат -20,6%. Взяти кошторисну вартість об'єкту (K) отримаємо:

$$H = K \times 0,206$$

$$K = 14622,93 \quad \text{тис.грн.}$$

$$H = 14622,93 \times 0,206 = 3012,3 \quad \text{тис.грн.}$$

Тоді ефект від економії умовно-постійних накладних витрат становить:

$$E_6 = 506,42 \quad \text{тис.грн.}$$

Загальний ефект від скорочення термінів будівництва буде:

$$E_3 = E_d + E_6$$

$$E_3 = 559.60 \text{ тис.грн.}$$

Економічний ефект від використання прогресивних конструкцій визначають за порівнянням з базовим варіантом. Порівнюючи вартість будівництва об'єкту за проектом з типовим вирішенням, визначаємо ефект, що зумовлений прогресивним конструктивним рішенням.

За типовим проектом вартість загальнобудівельних робіт становить

$$14256.00 \text{ тис.грн.}$$

Для нашого проекту вартість загальнобудівельних робіт становить

$$12960.00 \text{ тис.грн.}$$

Ефект становить:

$$E_k = 1296.00 \text{ тис.грн.}$$

З врахуванням галузевого індекса ($K=1,104$) та коефіцієнтів збільшення прямих накладних затрат і планових нагромаджень цей ефект становитиме:

$$E_k = 1296.00 \times 1,104 \times (1+0,9792+0,1009+0,0881)$$

$$E_k = 3102.23 \text{ тис.грн.}$$

Сумарний економічний ефект становить:

$$E_c = E_3 + E_k = 3661.82 \text{ тис.грн.}$$

4.3 Техніко-економічний аналіз прийнятих проектних рішень

Основні показники дипломного проекту

Показники	Показники по дипломному проекту
А. Показники об'ємно-планувального і конструктивного рішення	
1. Коефіцієнт забудови $K_{зб} = \frac{S_{буд.}}{S_{тер.}}$	0.15
2. Коефіцієнт використання території $K_{ет} = \frac{S_{кр.буд} + S_{скл} + S_{дор.}}{S_{тер.}}$	0.72
3. Коефіцієнт збірності $K_{зб.} = \frac{C_{зб.констр.}}{C_{заг.}}$	0.87
Б. Показники кошторисної вартості	
4. Загальна кошторисна вартість будівництва, тис.грн. в тому числі кошторисна вартість БМР, тис.грн.	28715.07 18511.19
5. Вартість одного метра кубічного будови, грн.	902.65
В. Показники проекту виробництва	
6. Загальні трудовозатрати на БМР, людино-днів	430
7.Трудовозатрати на 1 м. кубічний будівлі, люд.-днів/м.кубічний	0.03
8. Максимальна кількість робітників на БМР люд.	10
9. Середня кількість робітників на БМР люд.	5
10. Середня продуктивність одного робітника в день на будівництві об'єкту, тис. грн./люд.днів	43.05
11. Тривалість будівництва об'єкту, місяці а) нормативна б) проектна	4.2 3.9
12. Сумарний економічний ефект, тис.грн. в тому числі: а) від прийнятих прогресивних проектних рішень б) від скорочення термінів будівництва.	3661.82 3102.23 559.60

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Заходи з електробезпеки

Устрій і експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до вимог правил устрою електроустановок, міжгалузевих правил охорони праці при експлуатації електроустановок споживачів, правил експлуатації електроустановок споживачів.

Устрій і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території необхідно здійснювати силами електротехнічного персоналу, що має відповідну кваліфікаційну групу по електробезпеці. Розводка тимчасових електромереж напругою до 1000 В, які використовуються при електропостачанні об'єктів будівництва, повинна бути виконана ізольованими проводами або кабелями на опорах або конструкціях, розрахованих на механічну міцність при прокладці по них проводів і кабелів, на висоті над рівнем землі, настилу не менш, м:

3,5 - над проходами;

6,0 - над проїздами;

2,5 - над робочими місцями.

Застосовувати стаціонарні світильники в якості ручних забороняється. Необхідно користуватися ручними світильниками тільки промислового виготовлення.

Вимикачі, рубильники й інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі, повинні бути в захищеному виконанні відповідно до вимог державних стандартів.

