

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Проект цеху з виготовлення екструдованого
пінополістиролу в м. Тернопіль

Виконав: студент (ка) 2 курсу, групи МБд-2

спеціальності (напряму підготовки) _____

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

_____ Морозов В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Сорочак А.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Данильченко С.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Лупійчук С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Центр перепідготовки та післядипломної освіти
Кафедра будівельної механіки
Освітній ступінь магістр
Напрямок підготовки 19 «Архітектура та будівництво»
(шифр і назва)
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівельної механіки
Ковальчук Я.О.
« » 201 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Морозов Володимир Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу
в м. Тернопіль

Керівник проекту (роботи) к.т.н., доц. Сорочак Андрій Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від «29» серпня 2019 року № 4/7-740

2. Термін подання студентом проекту (роботи) «16» грудня 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Проектна потужність – 550 м³ на добу.

Місце будівництва – м. Тернопіль. Прийом сировини та відвантаження готової
продукції – автомобільним транспортом. Сніговий район – 5. Вітровий район – 1, тип
місцевості 3. Розрахункова сейсмічність 6 балів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Архітектурно-будівельний розділ, розрахунково-конструктивний розділ, основи та
фундаменти, технологія і організація будівельного виробництва, спеціальна частина,
науково-дослідна частина, обґрунтування економічної ефективності, екологія,
охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Генплан, фасади, план на відмітці 0,000, розрізи, план даху, схема розміщення ростверків,
схема розміщення елементів конструкцій, ферма Ф-1, технологічна карта монтажу конструкцій,
будгенплан, сітковий графік, вибір варіантів проектування, напружено-деформівний стан
ферм при пожежі.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Характеристика об'єкту будівництва	7
1.2 Географічна і кліматична характеристика району	7
1.3 Генеральний план	8
1.3 Об'ємно-планувальні рішення	9
1.4. Опис технологічного процесу.	11
1.5 Архітектурно-конструктивне рішення будівлі	13
1.6 Теплотехнічний розрахунок стінового огородження.....	16
1.7 Санітарно-технічне обладнання	17
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	18
2.1. Компонування каркаса	18
2.2 Визначення навантажень на раму каркаса	19
2.2.1 Постійні навантаження	20
2.2.2 Снігове навантаження.....	20
2.2.3 Вітрове навантаження.....	21
2.2.4 Кранові навантаження.....	23
2.3 Статичний розрахунок каркаса в просторовій постановці.....	24
2.4 Результати розрахунків	33
2.5 Розрахунок армування залізобетонних конструкцій	34
2.6 Розрахунок перерізів кроквяних конструкцій	35
РОЗДІЛ 3 ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ.....	36
3.1 Інженерно-геологічні умови будівельної ділянки.....	36
3.2 Розрахунок пальового фундаменту.....	37
3.3 Розрахунок ростверка як залізобетонної конструкції.....	39
3.3.1 Розрахунок ростверка на продавлювання колоною.....	39
3.3.2 Розрахунок ростверка на продавлювання кутовою палею	41

3.3.3 Розрахунок міцності похилих перерізів ростверка за поперечною силою....	42
3.3.4 Розрахунок ростверка на згин	43

РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО

ВИРОБНИЦТВА 48

4.1 Характеристика будівлі.....	48
4.2 Визначення номенклатури і об'ємів будівельно-монтажних робіт	48
4.3 Вибір методу виконання робіт	53
4.4 Визначення тривалості виконання робіт	53
4.5 Калькуляція трудових витрат і заробітної плати робітників на будівельно-монтажні роботи	57
4.6 Вибір монтажного крану	57
4.7 Технологічна карта виконання монтажних процесів.....	60
4.7.1 Монтаж колон промислових будівель.....	60
4.7.2 Монтаж підкранових балок	64
4.7.3 Монтаж кроквяних конструкцій	66
4.8 Проектування об'єктного будженплану.....	68
4.8.1 Розрахунок тимчасових адміністративно-побутових будівель	68
4.8.2 Розрахунок складів будівельних матеріалів і конструкцій.....	69
4.8.3 Розрахунок тимчасового водопостачання	70
4.8.4 Розрахунок тимчасового електропостачання	72
4.8.5 Техніко-економічні показники будженплану.....	74

РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА 75

5.1 Опис варіантів конструкцій колон.....	75
5.2 Розрахунок приведеної вартості варіантів за укрупненими показниками	75
5.3 Аналіз і обґрунтування вибору варіанту для подальшого проектування.....	81

РОЗДІЛ 6 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА 83

6.1 Постановка задач дослідження.....	83
6.2 Методика дослідження.....	83
6.3 Результати дослідження	87
6.4 Висновки і узагальнення за результатами дослідження.....	90

РОЗДІЛ 7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	91
РОЗДІЛ 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	101
8.1 Охорона праці.....	101
8.1.1 Забарвлення будівельних машин, пристосувань і пристроїв.....	101
8.1.2 Знаки безпеки.....	102
8.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	106
8.2.1 Заходи протипожежної профілактики.....	106
8.2.2 Виявлення та оцінка небезпеки, моделювання можливої обстановки відпрацювання сценаріїв на об'єкті.....	107
РОЗДІЛ 9 ЕКОЛОГІЯ	111
9.1 Дія проєктованого об'єкту на компоненти довкілля	111
9.2 Заходи по зниженню негативної дії проєктованого об'єкту на довкілля.....	111
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	115
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	116
ДОДАТОК А. РЕЗУЛЬТАТИ ПІДБОРУ АРМУВАННЯ КОЛОН.....	118
ДОДАТОК Б. РЕЗУЛЬТАТИ ПІДБОРУ ПЕРЕРІЗІВ КРОКВЯНИХ ФЕРМ .	127
ДОДАТОК В. РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУР В ПЛОЩИНІ ВСТАНОВЛЕННЯ ФЕРМ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ПОЖЕЖІ	131

ВСТУП

Застосування екструдованого пінополістиролу в сучасному будівництві зростає дуже швидкими темпами як в Україні, так і закордоном. В країнах ЄС та США даний матеріал вже повністю витіснив звичайний пінополістирол завдяки своїм високим експлуатаційним властивостям. В Україні та країнах СНД його виробництво зростає значними темпами, тому проектування та введення в експлуатацію нових підприємств з виготовлення екструдованого пінополістиролу є актуальним.

Основними перевагами екструдованого полістиролу є його дуже низький коефіцієнт теплопровідності, низьке водопоглинання, порівняно високі звукоізоляційні характеристики, достатня міцність і морозостійкість, простота монтажу. Цей матеріал широко використовується при утепленні фасадів та дахів будинків, теплоізоляції фундаментів, улаштуванні теплих підлог тощо.

Дана дипломна робота виконана, як опрацювання інженерно-технічних рішень до будівництва цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу в м. Тернопіль.

В науково-дослідній частині роботи виконано перевірку пожежної стійкості проєктованих констукцій покриття цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу за допомогою запропонованої двохетапної методики.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика об'єкту будівництва

Цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу, будівля для якого проектується в даній дипломній роботі, призначений для виробництва блоків та листів полістиролу різного розміру.

Продуктивність підприємства – 550 м³ на добу.

Цех планується оснастити сучасним технологічним комплексом устаткування, що поставляється фірмою HESS, Голландія.

Річний фонд робочого часу – 305 днів. Режим роботи – тризмінний. Тривалість роботи – 8 годин.

Приєм сировини – автомобільним транспортом.

Відвантаження готової продукції – автомобільним транспортом.

Загальна чисельність працюючих – 71 чол. з них:

- виробничих – 59 чол.
- АУП – 12 чол.

Розряд зорової роботи – 5.

Категорія будівлі за вибухопожежною безпекою – Д.

1.2 Географічна і кліматична характеристика району

Об'єкт будівництва – цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу – розташований в м. Тернопіль та знаходиться в зоні:

- снігового району – 5:
характеристичне значення снігового навантаження : $S_0 = 1,6$ кПа
- вітрового району – 1 (тип місцевості «III»)
значення вітрового навантаження : $W_0 = 0,4$ кПа

кліматичного району – ПВ:

- середньорічна температура повітря тут складає +8,0 °С, але при цьому не опускається нижче -26°С в найхолоднішу добу року і досягає значення +32 °С в теплу пору року;
- кількість опадів, випадна за рік складає 576 мм, при цьому добовий максимум досягає 122 мм, середня швидкість вітру досягає 6 м/с;
- нормативна глибина промерзання ґрунту складає 0,8 м.

- розрахункова сейсмічність 6 балів.
- міра вогнестійкості II;
- рівень відповідальності II.

Згідно з інженерно-геологічними дослідженнями в геологічній будові ділянки будівництва беруть участь наступні інженерно-геологічні шари:

- горизонт 1 – суглинок твердий вапняний з прослоями мягкопластичного ;
- горизонт 1а – глейовий ґрунт з суглинним вапняним твердим заповнювачем;
- горизонт 2 – суглинок мягкопластичний;
- горизонт 3 – вапняк скельний маломіцний.

Основою пального фундаменту служать ґрунти горизонту 3 з наступними характеристиками: $\gamma_1=2,0$ г/см³, $R_{C1}=80$ кг/см².

Підземні води до глибини 8,0 м не зустрічаються.

ґрунти горизонту 2 відносяться до III категорії за сейсмічними властивостями. ґрунти горизонту 3 відносяться до I категорії за сейсмічними властивостями.

1.3 Генеральний план

Основою для розробки планування будівлі цеху є функціональна схема і графік виробничого процесу, відповідно до яких повинно забезпечуватися незалежне і послідовне проходження етапів виробничого процесу.

Територія підприємства розділена на 4 зони: передзаводську, виробничу, підсобну і складську.

До складу підприємства входять будівлі і споруди, що забезпечують повний цикл по виготовленню виробів з екструдованого полістиролу:

- Виробничий цех;
- Адміністративно-побутовий корпус;
- Парова котельня;
- Склад сировини;
- Склад готової продукції;
- Компресорна;
- Прохідна з пунктом охорони;
- Трансформаторна підстанція.

Будівлі і споруди розміщені на ділянці відповідно до функціональних і технологічних вимог.

В'їзди-виїзди на територію підприємства здійснюються зі сторони вул. Подільської. Ділянка захищається огорожею. Територія підприємства облаштовується і озеленюється.

Рельєф ділянки має схил з падінням в західному напрямі. Перепад рельєфу на ділянці складає 3,0-4,0 м. Вертикальне планування ділянки вирішене в ув'язці з прилеглою територією. У зв'язку з перепадом рельєфу на ділянці запроектовані підпірні стіни.

До будівель і споруд запроектовані проїзди шириною 7,5-9,5 м. Покриття проїздів і майданчиків бетонне.

Доставка сировини і матеріалів у виробничий цех із складів здійснюється пневмотранспортом, фронтальним вилковим навантажувачем.

Техніко-економічні показники генплану наведені в табл. 1.1.

1.3 Об'ємно-планувальні рішення

Будівля виробничого цеху має наступні розміри в плані: довжина – 132 м, ширина – 72 м. Будівля має 4 прольоти шириною 18 м. Крок колон, в основному, 12 м, в окремих випадках – 6 м, що обумовлено технологічними вимогами.

Таблиця 1.1. – Техніко-екномічні показники генплану.

№ з/п	Назва	Од. вим.	Кількість
1	Площа ділянки	га	2,43
2	Площа забудови	м ²	11690,1
3	Площа покриття	м ²	10744
4	Площа озеленення	м ²	1901,1
5	Відсоток забудови	%	48
6	Відсоток озеленення	%	8
7	Коефіцієнт використання території	-	0,92

З 1-ої по 10-у вісь будівля має 3 прольоти, з 10-ої по 13-у – 2 прольоти.

Висота будівлі 14,2 м.

У складі виробничого корпусу передбачені наступні приміщення і ділянки:

1. Виробничі:

- ділянка прийому сировини;
- ділянка попереднього спінювання полістиролу;
- ділянка вилежування сировини;
- ділянка спікання та екструзії;
- ділянка охолодження блоків;
- ділянка порізки та упаковки;
- зона зберігання продукції.

2. Допоміжні:

- комори піддонів і пакувальних матеріалів;
- приміщення змінного технолога і налагоджувачів;
- лабораторія;
- електрощитова;
- компресорна;
- трансформаторна підстанція.

На рис. 1.1 приведена схема будівлі з вказівкою розташування технологічних відділів.

Два прольоти будівлі оснащено мостовими кранами, вантажопідйомністю 5 т.

Температурний шов розташовується по номерній осі 6.

Просторова жорсткість забезпечується зв'язками по поясах ферм і між колонами. Прийнята шарнірна схема рамного каркасу.

Техніко-економічні показники по об'ємно-планувальному рішенню наведені в табл. 1.2.

1.4. Опис технологічного процесу.

Необхідна сировина (суспензійний полістирол) подається на ділянку прийому даного цеху, де перевіряється та розпаковується. Пневматичним транспортом сировина подається на ділянку попереднього спінювання, де відбувається її дозування, змішування з необхідними добавками (антипіренами, освітлювачами, пластифікаторами, пігментами) та попереднє спінення під дією гарячої водяної пари та CO₂.