Всі електропускові пристрої повинні бути розміщені так, щоб виключалася можливість пуску машин, механізмів і обладнання сторонніми особа-

ми. Забороняється включення декількох струмоприймачів одним пусковим пристроєм. Розподільні щити й рубильники повинні мати замикаючі пристрої

Штепсельні розетки на номінальні струми до 20 А, розташовані поза приміщеннями, а також аналогічні штепсельні розетки, розташовані усередині приміщень, але призначені для живлення переносного електроустаткування й ручного інструменту, що застосовується поза приміщеннями, повинні бути захищені пристроями захисного відключення зі струмом спрацьовування не більше 30 мА або кожна розетка повинна бути заживлена від індивідуального розділювального трансформатора з напругою вторинної обмотки не більше 42 В.

Штепсельні розетки й вилки, які застосовуються в мережах напругою до 42 В, повинні мати конструкцію, відмінну від конструкції розеток і вилок напругою більше 42 В.

Металеві будівельні рештування, металеві огороження місць робіт, полки й лотки для прокладки кабелів і проводів, рейкові шляхи вантажопідйомних кранів і транспортних засобів з електричним приводом, корпуса обладнання, машин і механізмів з електроприводом повинні бути заземлені (занулені) відповідно до діючих норм відразу після їхньої установки на місце до початку будь-яких робіт.

Струмоведачі частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені або розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них.

Допуск персоналу будівельно-монтажних організацій до робіт у діючих установках і охоронній лінії електропередачі повинен здійснюватися відповідно до міжгалузевих правил по охороні праці при експлуатації електроустановок споживачів.

Підготовка робочого місця й допуск до роботи відрядженого персоналу здійснюються у всіх випадках електротехнічним персоналом експлуатуючої організації.

5.2 Заходи з пожежобезпеки

Виробничі території повинні бути обладнані засобами пожежогасіння згідно норм.

У місцях, що містять горючі або легкозаймісті матеріали, паління повинно бути заборонене, а користування відкритим вогнем допускається тільки в радіусі більше 50 м.

Не дозволяється накопичувати на площадках горючі речовини (жирні масляні ганчірки, опилки або стружки й відходи пластмас), їх варто зберігати в закритих металевих контейнерах у безпечному місці.

Протипожежне устаткування повинне утримуватися в справному, працездатному стані. Проходи до протипожежного устаткування повинні бути завжди вільні й позначені відповідними знаками.

На робочих місцях, де застосовуються або приготуються фарби й інші матеріали, що виділяють вибухонебезпечні або шкідливі речовини, не допускаються дії з використанням вогню або дії які викликають іскроутворення. Ці робочі місця повинні провітрюватися. Електроустановки в таких приміщеннях (зонах) повинні бути у вибухобезпечному виконанні. Крім того, повинні бути вжиті заходи, що запобігають виникненню й нагромадженню зарядів статичної електрики.

Робочі місця, небезпечні у вибухо- або пожежному відношенні, повинні бути укомплектовані первинними засобами пожежогасіння й засобами контролю й оперативного оповіщення про загрозливу ситуацію.

5.3 Захист працівників від шкідливих виробничих факторів

Гранично припустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони, а також рівні шуму й вібрації на робочих місцях не повинні перевищувати встановлених відповідними державними стандартами.

При виконанні будівельно-монтажних робіт на території організації або у виробничих цехах крім контролю за шкідливими виробничими факторами, обумовленими будівельним виробництвом, необхідно організувати контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних норм у встановленому порядку.

Устаткування, при роботі якого можливі виділення шкідливих газів, пари і пилу, повинне поставлятися комплектно з усіма необхідними укриттями й пристроями, що забезпечують надійну герметизацію джерел цих виділень. Укриття повинні мати пристрою для підключення до аспіраційних систем (фланці, патрубки й т.д.) для механізованого видалення відходів виробництва.

Полімерні матеріали й вироби повинні застосовуватися відповідно до переліку, затвердженого у встановленому порядку. При використанні таких матеріалів і виробів необхідно керуватися також паспортами на них, знаками й написами на тарі, у якій вони знаходилися.

Імпортні полімерні матеріали й вироби допускається застосовувати тільки при наявності на них санітарно-епідеміологічного висновку про відповідність санітарним правилам і інструкції з їхнього застосування, затвердженої у встановленому порядку.

Забороняється використання полімерних матеріалів і виробів з вибухонебезпечними й токсичними властивостями без ознайомлення з інструкціями з їхнього застосування, затвердженими у встановленому порядку.

Лакофарбові, ізоляційні, оздоблювальні й інші матеріали, що виділяють вибухонебезпечні або шкідливі речовини, дозволяється зберігати на робочих місцях у кількостях, що не перевищують змінної потреби.