Після проходження даної стадії відбувається вилежування сировини в спеціальному бункері на протязі визначеного технологією часу для зниження тиску середені гранул та зменшення їх вологості.

Таблиця 1.2. – ТЕП по об'ємно-планувальному рішенню

№ з/п	Назва	Од. вим.	Кількість
1	Площа забудови	м ²	9426,62
2	Корисна площа	м ²	8681,5
3	Конструктивна площа	м ²	576
4	Робоча площа	м ²	6281
5	Будівельний об'єм	м ³	110840
6	Планувальний коеф. К1	-	0,723
7	Планувальний коеф. К2	-	12,767

Після вилежування матеріал подається на ділянку спікання та екструзії, де знову піддається дії високих температур (100-110°C), що призводить до повторного

спінювання. Даний процес відбувається при підвищеному тиску, що запобігає утворенню пор між гранулами полістиролу та забезпечує їх міцне з'єднання між собою. Пластична маса проходить через екструдер, що надає необхідної форми виробам, найчастіше у вигляді листів різної товщини.

Після виходу з екструдера вироби охолоджуються на повітрі, проходять калібрування розмірів на валковому калібраторі та подаються конвеєром на ділянку порізки та упаковки. Упаковані блоки за допомогою вилкового навантажувача транспортуються в зону зберігання і на склад готової продукції.

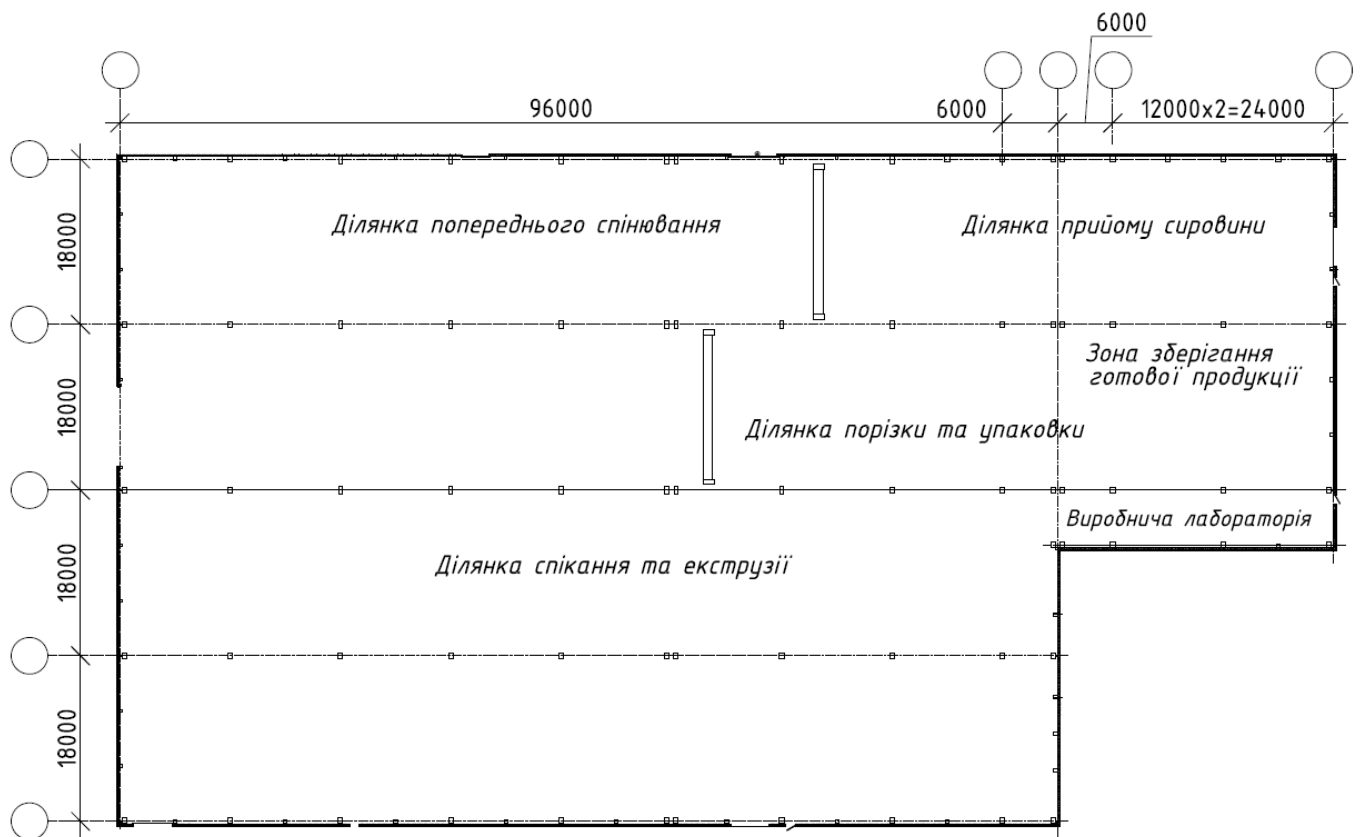


Рисунок 1.1. – Схема розташування технологічних відділів у будівлі цеху.

Контроль якості сировини, сумішей і готових виробів здійснюється в лабораторії, розташованій у виробничому цеху.

Управління роботою цеху виконується операторами з кабін управління.

1.5 Архітектурно-конструктивне рішення будівлі

Конструктивна схема – рамно-в'язевий змішаний каркас (з/б колони, сталеві несучі конструкції покриття і сталеві підкранові балки), специфікація елементів якого приведена в табл. 1.3.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується рамами (крок 12 м, проліт 18 м), зв'язками в зоні дії мостових кранів і диском покриття, що складається із сталевих ферм, зв'язків і профнастилу. Будівля в плані розміром 132x72 м, розділена поперечними деформаційними швами на блоки 60 м, 42 м і 30 м.

Для колон запроєктовані пальові фундаменти. Фундаментні балки для зовнішніх і внутрішніх стін будівлі монолітні залізобетонні.

Колони – залізобетонні, перерізом 500x600 і перерізом 400x800. Передбачені вертикальні зв'язки по колонах.

Підкранові балки сталеві прольотом 12 м заввишки 900 мм.

Крокв'яні конструкції – індивідуальні сталеві ферми з парних кутників. Крок ферм 12 м

Покрівля – подвійний сталевий профнастил з утеплювачем з мінеральної вати між листами (по прогонах).

Стеля – профнастил з полімерним покриттям.

Зовнішні стіни – сендвіч панелі «Майстер-профі».

Підлоги – промислові бетонні.

Світлові ліхтарі – по металевому каркасу полікарбонатні панелі Termogal ($\delta=25$ мм).

Водостоки – зовнішні, система Шторм (Hunter).

Цоколь – облицювання керамічною плиткою («керамограніт»).

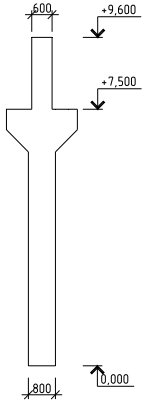
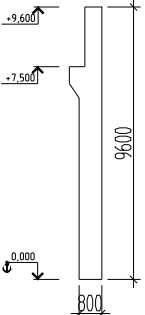


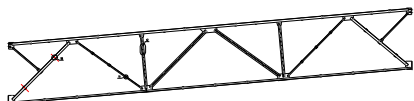
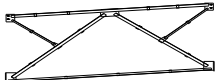
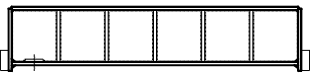
Ступінь вогнестійкості будівлі – III.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвилинах) :

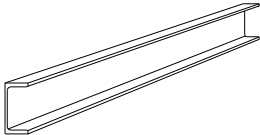
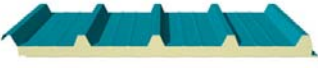
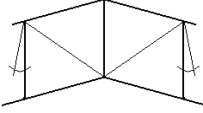
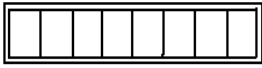


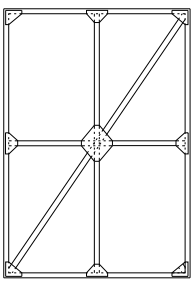
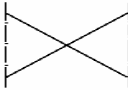
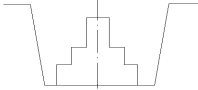
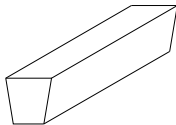
- стіни зовнішні $E = 15$ хв;
- стіни внутрішні (перегородки) $EI = 15$ хв;
- колони $R = 120$ хв;
- ферми $R = 15$ хв.

Для зручності конструктивні елементи будівлі зведені в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3. – Специфікація елементів.

Найменування конструкцій	Ескіз	Об'єм елементу, м ³	Маса елементу, т	К-ть елементів, шт	Загальний об'єм (м ³)/маса (т)
Колони середнього ряду в прольоті з мостовим краном		-	10	7	- / 70
Колони крайнього ряду в прольоті з мостовим краном		-	9,25	14	- / 129,5
Колони середнього і крайнього ряду в прольоті без мостового крану		-	8,8	51	- / 360,8
Ферми крокв'яні 18 м Ф1		-	1,15	26	- / 29,9
Ферми крокв'яні 18 м Ф2		-	1,1	26	- / 28,6
Ферми крокв'яні 6 м Ф3		-	0,5	4	- / 2
Підкранові балки 12 м (проліт В-Д) ПБ1		-	2,5	18	- / 45

Продовження табл. 1.3

Найменування конструкцій	Ескіз	Об'єм елемента, м ³	Маса елемента, т	К-ть елементів, шт	Загальний об'єм (м ³)/маса (т)
Прогони		-	0,103		- / 90,3
Плити покриття типу «сендвіч»(1х6 м)		-	0,126	3456	- / 435,46
Світлоаераційний ліхтар (3х3 м)		-	0,3	48	- / 14,4
Віконні блоки світлоаераційних ліхтарів		-	0,037	88	- / 3,26
Стінові сендвіч-панелі 1 х 1,2		-	0,02	363	- / 7,26
Стінові сендвіч-панелі 1 х 2,4		-	0,04	363	- / 14,52
Стінові сендвіч-панелі 1 х 3,6		-	0,06	459	- / 27,54
Стінові сендвіч-панелі 1 х 4,8		-	0,08	375	- / 30
Стінові сендвіч-панелі 1 х 6		-	0,1	462	- / 46,2
Блоки віконні подвійні (1,2 х 12)			-	0,4	264
Ворота		-	0,9	3	2,7
Зв'язки вертикальні по колонах		-	3,9	8	- / 31,2
Фундаментний ростверк монолітний		6,6	-	14	92,4 / -
Фундаментні балки 6 м		0,94	2,44	17	15,98 / 41,48

1.6 Теплотехнічний розрахунок стінового огородження

Необхідний опір теплопередачі стінових конструкцій (газобетонні блоки), що відповідають санітарно-гігієнічним і комфортним умовам, визначають за формулою:

$$R_0^{mp} = \frac{n \cdot (t_b - t_n)}{\Delta t_n \cdot \alpha_b} = \frac{1 \cdot (16 + 15)}{4,43 \cdot 8,7} = 0,804 \quad (1.1)$$

де $n = 1$ – коефіцієнт, що приймається залежно від положення зовнішньої поверхні конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря;

$t_b = 16^\circ\text{C}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, що приймається згідно ГОСТ 12.1.005-88 і нормам проектування відповідних будівель і споруд;

$t_n = -15^\circ\text{C}$ – розрахункова зимова температура зовнішнього повітря, рівна середній температурі найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92;

$\Delta t_n = 4,43$ – нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні конструкції, що приймається залежно від температури точки роси $t_p = 11,57^\circ\text{C}$ і $t_b = 16^\circ\text{C}$;

$\alpha_b = 8,7$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкцій.

Опір теплопередачі R_0 конструкції слід визначати по формулі

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_b} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (1.2)$$

де R_k – термічний опір конструкції, що визначається по формулі

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (1.3)$$

де R_1, R_2, \dots, R_n – термічні опори окремих шарів конструкції:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (1.4)$$

де δ – товщина шару, м;

λ – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/(м К),

$\alpha_n = 23$ Вт/(м К) – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні конструкції.

$$R_0^{mp} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_n} \quad (1.5)$$

Конструкція огороження складається з трьох шарів:

- оцинкована сталь завтовшки $\delta_1 = 0,5$ мм і з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_1 = 58$ Вт/(м (С))
- утеплюючий шар базальтова мінеральна вата з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_2 = 0,041$ Вт/м °С.
- оцинкована сталь завтовшки $\delta_3 = 0,5$ мм і з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_3 = 58$ Вт/(м (С))

$$\delta_{ym} = \left(R_0^{mp} - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \cdot \lambda_{ym} \quad (1.6)$$

$$\delta_{ym} = \left(0,804 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0005}{58} - \frac{0,0005}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,041 = 0,041 \text{ м} = 41 \text{ мм}$$

Приймаємо базальтовий мінераловатний утеплювач завтовшки 100 мм відповідно до конструкції віконних блоків і забезпечення жорсткості стін.

1.7 Санітарно-технічне обладнання

Об'єкт забезпечений необхідними інженерними комунікаціями, системами опалення, вентиляції, водопостачання і каналізації, мережами електропостачання і мережами повітро- і паропостачання.

Опалення, гаряче водопостачання і паропостачання передбачається від котельної. Електропостачання від трансформаторної підстанції. Повітропостачання від компресорної.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Компонування каркаса

Основними несучими елементами сталевого каркаса виробничої будівлі являються плоскі поперечні рами, утворені колонами і ригелями – крокв'яними фермами. Поперечна рама сприймає навантаження від маси покриття, снігу, кранів, стін, вітру і забезпечує жорсткість будівлі в поперечному напрямі. Повздовжня рама включає один повздовжній ряд колон в межах температурного блоку, прогони, підкруквяні конструкції, зв'язки (гратчасті і у вигляді розпірок по колонах) і підкранові балки.

Повздовжні рами забезпечують жорсткість будівлі в повздовжньому напрямі і сприймають навантаження від повздовжнього гальмування кранів і від вітру, що діє на торець будівлі. Рами будівель в повздовжньому напрямі об'єднуються між собою зверху жорстким у своїй площині диском покриття, утвореним зв'язками по верхніх і нижніх поясах ферм.

У цій роботі розглядається розрахунок просторової моделі одного блоку будівлі в осях 1-6/А-Д (далі розрахункова модель):

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 = 18 + 18 + 18 + 18 = 72 \text{ м} \quad (2.1)$$

Система будівлі обладнана опорними мостовими електричними кранами, що опираються на розрізні підкранові балки. Компонування каркаса визначається технологічними і архітектурними вимогами, умовами експлуатації будівлі, кліматичними умовами, типами і матеріалами захисних і несучих конструкцій та ін.

В осях В-Г і Г-Д (склад готової продукції) використовується 2 електричні крани:

- Вантажопідйомність – 5 т;
- Вага крану – 3,6 т;
- Проліт моста крану – $L_k = 16,5$ м;
- Режим роботи – А3 (по ISO 4301/1);
- Підвіс – гнучкий
- Висота крану – 842 мм

- База крану – 2500 мм
- Ширина крану – 2970 мм
- Максимальний тиск катків – 34 кН

Мінімальні тиски катків F_{\min} знаходимо з рівняння проєкцій сил на вертикальну вісь. Горизонтальне навантаження $F_{\text{гор}}$, що виникає при гальмуванні візка крану, передається на одну сторону шляху крану і розподіляється рівномірно між усіма колесами крану. Для кранів з гнучким підвісом вантажу коефіцієнт $K_T=0,05$ сум підйомної сили крану і сили ваги візка (на візку половина гальмівних катків), для кранів з жорстким підвісом вантажу коефіцієнт $K_T=0,1$ сум цих же сил (на візку усі катки гальмівні).

Мінімальний тиск катків і горизонтальний тиск катків (кількість катків на кінцевій балці $n = 2$):

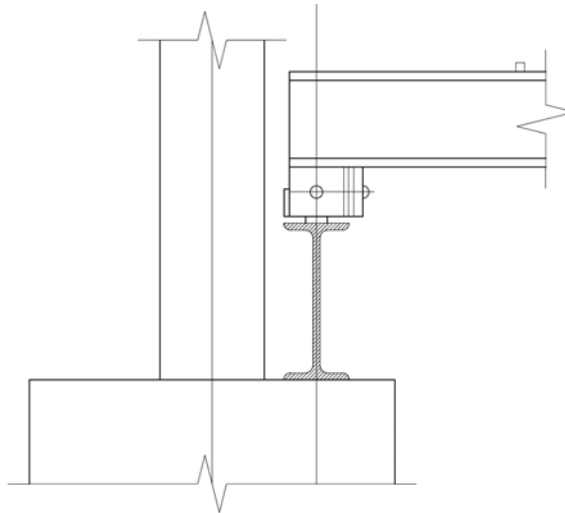


Рисунок 2.1. – Схема опирання крану на рейковий шлях.

$$F_{\min} = \frac{Q + G}{n} - F_{\max} = \frac{50 + 36}{2} - 34 = 9 \text{ кН}; \quad (2.2)$$

$$F_{\text{гор,к}} = \frac{Q + G_{\text{мел.}}}{n} \cdot K_T = \frac{50 + 10}{2} \cdot 0.05 = 1,5 \text{ кН}. \quad (2.3)$$

2.2 Визначення навантажень на раму каркаса

Раму каркаса розраховуємо окремо на кожне з навантажень, а потім розглядаємо їх можливі поєднання і комбінації.

2.2.1 Постійні навантаження

До постійних навантажень відносять навантаження від покрівлі і стін, власна вага конструкцій.

Навантаження від конструкцій покриття.

Склад покрівлі визначається режимом температурної вологості будівлі і прийнятою конструкцією покрівлі.

Таблиця 2.1 – Навантаження від конструкцій покрівлі

Найменування	Нормативне навантаження, кН/м ²	Коеф. надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження, кН/м ²
Профлист МастерПрофи 92601	0,1	1,05	0,105
Прогони	0,25	1,05	0,263
Утеплювач - Rockwool $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$, $t = 100 \text{ мм}$	0,2	1,3	0,26
Пароізоляція - поліетиленова плівка	0,07	1,3	0,091
Профлист МастерПрофи 92202	0,1	1,05	0,105
Всього:	g_H		$g = 0,825$

2.2.2 Снігове навантаження

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на 1 м² горизонтальної проекції покриття обчислюють за формулою

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C, \quad (2.4)$$

де S_0 – характеристичне значення снігового навантаження на 1 м² горизонтальної проекції будівлі для заданого снігового району;

γ_{fe} – коефіцієнт надійності по граничному значенню снігового навантаження;

C – коефіцієнт визначається по формулі $C = \mu C_e C_{alt}$;

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C = 1,04 \cdot 1 \cdot 1 = 1,04 \text{ кН / м}^2$$

Квазіпостійне розрахункове значення обчислюється за формулою

$$S_p = (0,4 S_0 - \bar{S}) C, \quad (2.5)$$

де $\bar{S}=160$ Па.

$$S_p = (0,4S_0 - \bar{S})C = (0,4 \cdot 1 - 0,16) \cdot 1 = 0,24 \text{ кН} / \text{м}^2$$

Розрахункове снігове навантаження на колону:

$$P = 1,04 \cdot 18 \cdot 0,5 \cdot 12 = 112,32 \text{ кН}$$

У тому числі тривале:

$$P_{st} = 0,24 \cdot 18 \cdot 0,5 \cdot 12 = 25,92 \text{ кН}$$

2.2.3 Вітрове навантаження

Тиск вітру на колону збирають з вертикальної смуги шириною, рівною кроку колон уздовж будівлі.

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається по формулі

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C \quad (2.6)$$

де $\gamma_{fm}=1,04$ – коефіцієнт надійності по граничному значенню вітрового навантаження;

W_0 – характеристичне значення вітрового тиску, рівне середній (статичній) складовій тиску вітру на висоті 10 м над поверхнею землі, $W_0 = 0,4$ кПа для I вітрового району;

Аеродинамічний коефіцієнт з навітряного боку $c = 0,8$, із завітренюю – $0,6$.

Коефіцієнт C визначається по формулі

$$C = C_{abr} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_d; \quad (2.7)$$

C_{abr} – аеродинамічний коефіцієнт;

$C_{abr} = 0,8$ – з навітряного боку

$C_{abr} = -0,6$ – із завітренюого боку.

$C_{abr} = 0$ – для вітрового навантаження по скату покрівлі з навітряного боку.

$C_{abr} = -0,4$ – для вітрового навантаження по скату покрівлі із завітренюого боку.

C_h – коефіцієнт висоти споруди;

На відмітці 5м – $C_h = 0,9$

На відмітці 10м – $C_h = 1,2$

На відмітці 10,7м – $C_h = 1,2245$

На відмітці 14,2м – $C_h = 1,35$

$C_{alt} = 1$ – коефіцієнт географічної висоти;

$C_{rel} = 1$ – коефіцієнт рельєфу;

$C_d = 1$ – коефіцієнт динамічності.

Навантаження від вітру з підвітряного боку:

Відмітка 5,0 м:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C_{abr} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_d \cdot l = 1,04 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 = 4,5kH / м$$

Відмітка 10 м:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C_{abr} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_d \cdot l = 1,04 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 = 6kH / м$$

Відмітка 10,7 м:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C_{abr} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_d \cdot l = 1,04 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 1,2245 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 = 6,12kH / м$$

Відмітка 14,2 м:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C_{abr} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_d \cdot l = 1,04 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 = 6,74kH / м$$

Навантаження від вітру із завітреного боку:

Відмітка 5,0 м:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C_{abr} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_d \cdot l = 1,04 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 = 3,37kH / м$$

Відмітка 10 м:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C_{abr} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_d \cdot l = 1,04 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 = 4,5kH / м$$

Відмітка 10,7 м:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C_{abr} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_d \cdot l = 1,04 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,2245 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 = 4,6kH / м$$

Відмітка 14,2 м:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C_{abr} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_d \cdot l = 1,04 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 = 5,06kH / м$$

Вітрове навантаження, що діє на ригель, замінюється зосередженою силою, прикладеною в рівні низу ригеля рами: F_w – від активного тиску, F_w' – від відсмоктування:

$$F_w = \frac{w_2 + w_3}{2} H_\phi = \frac{6 + 6,74}{2} \cdot 4,2 = 26,75 \text{кН}; \quad (2.8)$$

$$F_w' = \frac{w_2 + w_3}{2} H_\phi = \frac{4,5 + 5,06}{2} \cdot 4,2 = 20,1 \text{кН} \quad (2.9)$$

де H_ϕ – висота від низу ригеля до конька будівлі.

2.2.4 Кранові навантаження

На раму каркаса впливають вертикальні і горизонтальні кранові навантаження (рис. 2.2). При врахуванні одного крану навантаження від нього приймають в повному розмірі. Горизонтальні навантаження визначають від одного або від двох кранів в одному прольоті в одному створі.

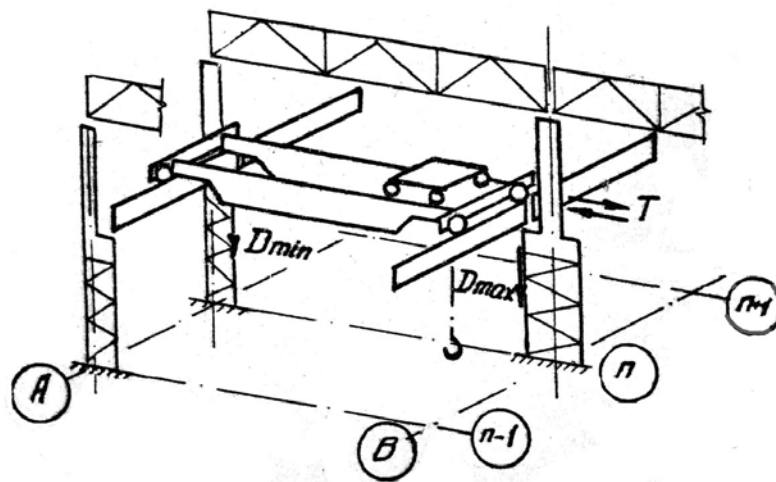


Рисунок 2.2 – Схема кранового навантаження рами

Найбільше D_{\max} , найменше D_{\min} і горизонтальне $F_{\text{гор}}$ значення навантаження крану на колону визначають по лініях впливу опорних реакцій колон при одній і тій же установці катків.

Тиск на колону середнього ряду (рис. 2.2) визначають по лінії впливу реакції опори n , одним краном. Критичний вантаж (зачорнений) знаходимо за допомогою відомої у будівельній механіці графічної побудови. Обчислюємо значення макси-

мального D_{\max} , мінімального D_{\min} і горизонтального $F_{\text{гор}}$ тисків на колони з урахуванням коефіцієнта надійності по навантаженню $\gamma_f = 1,1$.