Матеріали, що містять шкідливі або вибухонебезпечні розчинники, необхідно зберігати в герметично закритій тарі.

Машини й агрегати, що створюють шум при роботі, повинні експлуатуватися таким чином, щоб рівні звукового тиску й рівні звуку на постійних робочих місцях у приміщеннях і на території організації не перевищували допустимих величин, зазначених у державних стандартах.

5.4 Безпека при електрозварювальних і газополумєневих роботах

Місця проведення електрозварювальних і газополумєневих робіт на даному, а також на розміщених нижче ярусах (при відсутності негорючого захисного настилу або настилу, захищеного негорючим матеріалом) повинні бути звільнені від горючих матеріалів у радіусі не менше 5 метрів, а від вибухонебезпечних матеріалів і установок (у тому числі газових балонів і газогенераторів) - 10 м.

При різанні елементів конструкцій повинні бути вжиті заходи проти випадкового обвалення відрізаних елементів.

Освітлення при проведенні зварювальних робіт усередині ємностей повинне здійснюватися за допомогою світильників, установлених зовні, або за допомогою ручних переносних ламп.

Металеві частини електрозварювального обладнання, що не перебувають під напругою, а також вироби й конструкції, які зварюються на увесь час зварювання повинні бути заземлені, а у зварювального трансформатора, крім

цього, необхідно з'єднати заземлюючий болт корпуса із затискачем вторинної обмотки, до якого підключається зворотній провід.

Проведення електрозварювальних робіт під час дощу або снігопаду при відсутності навісів над електрозварювальним обладнанням і робочим місцем електрозварювача не допускається.

Газові балони дозволяється перевозити, зберігати, видавати й одержувати тільки особам які пройшли навчання щодо користування ними.

Газові балони повинні бути убезпечені від ударів і дії прямих сонячних променів, а також віддалені від опалювальних приладів на відстань не менш 1 метра.

При експлуатації, зберіганні й переміщенні кисневих балонів повинні бути забезпечені заходи проти зіткнення балонів і рукавів з мастильними матеріалами, а також одягом і обтиральними матеріалами, що мають сліди масел.

Переміщення газових балонів необхідно здійснювати на спеціально призначені для цього візках, у контейнерах і інших пристроях, що забезпечують стійке положення балонів.

5.5 Техніка безпеки при верхолазних роботах

Монтаж конструкцій в основному роблять на висоті більше 5 м у досить небезпечних умовах. Висотними роботами є операції, включаючи переходи по конструкціях, які виконуються на висоті більше 5 м від землі або робочої площадки, безпосередньо з конструкцій або обладнання. При виконанні цих робіт повинні особливо ретельно дотримуватися правила техніки безпеки.

До самостійних висотних робіт допускають робітників не молодших 18 років і не старших 60, що пройшли медогляд і мають стаж роботи не менш року й тарифний розряд не нижче 3-го. Всі робітники при надходженні на

роботу повинні пройти навчання безпечним методам провадження робіт. По закінченні навчання щорічно проводиться перевірка знань техніки безпеки із записом у журналі й видачею посвідчення.

Перед допуском до роботи, а також у процесі виконання нових робіт робітники повинні пройти інструктаж з техніки безпеки й одержати вказівки по виконанню операцій. Повторний інструктаж проводять для всіх робітників не рідше 2 разів у рік.

Робітники, які допускаються вперше до верхолазних робіт, протягом одного року повинні працювати під наглядом досвідчених робітників і до самостійних верхолазних робіт не допускаються.

Основні фактори, що забезпечують безпеку виконання монтажних робіт:

- точне виконання технології й організації робіт і вимог техніки безпеки, розроблених у проекті виконання робіт, затвердженого для виконання керівництвом монтажних робіт. Проект повинен бути пророблений з монтажниками;
- організація робочих місць і умов безпечної роботи;
- забезпечення монтажників засобами особистої безпеки й контроль за їхнім використанням;
- повна готовність монтажної площадки до початку робіт - забезпечення необхідним устаткуванням, пристосуваннями, допоміжними матеріалами й необхідним запасом якісних конструкцій, а також побутовими приміщеннями;
- при суміщенні робіт з роботами інших організацій повинні бути розроблені заходи щодо техніки безпеки, що включають графіки суміщених робіт і механізмів, які повинні строго виконуватися.