Розглянемо навантаження на колони прольоту $\Gamma - \Delta$ від крану по осі n (рис. 2.3):

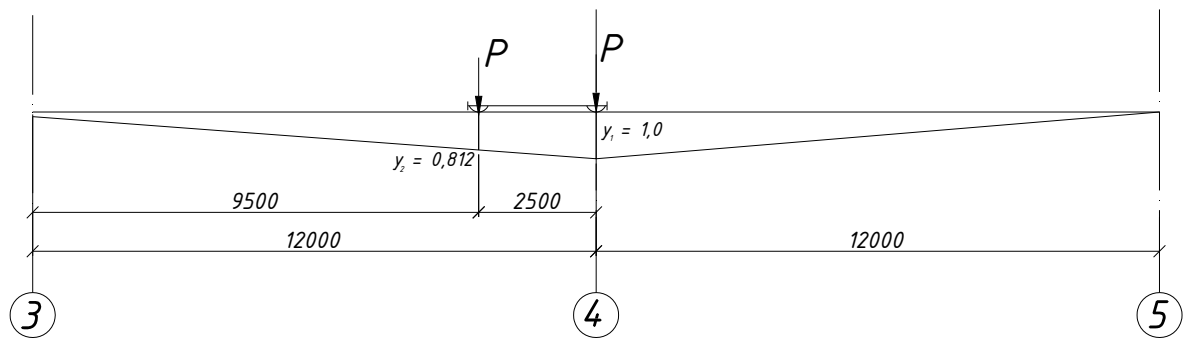


Рисунок 2.3 – Завантаження колони типової осі одним краном

Коефіцієнт поєднань навантажень кранів n_c тут не врахований, оскільки розглядається навантаження від одного крану і $\psi_k = 1,0$.

$$D_{\max} = \gamma_f \cdot \sum F_{\max} \cdot y_i = 1,1 \cdot (1,0 + 0,812) \cdot 34 = 68 \text{ кН}; \quad (2.10)$$

$$D_{\min} = \gamma_f \cdot \sum F_{\min} \cdot y_i = 1,1 \cdot (1,0 + 0,812) \cdot 9 = 18 \text{ кН}; \quad (2.11)$$

$$F_{\text{гор}} = \gamma_f \cdot \sum F_{\text{гор,к}} \cdot y_i = 1,1 \cdot (1,0 + 0,812) \cdot 1,5 = 3 \text{ кН} \quad (2.12)$$

2.3 Статичний розрахунок каркаса в просторовій постановці

Розрахунок каркаса виконується за допомогою програми Ліра 9.6, тому розрахункову схему каркаса komponуємо з урахуванням нюансів комп'ютерного розрахунку.

При komponуванні каркаса розроблена конструктивна схема рами, тобто визначені габаритні розміри елементів рами, типи окремих стержнів каркаса (суцільні або гратчасті) і вибраний спосіб вузлових сполучень.

Розрахункову схему каркаса встановлюють за конструктивною схемою. У розрахунковій схемі викреслюють схематичне креслення по геометричних осях стержнів. За геометричну вісь елемента зазвичай приймають лінію, що проходить через центри тяжіння його перерізів. Зацімлення колон у фундаменті вважають жорстким.

Вертикальні навантаження прикладені з ексцентриситетами по відношенню до

геометричних осей колон, тому ці навантаження задаємо в програмному пакеті за допомогою жорстких вставок.

Завантаження, введені для розрахунку в програмному комплексі наступні :

Завантаження 1. *Постійне навантаження:*

Програма Ліра 9.6, використана для розрахунку напружено-деформованого стану каркаса, дозволяє автоматично врахувати постійне навантаження від власної ваги несучих конструкцій, представлених в розрахунковій моделі.

- від власної ваги покриття: $g = 0,825 \text{ кН/м}^2$

- від власної ваги підкранової балки і рейок.

Заздалегідь задамося двотавром 60Б1 по ГОСТ 26020-83 масою $m_{пб} = 81 \text{ кг/м}$.

$$P_{пб} = V \cdot m_{пб} \cdot g = 12 \cdot 81 \cdot 9,81 = 9,54 \text{ кН.} \quad (2.13)$$

Але оскільки це навантаження прикладене не по центру перерізу колони, то задаємо ще і додатковий момент:

$$M = P_{пб} \cdot e_1 \quad (2.14)$$

де $e_1 = 0,6 \text{ м}$ – ексцентриситет додаткового навантаження від підкранової балки.

$$M = 9,54 \cdot 0,6 = 5,724 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Моменти на середніх колонах можна не задавати, оскільки вони гасять один одного.

- від власної ваги колон;

- від власної ваги стінного огородження (сендвіч-панелі):

$$q_{стін} = q_{лист} \cdot 2 + q_{утепл} = 0,205 \cdot 2 + 0,179 = 0,6 \text{ кН/м}^2 \quad (2.15)$$

Завантаження 2. *Снігове навантаження.*

Завантаження 3. *Вітрове навантаження (вітер ліворуч).*

1) активне (розподілене по висотних ділянках, горизонтальне зосереджене на ферму);

2) пасивне (розподілене по висотних ділянках, горизонтальне зосереджене на ферму);

Завантаження 4. *Вітрове навантаження (вітер справа).*

1) активне (розподілене по висотних ділянках, горизонтальне зосереджене на ферму);

2) пасивне (розподілене по висотних ділянках, горизонтальне зосереджене на

ферму);

Завантаження 5, 6. *Вертикальні навантаження кранів.*

Завантаження 7, 8. *Горизонтальні навантаження кранів.*

Етапи проектування конструкції з використанням програмного комплексу Лі-ра 9.6:

1. Формується модель будівлі із заданими навантаженнями на конструктивні елементи за допомогою інструментарію, наданого програмою.

2. Виконується розрахунок на вітрові дії з визначенням горизонтальних переміщень будівлі.

3. Визначаються необхідні перерізи залізобетонних і сталевих елементів.

4. Виконується формування розрахункової схеми і скінченно-елементний розрахунок (табл 2.2).

6. Експортується розрахункова схема в програмні модулі ЛІР-АРМ і ЛІР-СТК.

Таблиця 2.2 – Характеристики скінченних елементів розрахункової моделі

Тип жорсткості	Назва	Параметри (перерізи-(см) жорсткості-(т, м) розп.вага-(т, м))	Опис
1	Два кутники 125 x 125 x 8	$q=0.0309007$	верхній пояс
		$EF=82722.2, EIy=124$	
		$EIz=247, GIk=0.774$	
		$Y1=2.3, Y2=2.3, Z1=4.45, Z2=1.64, RU_Y=0, RU_Z=0$	
2	Два кутники 125 x 125 x 8	$q=0.0309007$	нижній пояс
		$EF=82722.2, EIy=124$	
		$EIz=247, GIk=0.774$	
		$Y1=2.3, Y2=2.3, Z1=4.45, Z2=1.64, RU_Y=0, RU_Z=0$	
3	Два кутники 100 x 100 x 7	$q=0.0215787$	опорний розкіс
		$EF=57766.9, EIy=54.9$	
		$EIz=114, GIk=0.416$	
		$Y1=1.89, Y2=1.89, Z1=3.5, Z2=1.3, RU_Y=0, RU_Z=0$	
4	Два кутники 75 x 75 x 5	$q=0.0115976$	грати
		$EF=31047.1, EIy=16.6$	
		$EIz=36.3, GIk=0.115$	
		$Y1=1.46, Y2=1.46, Z1=2.65, Z2=0.976, RU_Y=0, RU_Z=0$	
5	Профіль "Мо-лодечно" 60 x 5	$q=0.00813$	пояс прогонів
		$EF=21762.4, EIy=10.6$	
		$EIz=10.6, GIk=6.62$	
		$Y1=1.62, Y2=1.62, Z1=1.62, Z2=1.62, RU_Y=0, RU_Z=0$	
6	Профіль "Мо-лодечно" 60 x 5	$q=0.00813$	грати прого-нів
		$EF=21762.4, EIy=10.6$	
		$EIz=10.6, GIk=6.62$	
		$Y1=1.62, Y2=1.62, Z1=1.62, Z2=1.62, RU_Y=0, RU_Z=0$	
7	Профіль "Мо-лодечно" 80 x 4	$q=0.00922$	розтяжки
		$EF=24682.2, EIy=23.3$	
		$EIz=23.3, GIk=14$	

Продовження табл. 2.2

		$Y1=2.36, Y2=2.36, Z1=2.36, Z2=2.36, RU_Y=0, RU_Z=0$	
8	Профіль "Мо-лодечно" 50 x 4	$q=0.00545$	верхні горизонтальні зв'язки
		$EF=14599.3, EI_Y=4.98$	
		$EI_Z=4.98, GI_k=3.1$	
		$Y1=1.36, Y2=1.36, Z1=1.36, Z2=1.36, RU_Y=0, RU_Z=0$	
9	Профіль "Мо-лодечно" 70x4	$q=0.00816067$	нижні горизонтальні зв'язки (ГС-6...ГС-10)
		$EF=21846.4, EI_Y=15.8$	
		$EI_Z=15.8, GI_k=9.15$	
		$Y1=2.07, Y2=2.07, Z1=2.07, Z2=2.07, RU_Y=0, RU_Z=0$	
10	Хрестові кутники 110 x 110 x 8	$q=0.026993$	нижні горизонтальні зв'язки (ГС-3)
		$EF=72261.2, EI_Y=167$	
		$EI_Z=167, GI_k=0.659$	
		$Y1=2.02, Y2=2.02, Z1=2.02, Z2=2.02, RU_Y=0, RU_Z=0$	
11	Двогавр 20Б1	$q=0.0223555$	надколонник
		$EF=59846.5, EI_Y=408$	
		$EI_Z=29.9, GI_k=0.558$	
		$Y1=0.999, Y2=0.999, Z1=6.82, Z2=6.82, RU_Y=0, RU_Z=0$	
12	Брус 60 x 50	$Ro=2.75, E=2.75e+006, GF=0$	Колони ЗБ
		$B=60, H=50$	
13	Два швелери №16	$q=0.0284054$	вертик. зв'язки по колонах
		$EF=76042.3, EI_Y=315$	
		$EI_Z=1.22e+004, GI_k=0.514$	
		$Y1=38.2, Y2=38.2, Z1=5.18, Z2=5.18, RU_Y=0, RU_Z=0$	
14	Брус 30 x 30	$Ro=2.75, E=2.75e+006, GF=0$	фахверк 30x30
		$B=30, H=30$	
15	Брус 40 x 40	$Ro=2.75, E=2.75e+006, GF=0$	фахверк 40x40
		$B=40, H=40$	
16	Брус 60 x 40	$Ro=2.75, E=2.75e+006, GF=0$	надкранова частина колон
		$B=60, H=40$	
17	Брус 40 x 85	$Ro=2.75, E=2.75e+006, GF=0$	консоли колон
		$B=40, H=85$	
18	Брус 80 x 40	$Ro=2.75, E=2.75e+006, GF=0$	підкранова частина колон
		$B=80, H=40$	

Далі на рис. 2.4 – 2.8 показані поперечна рама, загальний вигляд розрахункової моделі, конструкції уздовж подовжніх осей будівлі і схеми зв'язків по нижніх і верхніх поясах ферм.

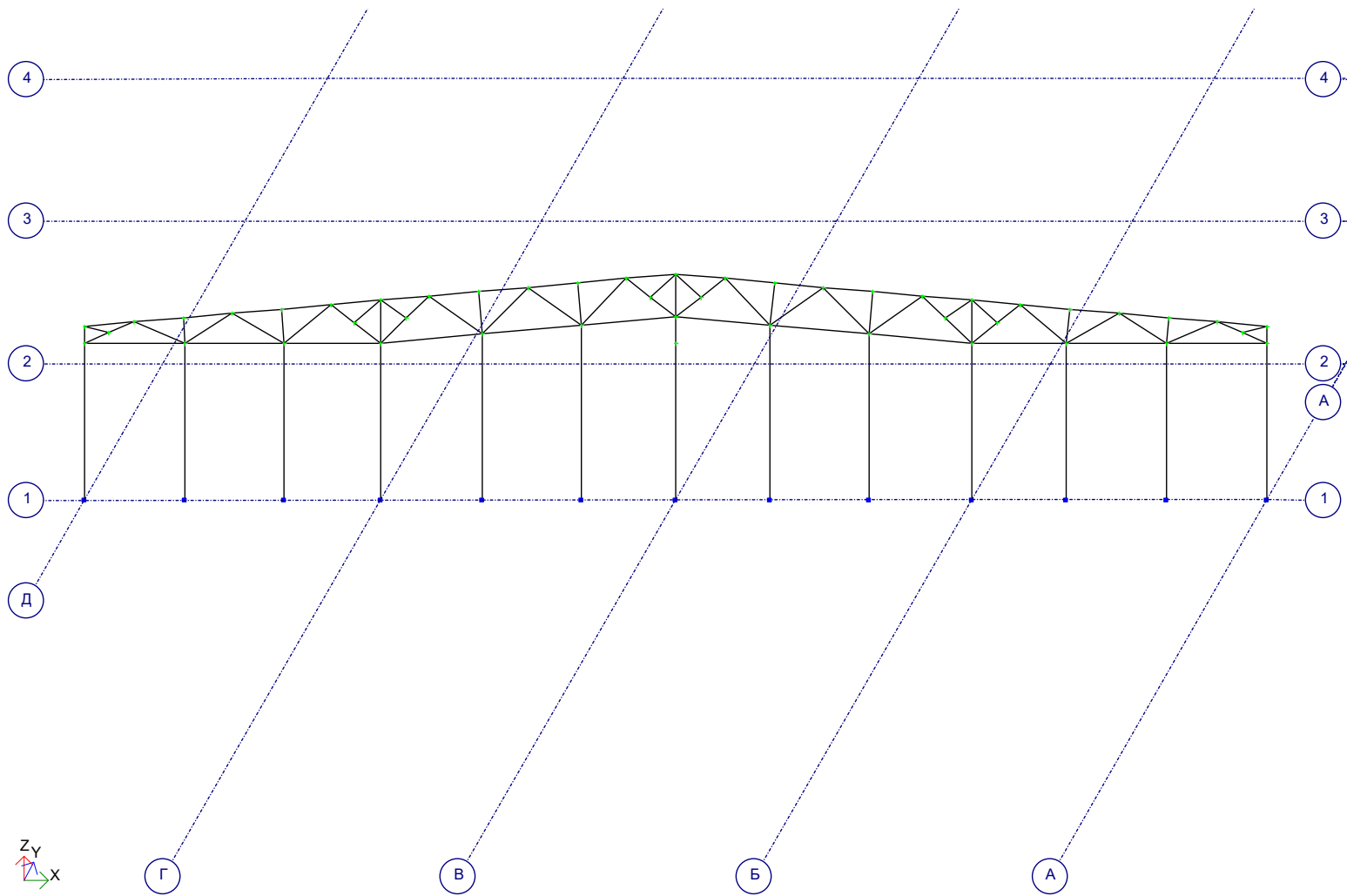


Рисунок 2.4 – Поперечна рама

Заруження 1 собств. вес

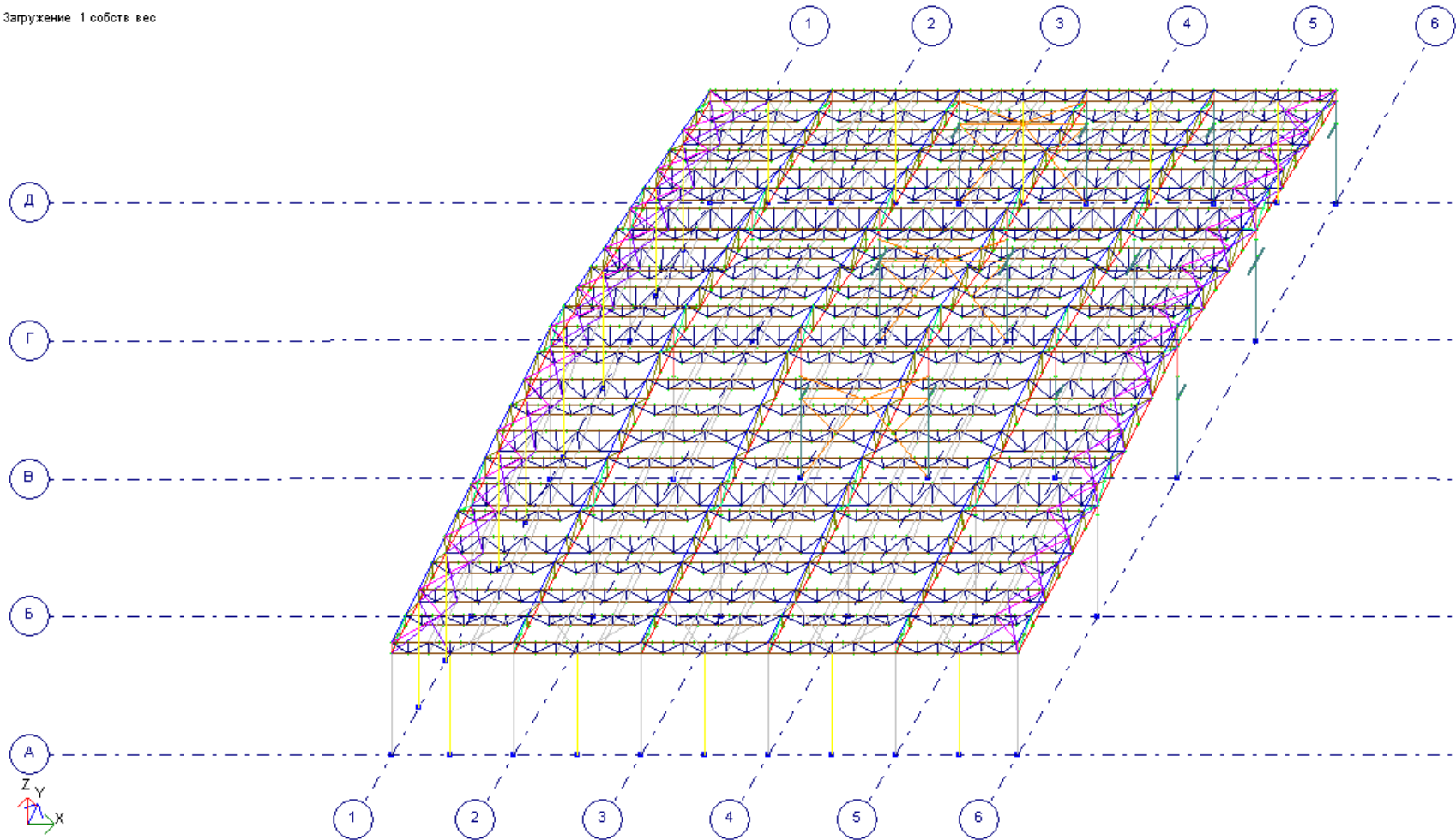


Рисунок 2.5 – Загальний вигляд розрахункової моделі

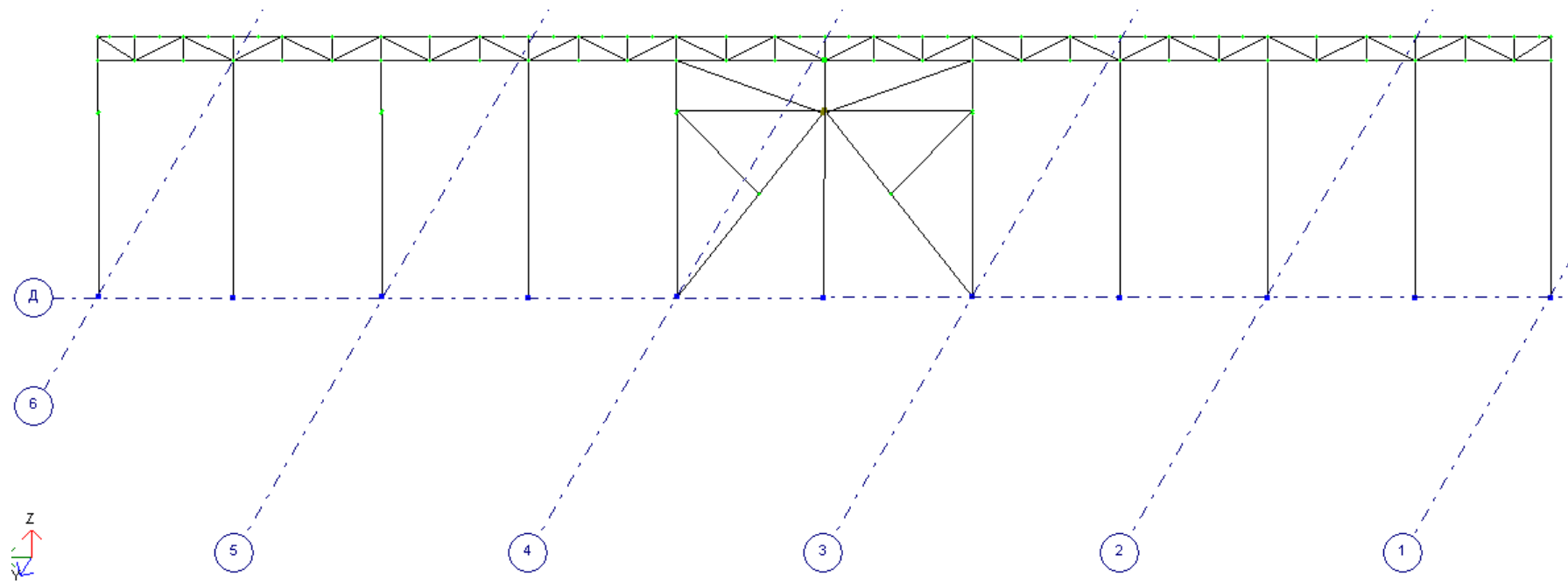


Рисунок 2.6 – Конструкції уздовж осей «В», «Г», «Д»

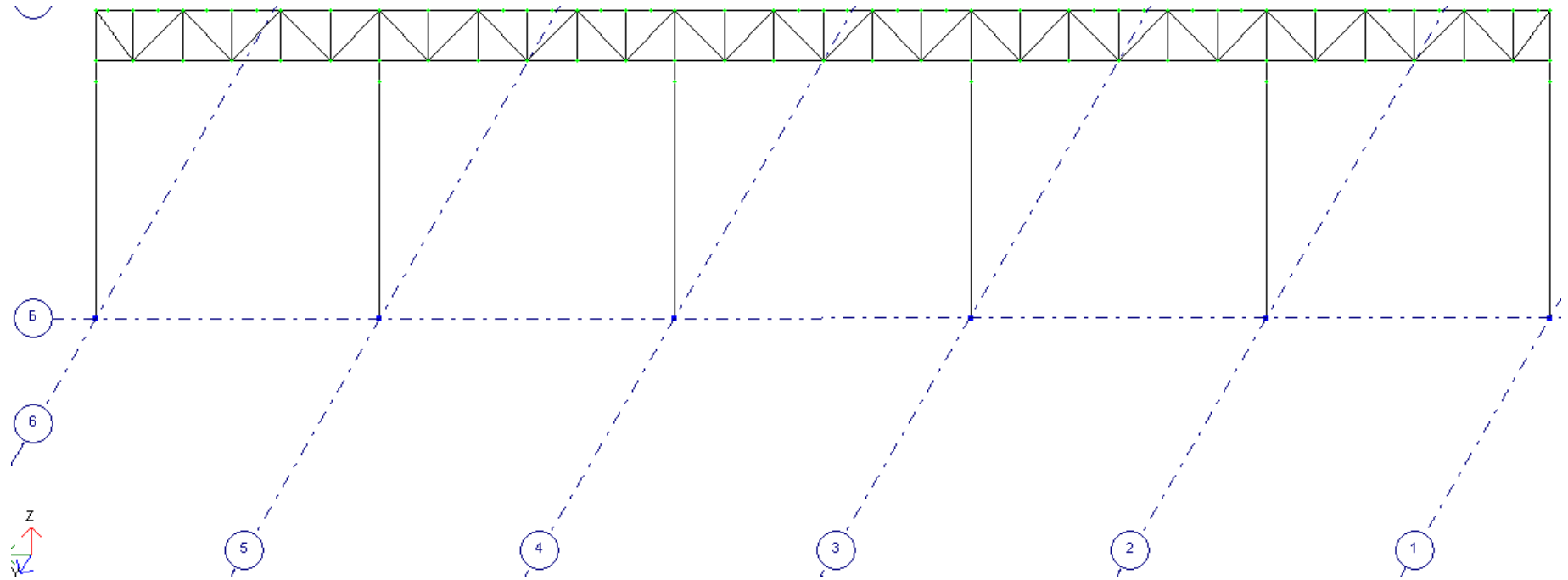


Рисунок 2.7 – Конструкції уздовж осей «А», «Б»