На роботи в діючих підприємствах і цехах, а також у закритих ємностях, зонах дії механічного обладнання й розташування ліній електропередач повинні видаватися наряди-допуски.

Всі роботи на висоті, а також переходи по конструкціях верхолази зобов'язані виконувати, закріпившись карабіном фала запобіжного пояса за змонтовані конструкції, приварені скоби або натягнуті страховочні канати. Кожний запобіжний пояс повинен бути випробуваний, про що повинна бути зроблена запис у паспорті пояса. Пояси оглядають не рідше 1 рази в 15 днів. Дані про випробування на оглядах заносять у спеціальний журнал.

Для запобігання голови від травм при падінні зверху предметів всі монтажники повинні постійно носити каску. Без касок робітники й інженерно-технічний персонал до роботи не допускаються. Відповідно до правил техніки безпеки всі монтажники повинні бути забезпечені спецодягом, рукавицями, взуттям на нековзній підшві й іншими засобами індивідуального захисту.

5.6 Заходи для зниження негативного впливу від реалізації проекту

Проектом передбачаються наступні заходи щодо охорони навколишнього середовища:

Для зменшення об'єму викидів забруднюючих речовин в атмосферу.

- Рекомендується застосовувати механізми в основному з електроприводом (монтажні крани, підйомники, електричний компресор і ін.), як найбільш екологічно чисті.

Особливу увагу необхідно приділити заходам, спрямованим на запобігання переносу забруднення з будмайданчику на суміжні території. У зв'язку із цим передбачається:

- Виконання робіт строго в зоні, відведеній будгенпланом;

- Упорядковане транспортування й складування сипучих і рідких матеріалів;
- Перед виїздом з будмайданчику обладнати пункт мийки коліс автотранспорту, на якому здійснюється очищення коліс і зовнішніх боків кузова від бруду. Після мийки коліс забруднена вода попадає в бак-накопичувач і в міру нагромадження вивозиться за межі будмайданчику.
- Збір у спеціальні піддони, установлені під відповідні механізми, відпрацьованих нафтопродуктів, моторних масел і т.п. і їхню утилізацію.

Крім того необхідно:

- Регулярно вивозити будівельне сміття;
- Організувати механізоване прибирання території будмайданчику;
- Після закінчення будівництва всі тимчасові споруди розбираються й вивозяться.

6. НАУКОВА РОБОТА

Дослідимо вплив моделювання вузлів запроєктованої ферми (шарнірне чи жорстке з'єднання) на зусилля у стержнях при завантаженні правої половини ферми сніговим навантаженням.

Якщо у розрахунковій схемі ферми вважати вузли шарнірними, то ферма є статично визначеною і зусилля не залежать від жорсткостей перерізів. В стержнях виникають тільки зусилля N (поздовжня сила). На рис. 6.1 показані епюри поздовжніх сил, а на рис. 6.2 - переміщення вузлів ферми. У таблиці 6.1 приведено зусилля в елементах ферми.