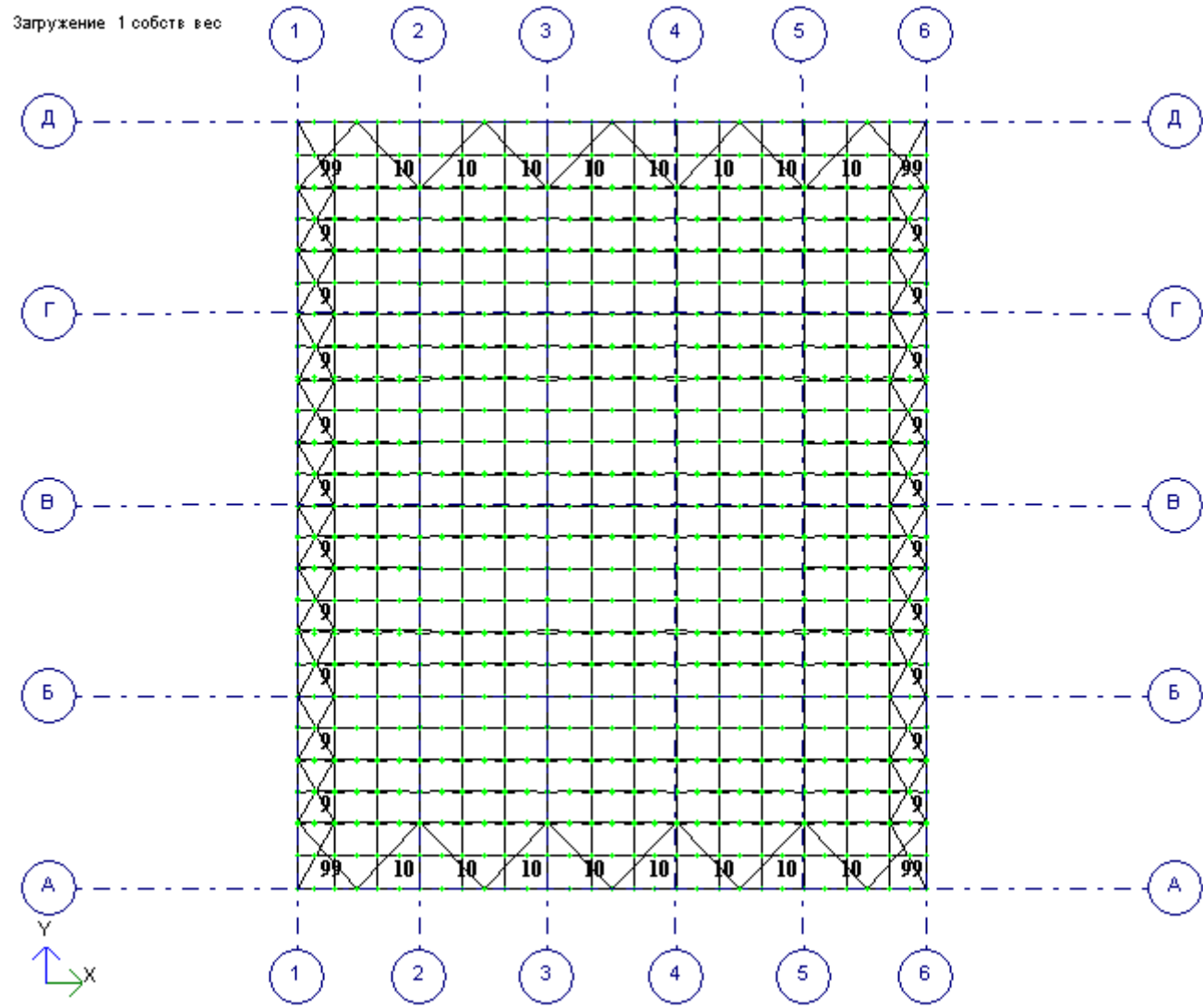


Рисунок 2.8 – Схема зв'язків по нижньому поясу ферм

2.4 Результати розрахунків

В результаті розрахунку отримані усі компоненти напружено-деформованого стану конструктивних елементів будівлі при постійному навантаженні, короткочасній частині тимчасового навантаження, навантажень кранів.

По отриманих в результаті статичного розрахунку розрахункових поєднаннях зусиль (табл. 2.3) визначено необхідне розрахункове армування конструктивних елементів будівлі, отримане за допомогою конструюючого модуля ЛІР-АРМ. Ці дані для усіх перерахованих елементів будівлі детально приведені в додатку А.

Таблиця 2.3 – Максимальні зусилля в колонах

Критерій	Значення зусиль			№№ загруз
	N	My	Qz	
	(кН)	(кН*м)	(кН)	
Колони 600x500 (крайні)				
Nmax	-5.698	-21.994	-13.399	1 2 4 5 6
Nmin	-344.42	2.888	-0.357	1 2 3
Mmax	-274.2	113.277	-14.805	1 2 3 7
Mmin	-271.6	-111.4	14.565	1 2 3 7
Qmax	-116.7	28.434	14.565	1 2 3 7
Qmin	-180.9	47.059	-14.960	1 2 4
Колони 600x500 (середні)				
Nmax	-20.230	-2.518	5.312	1 2 4 5 6
Nmin	-612.3	-6.6	0.7	1 2 3
Mmax	-435.3	116.0	-12.4	1 2 3 7
Mmin	-440.9	-114.9	12.3	1 2 3 7
Qmax	-50.5	9.0	12.7	1 2 3 7
Qmin	-199.9	61.6	-16.9	1 2 4
Колони 800x400 (крайні)				
Nmax	-65.615	-0.797	-0.308	1 2 4 5
Nmin	-530.0	-5.486	0.512	1 2 3
Mmax	-194.1	45.556	-4.859	1 2 3 7
Mmin	-391.4	-49.451	5.173	1 2 3 7
Qmax	-333.1	-10.959	5.173	1 2 3 7
Qmin	-135.9	9.372	-4.859	1 2 4
Колони 800x400 (середні)				
Nmax	-140.7	0.380	-0.549	1 2 4 5
Nmin	-678.2	-5.079	0.564	1 2 3
Mmax	-300.3	18.282	-2.804	1 2 3 7
Mmin	-496.5	-19.908	2.706	1 2 3 7
Qmax	-438.2	2.161	2.706	1 2 3 7
Qmin	-242.0	-4.847	-2.804	1 2 3 7
Колони 300x300 (фахверк)				
Nmax	-8.799	-1.656	-0.270	1 2 4 5
Nmin	-160.3	0.081	-0.015	1 2 3
Mmax	-133.9	4.198	-0.998	1 2 3 7
Mmin	-27.898	-5.365	-0.993	1 2 3 7
Qmax	-27.591	3.057	0.644	1 2 3 7
Qmin	-133.9	4.198	-0.998	1 2 4
Колони 400x400 (фахверк)				
Nmax	-8.364	-2.280	-0.985	1 2 4 5
Nmin	-250.7	-0.363	0.262	1 2 3

Продовження табл. 2.3

Mmax	-191.3	50.651	-16.781	1 2 4
Mmin	-181.8	-39.280	4.775	1 2 3 7
Qmax	-25.026	1.275	8.593	1 2 4
Qmin	-191.3	50.651	-16.781	1 2 4

2.5 Розрахунок армування залізобетонних конструкцій

Вихідні дані для розрахунку:

- вид елемента – колона.
- модуль армування – стержень.
- армування – симетричне.
- система – статично невизначна.
- розрахунок по II групі граничних станів – виконувати.
- Матеріали:
 - бетон класу С16/20. Ширина розкриття тріщин – 0,4 мм (короткочасних), 0,3 мм (тривалих). Випадкові ексцентриситети – 3 см;
 - арматура повздожня класу А400С2, поперечна – А240С.

В результаті проектного розрахунку у конструктивних елементах колон площа повздожняго армування не перевищує 2.52 см², що відповідає 4Ø18А400С2. У окремих елементах колон перерізом 800х400 армування досягає 2.88 см² (4Ø20А400С2).

Поперечне армування не перевищує 0,63 см², що відповідає Ø6Вр-1 з кроком 200 мм (рис. 2.9).

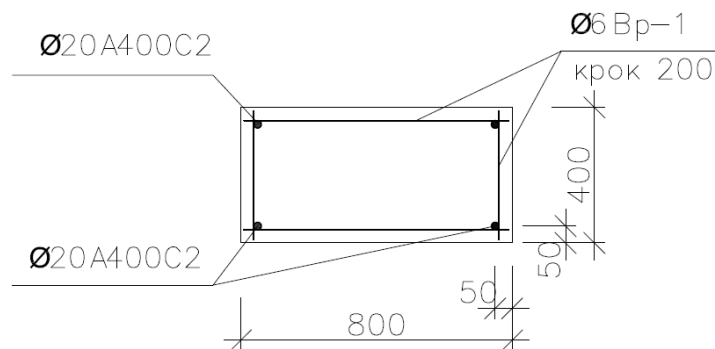


Рисунок 2.9 – Схема армування колони

2.6 Розрахунок перерізів кроквяних конструкцій

Після розрахунку зусиль в основній розрахунковій схемі, експортуємо розрахункову модель в модуль ЛІР-СТК.

Результати розрахунку кроквяної ферми по розрахункових сполученнях зусиль детально представлені в додатку Б.

Підібрані згідно з розрахунком перерізи елементів кроквяної ферми наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Прийняті перерізи елементів кроквяної ферми

Назва	Опис
Два кутники 125 х 125 х 8	верхній пояс
Два кутники 125 х 125 х 8	нижній пояс
Два кутники 100 х 100 х 7	опорний розкіс
Два кутники 75 х 75 х 5	решітка

Для елементів вертикальних зв'язків по колонах приймаємо наступні перерізи згідно з розрахунком і перевіркою по двох групах граничних станів:

Два швелери №14 – для гілок.

Швелер №6.5 – для розпірок з кроком 600 мм.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

3.1 Інженерно-геологічні умови будівельної ділянки

Геологічний розріз майданчика будівництва показаний на рис. 3.1, характеристики інженерно-геологічних елементів приведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Фізико-механічні властивості ґрунтів основи

Найменування ґрунту	Потужність шару, м	ρ , кН/м ³	ρ_s , кН/м ³	W, %	W _l	W _p	φ	c, кПа	μ	R, МПа	S, см
Чорнозем опідзолений	0,9 – 1,0	16,4	-	12	-	-	-	-	-	-	-
Глейовий з суглинним вапняним твердим заповнювачем	3 – 3,8	19,3	27	16,5	20	14	20°	5	0,3	0,1	0,52
										0,2	1,04
										0,3	1,56
										0,4	2,6
Суглинок вапняковий м'якопластичний	1,5– 2	18,8	27	27	-	-	36°	18	0,28	-	-
Вапняк скельний	>10	20,7	27,0	19	42	16	-	-	0,4	-	-

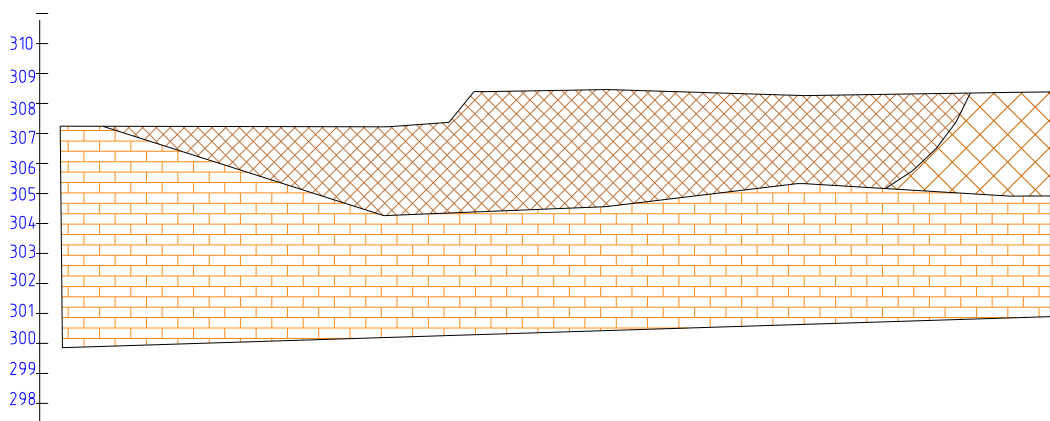


Рисунок 3.1 – Геологічний розріз майданчика будівництва

Визначення глибини залягання ростверка залежить від декількох чинників. Глибини промерзання ґрунту:

$$d_1 = d_f = 0,8 \text{ м};$$

Наявність конструктивних особливостей. У нашому випадку підвальних приміщень немає, тому

$$d_2 = d_b = 0$$

Виходячи з умови, що

$$d_p \geq 315 + h_{\text{ст}}, \quad (3.1)$$

де d_p – глибина закладання ростверка, м;

$h_{\text{ст}}$ – глибина склянки у фундаменті. Для фундаментів під залізобетонні колони $h_{\text{ст}} = 0,95$ м.

$$d_p = 315 + 950 = 1265 \text{ мм} = 1,265 \text{ м}$$

Враховуючи усі перераховані умови, приймаємо глибину заставляння ростверка $d_p = 1,8$ м, виходячи з кратності ростверка по висоті 15 см.

Приймаємо жорстке з'єднання ростверка і палі. Голова палі заходить в тіло ростверка на 20 см. Тоді відмітка голови палі -1,6 м.

Вважаємо, що несучим шаром буде вапняк скельний, тому, прорізаючи шар суглинку, заглиблюємо палю в шар вапняку до відмітки -8,6 м (для застосування стандартної довжини палі). При цьому довжина палі рівна $h_{\text{п}} = 7$ м.

Подальший розрахунок ведемо як для палі-стійки. Приймаємо залізобетонну забивну палю квадратного перерізу. Для вибраної довжини приймаємо переріз 40 x 40 см.

3.2 Розрахунок пальового фундаменту

Несуча здатність палі, визначена в програмі «Електронний довідник інженера», складає $F_d = 44,8 \text{ т}$.

Розрахункове навантаження на палю визначаємо по формулі:

$$P = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{439.338}{1,4} = 303,8 \text{ кН.} \quad (3.2)$$

де γ_k – коефіцієнт запасу, для розрахунку він дорівнює 1,4.

Визначимо необхідну кількість паль у фундаменті по формулі:

$$n = \frac{N + 0,1 \cdot N}{P} = \frac{756 + 0,1 \cdot 756}{303,8} = 3,1 \quad (3.3)$$

де N – задане навантаження на фундамент, для цієї колони $N = 1918,51$ кН (див. результати розрахунку з розд. 2.4).

Приймаємо ціле число паль – $n = 4$ шт.

Відстань між осями паль має бути не менше трьох діаметрів палі. Тобто, у нашому випадку ця відстань складає 1,2 м. Приймаємо 1,3 м.

Далі відповідно до нижче приведених вимог до розмірів розраховуємо розміри ростверка в плані (рис. 3.2). До розмірів ростверка пред'являються наступні вимоги:

- усі розміри по висоті мають бути кратні 15 см;
- усі розміри в плані мають бути кратні 10 см;
- нижній ступінь не може бути менше 600 мм, усі інші – 300 (450) мм.

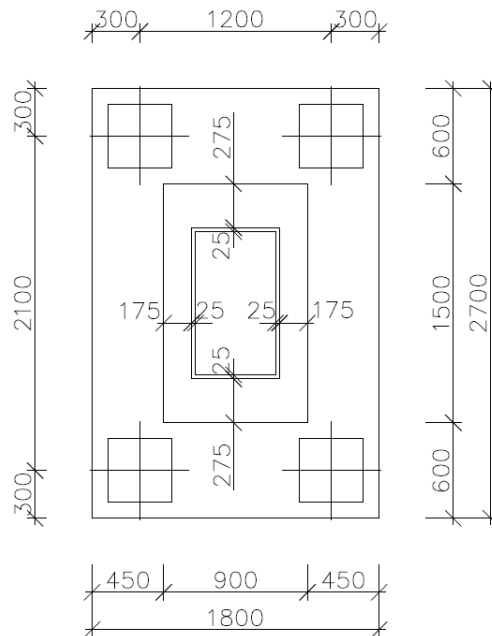


Рисунок 3.2 – План пальового ростверку

3.3 Розрахунок ростверка як залізобетонної конструкції

Основне поєднання розрахункових навантажень від колони на фундамент на рівні верхньої грані ростверка.

$$N = 757 \text{ кН}; M = 153 \text{ кН}\cdot\text{м}; Q = 18 \text{ кН}.$$

Переріз колони $h_{col} = 80 \text{ см}$, $b_{col} = 40 \text{ см}$. Палі забивні залізобетонні перерізом $40 \times 40 \text{ см}$.

Розрахункове навантаження, що допускається на палю по ґрунту, $F_{sv} = 450 \text{ кН}$; розрахункове навантаження на палі крайнього ряду (з урахуванням можливості їх перевантаження на 20%) $F'_{sv} = 1,2 \cdot 450 = 540 \text{ кН}$.

Клас бетону ростверка по міцності на стиск С25/30, коефіцієнт умов роботи бетону $\gamma_2 = 1,1$.

Розрахунковий опір бетону осьовому розтягуванню з урахуванням коефіцієнта умов роботи бетону $R_{bt} = 1,1 \cdot 1,05 = 1,16 \text{ МПа}$. Призмova міцність бетону з урахуванням коефіцієнта умов роботи $R_b = 1,1 \cdot 14,5 = 16 \text{ МПа}$.

Арматура із сталі класу А400С2.

Ростверк приймаємо прямокутної форми в плані розміром $270 \times 240 \text{ см}$. Розміри підколонника в плані $150 \times 90 \text{ см}$, глибина закладання колони в стакані – $h_{anc} = 90 \text{ см}$. Відмітка верху ростверка – $0,15 \text{ м}$ (від рівня чистої підлоги).

Куц паль під ростверком приймається з чотирьох паль. Розташування паль в куці і відстань між палями в осях приведені на рис. 3.2. Верхні кінці паль закладаються в плиту ростверка на 200 мм .

3.3.1 Розрахунок ростверка на продавлювання колоною

Розрахунок робиться по формулі:

$$F_{per} \leq \frac{2h_0 R_{bt}}{\alpha} \left[\frac{h_0}{c_1} (b_{col} + c_2) + \frac{h_0}{c_2} (h_{col} + c_1) \right], \quad (3.4)$$

Величини реакцій паль від навантажень колони на ростверк на рівні верхньої горизонтальної грані ростверка визначаються по формулах:

а) в першому ряду паль від краю ростверка з боку найбільш навантаженої його частини

$$F_1 = \frac{N}{n} + \frac{M_x y_i}{\sum_1^n y_i^1} = \frac{3400}{9} + \frac{600 \cdot 1,1}{6 \cdot 1,1^2} = 378 + 91 = 469 \text{ кН} (47,3 \text{ тс}), \quad (3.5)$$

б) в другому ряду від краю ростверка

$$F_2 = 378 \text{ кН.}$$

Величина продавлюючої сили визначається по формулі:

$$F_{per} = 2 \sum F_i = 2(3F_1 + F_2) = 2(3 \cdot 469 + 378) = 3570 \text{ кН.} \quad (3.6)$$

Задаємося товщиною дна стакану $h_{bot} = 60 \text{ см.}$

Розрахункова висота дна стакану

$$h_0 = h_{bot} - a_1 = 60 - 7 = 53 \text{ см.} \quad (3.7)$$

Визначаємо величини c_1 і c_2 (відстані від граней колони до відповідних найближчих граней паль):

$$c_1 = \frac{270 - 80 - (25 + 15)2}{2} = 55 \text{ см,}$$

$$c_2 = \frac{240 - 40 - (30 + 15)2}{2} = 55 \text{ см,}$$

$$\frac{h_0}{c} = \frac{63}{55} = 1,14.$$

Визначуваний коефіцієнт α , що враховує часткову передачу подовжньої сили на плитну частину ростверка через стінки стакану, для чого заздалегідь визначаємо площу бічної поверхні закладеної в стакан частини колони A_f

$$A_f = 2(b_{col} + h_{col})h_{anc} = 2(0,4 + 0,8)0,9 = 2,16 \text{ м}^2 = 2,16 \cdot 10^6 \text{ мм}^2,$$

$$\alpha = 1 - \frac{0,4 R_{br} A_f}{N} = 1 - \frac{0,4 \cdot 1,16 \cdot 2,16 \cdot 10^6}{3400 \cdot 10^3} = 1 - 0,29 = 0,71 < 0,85, \quad (3.8)$$

і приймаємо $\alpha = 0,85$.

Визначаємо граничну величину продавлюючої сили, яку може сприйняти ростверк із заданою товщиною дна стакану

$$F_{per} = \frac{2 \cdot 0,53 \cdot 10^3 \cdot 1,16}{0,85} [1,14(0,4 + 0,55) + 1,44(0,8 + 0,55)] = 3793 \text{ кН} = (386,8 \text{ тс}),$$

$$F = 3793 \text{ кН} > F_{per} = 3570 \text{ кН},$$

тобто міцність ростверка на продавлювання колоною забезпечена.

Повна висота ростверка $h = h_{anc} + h_{bot} = 90 + 60 = 150 \text{ см}$.

Визначаємо величини розрахункових навантажень на палі з урахуванням навантажень від ваги ростверка і ґрунту на його уступах.

Усреднену об'ємну вагу матеріалу ростверка і ґрунту приймаємо рівним $V = 21 \text{ кН/м}^3$, коефіцієнт перевантаження $\gamma_f = 1,1$.

Розрахункове навантаження на палі від власної ваги ростверка і ґрунту на його уступах G рівне:

$$G = ab(h + 0,15)V\gamma_f = 2,7 \cdot 2,4(1,5 + 0,15)21 \cdot 1,1 = 246 \text{ кН} (25,2 \text{ тс}), \quad (3.9)$$

Величини поздовжньої сили і моменту, що діють на рівні підшви ростверка, визначаємо по формулах:

$$N_{bot} = N + G = 3400 + 246 = 3646 \text{ кН};$$

$$M_{bot} = M + Qh = 600 + 80 \cdot 1,5 = 720 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Розрахункові навантаження на палі:

а) в першому ряду паль від краю ростверка з боку найбільш навантаженої частини ростверка

$$\begin{aligned} F_1' &= \frac{N_{bot}}{n} + \frac{M_{bot} y_i}{\sum_1^n y_i^2} = \frac{3646}{9} + \frac{720 \cdot 1,1}{6 \cdot 1,1^2} = 405 + 109 = \\ &= 514 \text{ кН} (52,4 \text{ тс}) < 1,2 F_{sv} = 540 \text{ кН} (55,1 \text{ тс}), \end{aligned} \quad (3.10)$$

б) в другому ряду паль від краю ростверка

$$F_2' = 405 \text{ кН} < F_{sv} = 450 \text{ кН}.$$

Отже, несуча здатність паль забезпечена.

3.3.2 Розрахунок ростверка на продавлювання кутовою палею

Розрахунок виконуємо по формулі:

$$F_{a1} \leq R_{bt} h_{01} \left[\beta_1 \left(b_{02} + \frac{c_{02}}{2} \right) + \beta_2 \left(b_{01} + \frac{c_{01}}{2} \right) \right], \quad (3.11)$$

Задаємося товщиною плити ростверка $h_l = 60 \text{ см}$

Висота плити ростверка від верху голови паль

$$h_{01} = h_1 - 5 \text{ см} = 60 - 5 = 55 \text{ см}$$

Визначаємо величини b_{01} ; b_{02} ; c_{01} ; c_{02} :

$$b_{01} = 25 + \frac{30}{2} = 40 \text{ см},$$

$$b_{02} = 30 + \frac{30}{2} = 45 \text{ см},$$

$$c_{01} = \frac{270 - 150 - 40 \cdot 2}{2} = 20 \text{ см},$$

$$c_{02} = \frac{240 - 90 - 45 \cdot 2}{2} = 30 \text{ см},$$

$$\frac{h_{01}}{c_{01}} = \frac{55}{20} = 2,75 > 2,5; \quad \frac{h_{01}}{c_{02}} = \frac{55}{30} = 1,83.$$

Знаходимо коефіцієнти β_1 і β_2 :

$$\beta_1 = 1; \quad c_{01} = 0,4h_{01} = 0,4 \cdot 55 = 22 \text{ см}; \quad \beta_2 = 0,895.$$

Визначаємо граничне навантаження на палю, яку може сприйняти плита ростверка з умови її продавлювання кутовою палею

$$\begin{aligned} F_{a1} &= 1,16 \cdot 0,55 \left[1 \left(0,45 + \frac{0,3}{2} \right) + 0,895 \left(0,4 + \frac{0,20}{2} \right) \right] 10^3 = \\ &= 668 \text{ кН} (67,9 \text{ тс}) > F_1' = 514 \text{ кН} (52,4 \text{ тс}), \end{aligned}$$

Отже, міцність плити ростверка на продавлювання кутовою палею забезпечена.

3.3.3 Розрахунок міцності похилих перерізів ростверка за поперечною силою

Розрахунок виконуємо по формулі:

$$Q \leq 1,5bh_{01}R_{bt} \frac{h_{01}}{c}, \quad (3.12)$$

Визначаємо розрахункову величину поперечної сили з боку найбільш навантаженої частини ростверка як суму реакцій усіх паль крайнього ряду від розрахункових навантажень на палі

$$Q = \sum F_1' = 3F_1' = 3 \cdot 514 = 1542 \text{ кН};$$

$$h_{01} = 53 \text{ см}; c = 20 \text{ см};$$

$$\frac{h_{01}}{c} = \frac{53}{20} = 2,65 > 1,67;$$

Отже,

$$Q_{\max} = 2,5bh_{01}R_{br}, \quad (3.13)$$

Визначаємо граничну величину поперечної сили, яку може сприйняти плита ростверка по похилому перерізу

$$Q_{\max} = 2,5 \cdot 2,4 \cdot 0,53 \cdot 103 \cdot 1,16 = 3688 \text{ кН} > Q = 1542 \text{ кН}.$$

Отже, міцність похилих перерізів плити ростверка забезпечена.

3.3.4 Розрахунок ростверка на згин

Величини моментів, що вигинають, визначаємо по формулах:

а) в перерізах 1-1 і 3-3 по гранях колони:

$$\begin{aligned} M_{x1} &= 3F_1' \cdot 0,7 - \frac{G}{2,7} \cdot \frac{0,95^2}{2} = 3 \cdot 514 \cdot 0,7 - \frac{246}{2,7} \cdot \frac{0,95^2}{2} = \\ &= 1038 \text{ кН} \cdot \text{м} (105,9 \text{ тс} \cdot \text{м}), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y1} &= \frac{N_{bot} \cdot 3}{n} \cdot 0,7 - \frac{G}{2,4} \cdot \frac{1,02^2}{2} = \frac{3646 \cdot 3}{9} \cdot 0,7 - \frac{246}{2,4} \cdot 0,5 = \\ &= 799 \text{ кН} \cdot \text{м} (81,5 \text{ тс} \cdot \text{м}), \end{aligned}$$

б) в перерізах 2-2 і 4-4 по гранях підколонника:

$$\begin{aligned} M_{x2} &= 3F_1' \cdot 0,35 - \frac{G}{2,7} \cdot \frac{0,6^2}{2} = 3 \cdot 514 \cdot 0,35 - \frac{246}{2,7} \cdot 0,18 = 540 - 17 = \\ &= 523 \text{ кН} \cdot \text{м} (53,4 \text{ тс} \cdot \text{м}), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y2} &= \frac{N_{bot} \cdot 3}{9} \cdot 0,45 - \frac{G}{2,4} \cdot \frac{0,75^2}{2} = \frac{3646 \cdot 3}{9} \cdot 0,45 - \frac{246}{2,4} \cdot \frac{0,75^2}{2} = \\ &= 518 \text{ кН} \cdot \text{м} (52,8 \text{ тс} \cdot \text{м}), \end{aligned}$$

При визначенні перерізу арматури в плиті ростверка (арматура приймається із сталі класу А400С2) користуємося наступними формулами. У перерізах по гранях колони:

переріз 1-1

$$\theta = \frac{M_{x1}}{R_b b_1 h_0^2} = \frac{1038 \cdot 10^3}{16 \cdot 90 \cdot 144^2} = 0,03, \quad (3.14)$$

при $\theta = 0,03$ знаходимо $\nu = 0,985$.

$$A_{sx1} = \frac{M_{x1}}{R_s \nu h_0} = \frac{1038 \cdot 10^3}{365 \cdot 0,985 \cdot 144} = 20 \text{ см}^2, \quad (3.15)$$

$R_s = 365$ МПа (арматура класу А400С2, $d \geq 10$ мм).