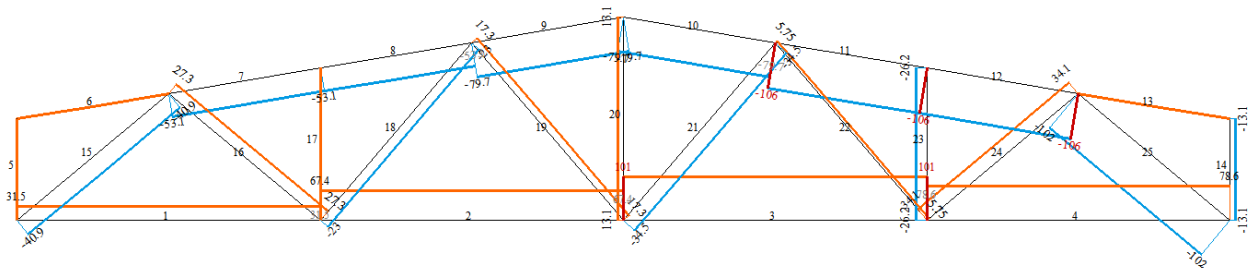


Рис.6.1. N при шарнірних вузлах

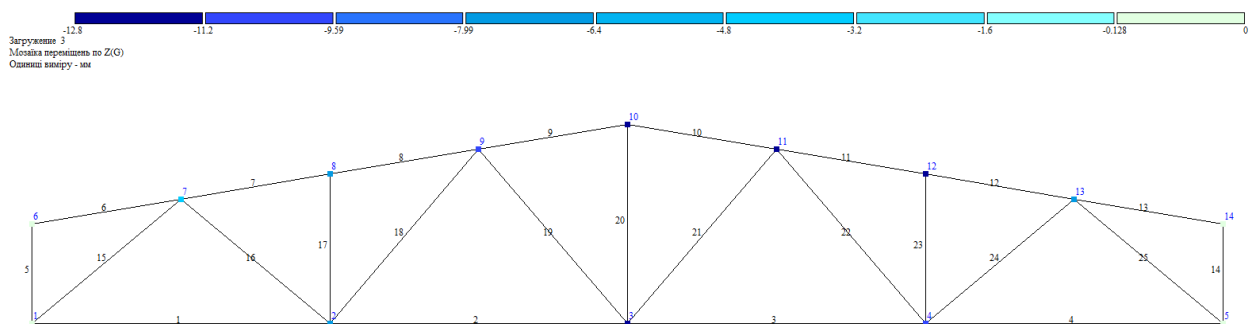


Рис.6.2. Вертикальні переміщення при шарнірних вузлах

Таблиця 6.1

Поздовня сила у стержнях при шарнірних вузлах

№ елем	Зусилля	№ елем	Зусилля
	N, кН		N, кН
1	31.452	14	- 13.105
2	67.397	15	- 40.941
3	101.096	16	27.294
4	78.630	17	0.000
5	0.000	18	- 23.014
6	0.000	19	17.260
7	- 53.143	20	13.105
8	- 53.143	21	- 34.521
9	- 79.715	22	5.753
10	- 79.715	23	- 26.210
11	- 106.286	24	34.118
12	- 106.286	25	- 102.353
13	0.000		

Таблиця 6.2

Переміщення при шарнірних вузлах

№ ву- зла	X (мм)	Z (мм)
1	0.000	0.000
2	0.607	- 7.485
3	1.907	- 11.798
4	3.857	- 11.169
5	5.373	0.000
6	2.121	0.000
7	2.783	- 3.975
8	2.952	- 7.485
9	3.004	- 10.293
10	2.583	- 11.515
11	1.745	- 12.790
12	1.112	- 11.593
13	1.090	- 6.727
14	2.200	- 0.067

Якщо у розрахунковій схемі ферми вважати вузли жорсткими, то ферма є статично невизначеною і зусилля залежать від жорсткостей перерізів. Визначимо зусилля у фермі з жорсткими вузлами прийнявши жорсткості стержнів згідно проекту. На рис. 6.3-6.5 показані епюри M , Q , N а на рис. 6.6 - переміщення вузлів ферми.

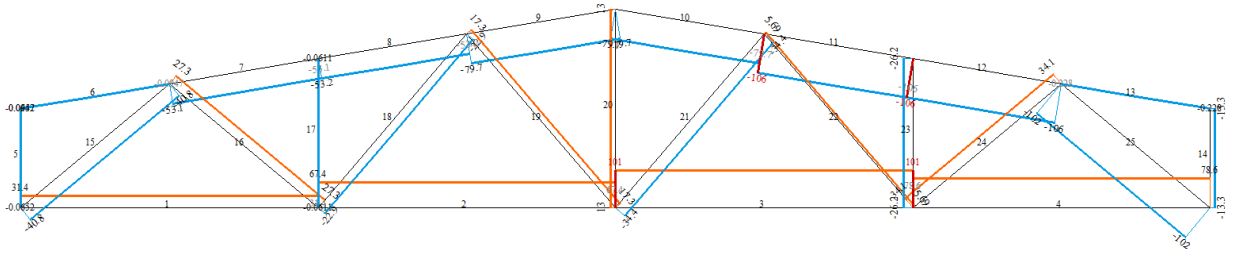


Рис.6.3. N при жорстких вузлах

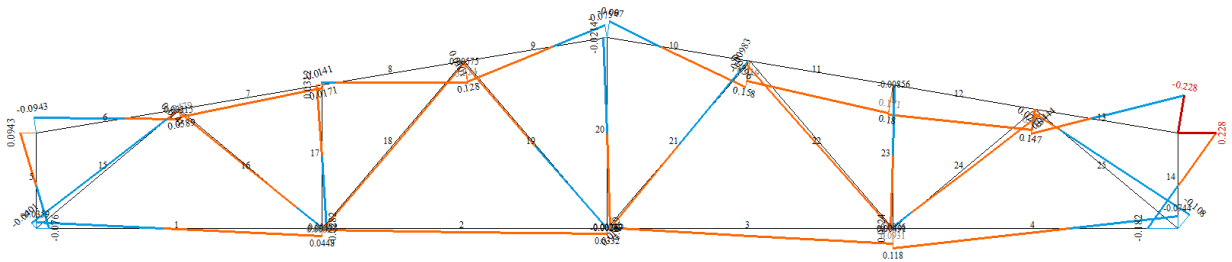


Рис.6.4. M при жорстких вузлах

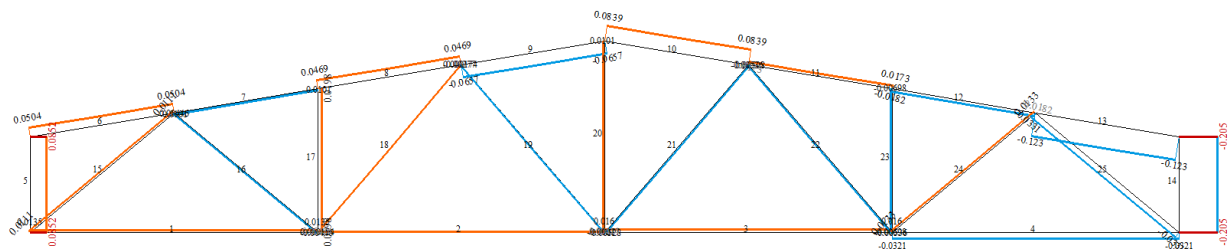


Рис.6.5. Q при жорстких вузлах

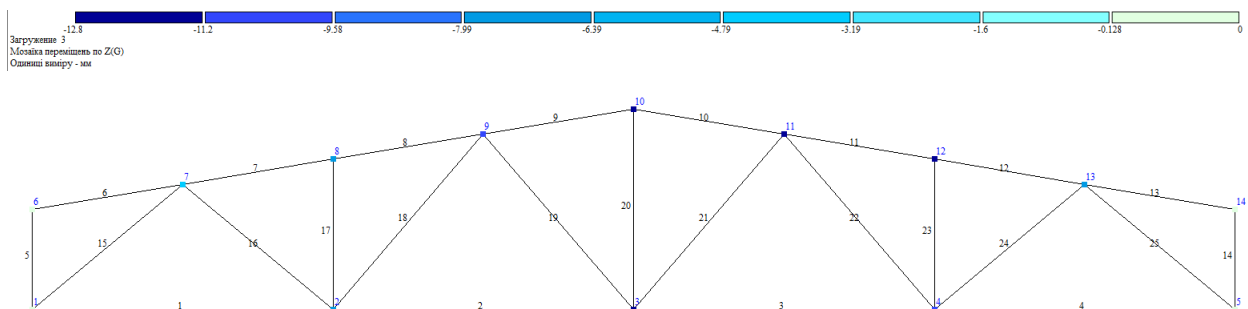


Рис.6.6. Переміщення при жорстких вузлах

У таблиці 6.3 приведені отримані M , Q , N , а у таблиці 6.4 - переміщення при жорстких вузлах ферми.

Таблиця 6.3

Зусилля при шарнірних вузлах

№ елем	Зусилля		
	N (кН)	M_y (кН*м)	Q_z (кН)
1	31.425	- 0.036	0.013
2	67.353	0.008	0.004
3	101.041	- 0.003	0.016
4	78.554	0.118	- 0.032
5	- 0.065	- 0.076	0.085
6	- 0.095	- 0.094	0.050
7	- 53.122	0.048	- 0.010
8	- 53.151	- 0.014	0.047
9	- 79.715	0.124	- 0.066
10	- 79.722	- 0.097	0.084
11	- 106.192	0.119	0.017
12	- 106.191	0.180	- 0.018
13	- 0.228	0.147	- 0.123
14	- 13.264	0.228	- 0.205
15	- 40.805	- 0.040	0.011
16	27.300	0.014	- 0.004
17	- 0.061	- 0.028	0.020
18	- 22.946	0.005	0.000
19	17.342	0.010	- 0.003
20	12.959	- 0.021	0.010
21	- 34.397	0.015	- 0.005
22	5.694	0.030	- 0.005
23	- 26.175	0.012	- 0.007
24	34.080	- 0.008	0.013
25	- 102.015	0.022	- 0.033

Таблиця 6.4

Переміщення при жорстких вузлах

№ вузла	Переміщення		
	X (мм)	Z (мм)	UY (рад*1000)
1	0.000	0.000	1.109
2	0.606	- 7.479	0.973
3	1.905	- 11.789	0.337
4	3.854	- 11.155	- 1.037
5	5.369	0.000	- 1.702
6	2.121	0.000	1.156
7	2.781	- 3.970	1.293
8	2.950	- 7.480	1.041
9	3.001	- 10.282	0.598
10	2.580	- 11.509	0.410
11	1.744	- 12.777	0.173
12	1.112	- 11.579	- 0.950
13	1.090	- 6.717	- 2.130
14	2.196	- 0.067	- 1.819

У таблиці 6.5 подано порівняння зусиль N, а у таблиці 6.6 - переміщень при шарнірних та жорстких вузлах ферми.

Таблиця 6.5

Порівняння N при шарнірних та жорстких вузлах

№ елем	Зусилля N, кН		Різниця N, %
	жорсткі вузли	шарнірні вузли	
1	31.425	31.452	0.08
2	67.353	67.397	0.07
3	101.041	101.096	0.05
4	78.554	78.630	0.10
5	- 0.065	0.000	
6	- 0.095	0.000	
7	- 53.122	- 53.143	0.04
8	- 53.151	- 53.143	-0.02

Продовження таблиці 6.5

9	- 79.715	- 79.715	0.00
10	- 79.722	- 79.715	-0.01
11	- 106.192	- 106.286	0.09
12	- 106.191	- 106.286	0.09
13	- 0.228	0.000	
14	- 13.264	- 13.105	-1.20
15	- 40.805	- 40.941	0.33
16	27.300	27.294	-0.02
17	- 0.061	0.000	
18	- 22.946	- 23.014	0.30
19	17.342	17.260	-0.47
20	12.959	13.105	1.13
21	- 34.397	- 34.521	0.36
22	5.694	5.753	1.04
23	- 26.175	- 26.210	0.13
24	34.080	34.118	0.11
25	- 102.015	- 102.353	0.33

Таблиця 6.6

Порівняння переміщення при шарнірних та жорстких вузлах

№ вузла	Переміщення z, мм		Різниця, %
	жорсткі вузли	шарнірні вузли	
1	0.00000	0.00000	
2	7.47871	7.48492	0.08
3	11.78894	11.79811	0.08
4	11.15510	11.16887	0.12
5	0.00000	0.00000	
6	0.00033	0.00000	
7	3.97037	3.97493	0.11
8	7.47969	7.48492	0.07
9	10.28232	10.29284	0.10
10	11.50942	11.51544	0.05
11	12.77713	12.79011	0.10
12	11.57855	11.59288	0.12
13	6.71697	6.72674	0.15
14	0.06743	0.06662	-1.20

Отже для запроектованої ферми, стержні якої складаються із двох кутників, при шарнірних вузлах поздовжня сила за модулем у більшості стержнів є більшою за поздовжню силу при жорстких вузлах. Аналогічно більшими є і вертикальні переміщення для ферми при шарнірних вузлах. Але, слід відмітити, що ця різниця для зусиль N у більшу чи меншу сторону не перевищує 1.2%, а для вертикальних переміщень - 1.2%. Зауважимо, що до уваги не беремо елементи з нульовими зусиллями при шарнірних вузлах, та вузли із нульовими переміщеннями.

ВИСНОВКИ

1. При виконанні дипломної магістерської роботи на тему „Склад готової продукції площею 1600 м.кв.у с.Ігровиця Тернопільського району Тернопільської області із аналізом роботи ферми покриття ” я поглибила знання та вдосконалила навички з проектування будівель, будівельних конструкцій, технології та організації будівництва.
2. При проектуванні використані сучасні конструктивні рішення. Склад запроектований в металевих конструкціях: колона суцільного перерізу, ферма покриття із кутників, стіни із седвічпанелей.
3. Надійність будинку в цілому забезпечується розрахунком несучих конструкцій методами граничних станів, передовими технологією та організацією виконання будівельно-монтажних робіт.
4. Для запроектованої ферми, стержні якої складаються із двох кутників, при шарнірних вузлах поздовжня сила за модулем у більшості стержнів та вертикальні переміщення вузлів є більшими за відповідні поздовжню силу та переміщення при жорстких вузлах. Але, слід відмітити, що ця різниця є незначною.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. К. 2006.
2. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. К. 2014.
3. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. К. 2016.
4. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. К. 2012.
5. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. К. 2016.
6. ДБН В.2.2-43:2021 Будівлі та споруди. Складські будівлі. Основні положення К. 2021.
7. ДСТУ 3436-96 Швелери сталеві гарячекатані. Сортамент (ГОСТ 8240-97). К. 1996.
8. ДСТУ 2254-93 Кутики сталеві гнуті. Рівнополичні. Сортамент (ГОСТ 19771-93). Зі зміною № 1. К. 1993.
9. ДСТУ Б Д.2.2-11:2012. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Підлоги (Збірник 11). К. 2012.
10. Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт (до ДБН А.3.1-5-96 Організація будівельного виробництва") ч.1 Технологічна та виконавча документація. К.1997. 128 с.
11. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений: Учебное пособие для студентов строительных специальностей вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Стройиздат, Ленинградское отд-ние. 1979. 168с.
12. Орловский Б.Я., Орловский Я.Б. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Промышленные здания. Учеб. для студентов вузов. М.: Высш. шк. 1985. 287 с.
13. Металеві конструкції: Загальний курс: Підручник. Нілов О.О. та ін. / Під заг. ред. О.О. Нілова та О.В.Шимановського. К.: Видавництво «Сталь». 2010. 869 с

14. Справочник конструктора металлических конструкций // В.Т.Васильченко, А.Н.Рутман, Е.П.Лукьяненко. 2-е изд., перераб. и доп. К.: Будивэльнык, 1990. 312 с.
15. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов / Е.И.Беленя, В.А.Балдин, Г.С.Ведеников и др., Под общ.ред. Е.И.Беленя. Стройиздат. 1986. 560 с.
16. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції / За ред.Ф.Є.Клименка: Підручник. Львів: Світ. 2002 312 с.
17. Будівельні крани (конструкції, технічні характеристики, вибір та експлуатація): навч. посіб. / Л. А. Хмара, М. П. Колісник, А. Ф. Шевченко та ін. Дніпропетровськ: ІМА-прес. 2015. 356 с.
18. Технологія будівельного виробництва: Підручник/ М.Г.Ярмоленко, Є.Г.Романушко, В.І.Терновий та ін.; За ред. М.Г.Ярмоленка. 2-ге вид., допов. і переробл. К.:Вища шк. 2005. 342 с.
19. Технология строительного производства / Под ред.О.О.Литвинова, Ю.И.Беякова. К.:Вища шк. Головное изд-во, 1984.479 с.
20. Любарский А.Д. Технология и организация строительного производства. Охрана труда. М.: Высшая школа, 1991. 304с.
21. Панченко В.О., Костюк М.Г., Качура А.О., Окуневський Л.М. Технологія і механізація будівельних процесів. Харків. 2005. 243 с.
22. Організація будівництва С.А.Ушацький, Ю.П.Шейко, Г.М.Тригер та ін.; За редакцією С.А.Ушацького. Підручник. К.: Кондор, 2007. 521с.
23. Пугач В.І., Люлька В.С. Охорона праці в будівництві. Навчальний посібник. Харків: Рубікон . 1998 . 304 с.
24. Пістун І.П., Березовецький А.П., Трунова І.О., Кельман І.І., Затварська Т.Ю. "Охорона праці (практикум) ": Навч. посіб. /За заг. Ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. Львів: "Тріада плюс", 2011. 436с.
25. Охрана труда в строительстве. Инженерные решения: Справочник / В.И.Русин, Г.Г.Орлов, Н.М.Неделько и др. К.: Будивэльнык, 1990. 208с.

- 26.Комплекс материалов для промышленно-коммерческого строительства.
Каталог. Март 2017. https://www.tpk.ua/pdf/Katalog_TPK_2017.pdf
- 27.LIRALAND GROUP. <https://www.liraland.ua>
- 28.ЛИРА-САПР. Книга I. Основы. Е.Б Стрелец–Стрелецкий, А.В. Журавлев,
Р.Ю. Водопьянов. Под ред. проф. А.С. Городецкого. Электронное
издание, 2019г. 154 с. <https://www.liraland.ua/files/format-pdf/>
- 29.Lira Sapr Статический расчёт фермы.
<https://www.youtube.com/watch?v=g6brNNNq43c>
30. Проектирование стальных конструкций в Lira Sapr Урок 23.
<https://www.youtube.com/watch?v=U4Z7zAeiDvU>