переріз 3-3

$$\theta = \frac{M_{y1}}{R_b a_1 (h'_0)^2} = \frac{799 \cdot 10^3}{16 \cdot 150 \cdot 143^3} = 0,0163, \quad (3.16)$$

$\nu = 0,992$;

$$A_{sy1} = \frac{M_{y1}}{R_s \nu h'_0} = \frac{799 \cdot 10^3}{365 \cdot 0,992 \cdot 143} = 15,4 \text{ см}^2. \quad (3.17)$$

У перерізах по гранях підколонника:

переріз 2-2

$$\theta = \frac{M_{x2}}{R_b b h_{01}^2} = \frac{523 \cdot 10^3}{16 \cdot 240 \cdot 54^2} = 0,046, \quad (3.18)$$

$\nu = 0,976$;

$$A_{sx2} = \frac{M_{x2}}{R_s \nu h_{01}} = \frac{523 \cdot 10^3}{365 \cdot 0,976 \cdot 54} = 27,2 \text{ см}^2, \quad (3.19)$$

переріз 4-4

$$\theta = \frac{M_{y2}}{R_b a (h'_{01})^2} = \frac{518 \cdot 10^3}{16 \cdot 270 \cdot 53^2} = 0,042, \quad (3.20)$$

$\nu = 0,979$;

$$A_{sy2} = \frac{M_{y2}}{R_s \nu h'_{01}} = \frac{518 \cdot 10^3}{365 \cdot 0,979 \cdot 53} = 27,4 \text{ см}^2. \quad (3.21)$$

Розрахунковими є перерізи по гранях підколонника (перерізи 2-2 і 4-4).

Приймається арматура:

- у повздовжньому напрямі – 12Ø18А400С2 ($A_s = 30,54 \text{ см}^2$);

- у поперечному напрямі – 14Ø16A400C2 ($A_s = 28,15 \text{ см}^2$).

Для армування підосви ростверка приймається зварна арматурна сітка по

$$\text{ГОСТ 23279-84 марки } C \frac{18AIII - 200}{16AIII - 200} 2250 \times 2650 \frac{25}{25}.$$

Перевірка міцності похилих перерізів плити ростверка по згинаючому моменту робиться з боку найбільш навантаженої частини плити ростверка.

Поперечна сила від зовнішнього навантаження, що діє в нормальному перерізі, який проходить через початок похилого перерізу, рівна

$$Q = \sum F_1^i = 3F_1^i = 3 \cdot 514 = 1542 \text{ кН}$$

Гранична величина поперечної сили, яку може сприйняти плита ростверка по похилому перерізу, захищеному від утворення нормальних тріщин, визначається по формулі з введенням в праву частину нерівності додаткового коефіцієнта $1/1,25 = 0,8$

$$\begin{aligned} Q &= 1,5 \cdot 0,8 b h_{01} R_{bt} \frac{h_{01}}{c} = 1,2 \cdot 2,4 \cdot 0,53 \cdot 10^3 \cdot 1,16 \cdot 1,67 = \\ &= 2957 \text{ кН} (301 \text{ тс}) > Q = 1542 \text{ кН} (157,2 \text{ тс}). \end{aligned}$$

Отже, міцність похилих перерізів по згинаючому моменту забезпечена.

Результати визначення навантажень на фундаменти за допомогою скінченно-елементного розрахунку в ПК «ЛІРА» приведені на рис. 3.3-3.6.

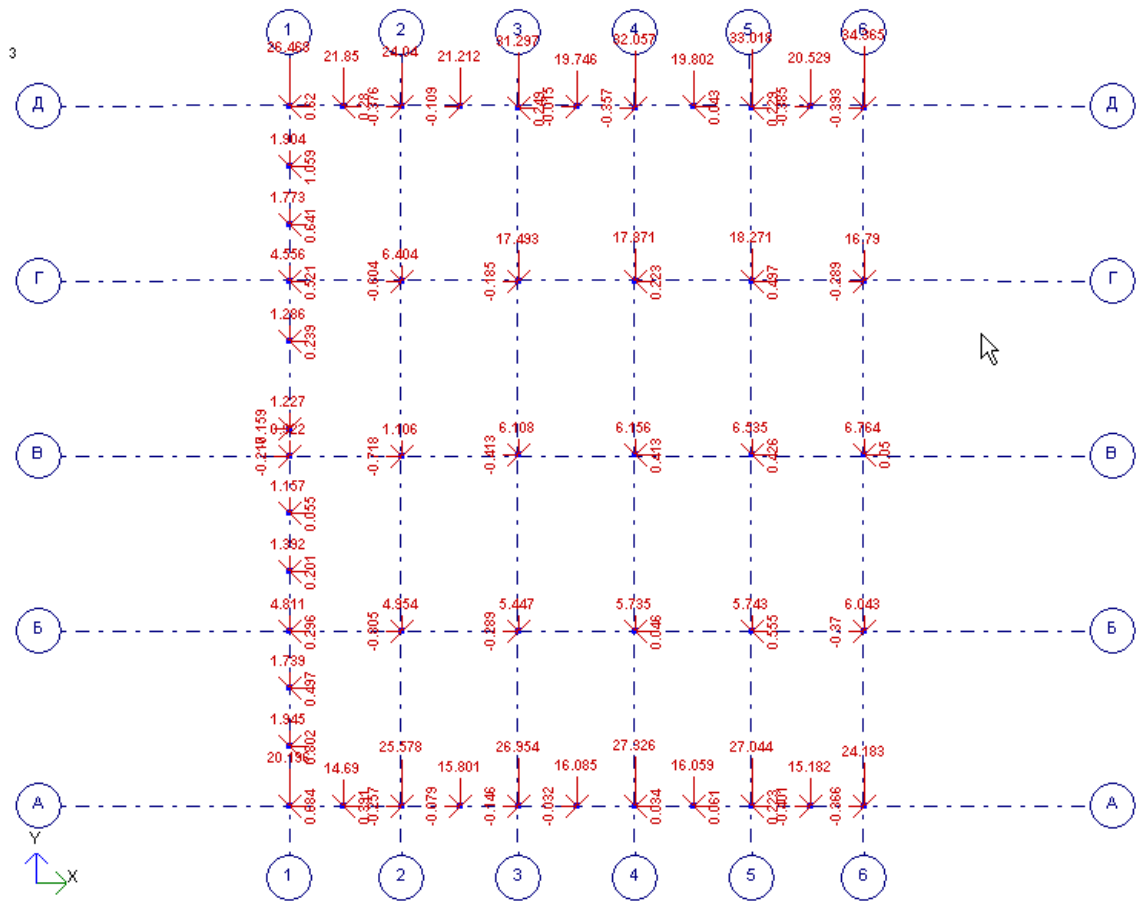


Рисунок 3.3 – Навантаження на фундаменти (кН) за результатами РСН

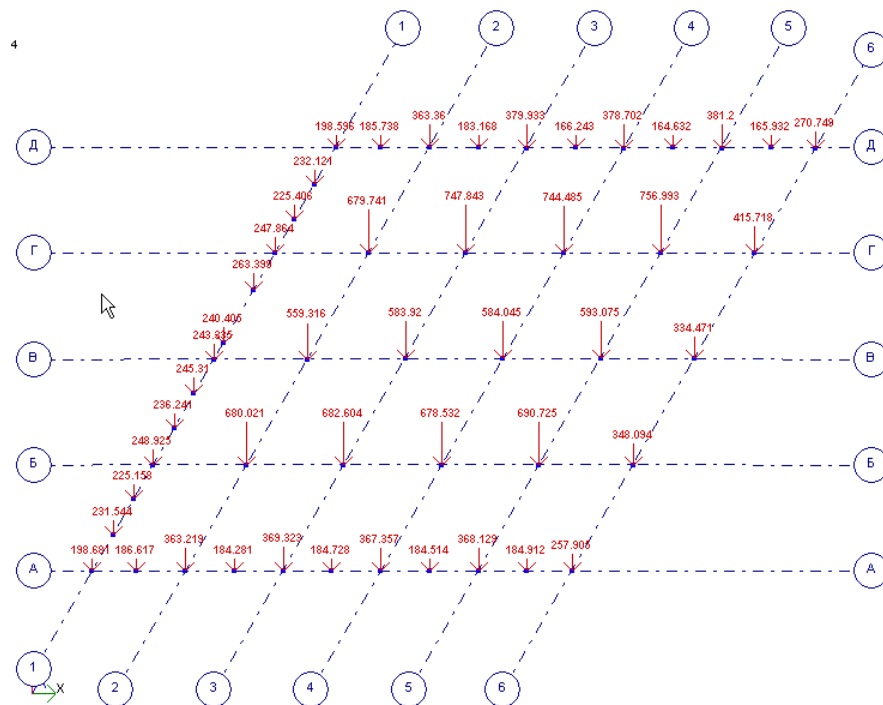


Рисунок 3.4 – Навантаження на фундаменти (кН) за результатами РСН

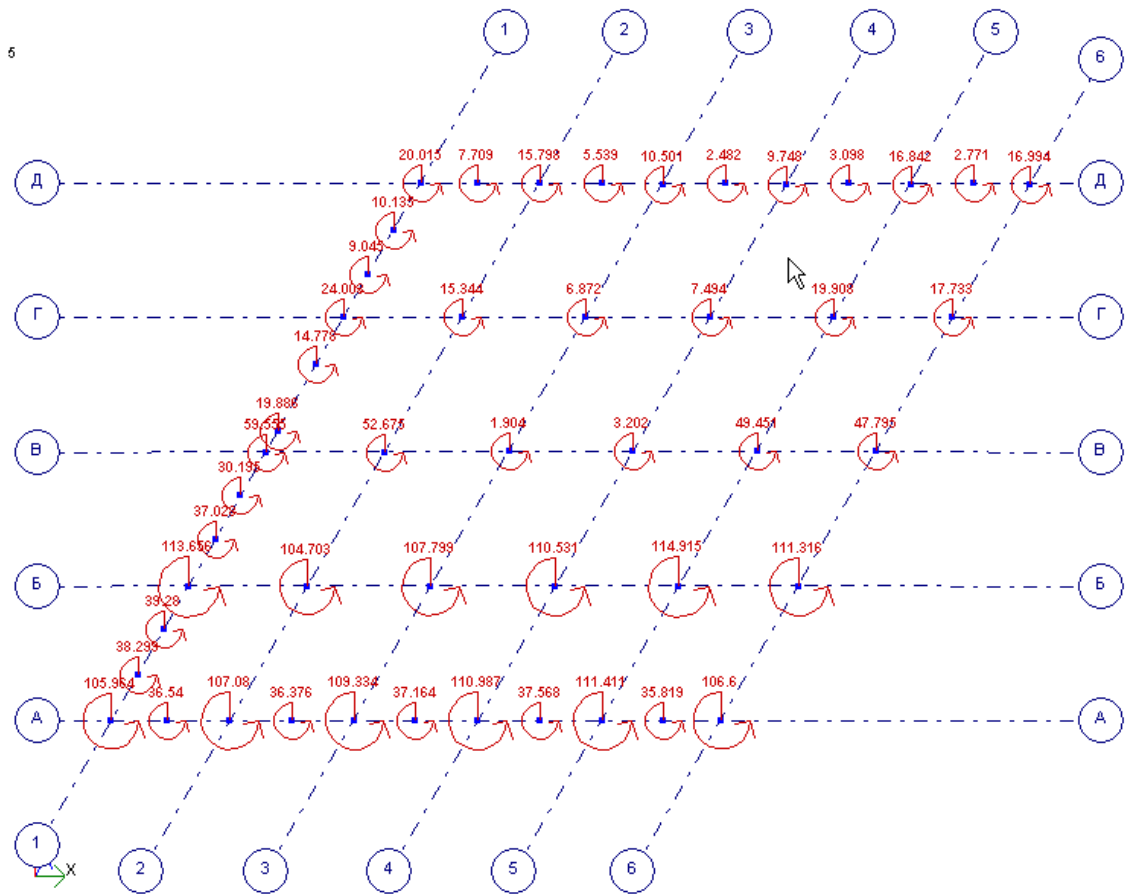


Рисунок 3.5 – Навантаження на фундаменти (кНм) за результатами РСН

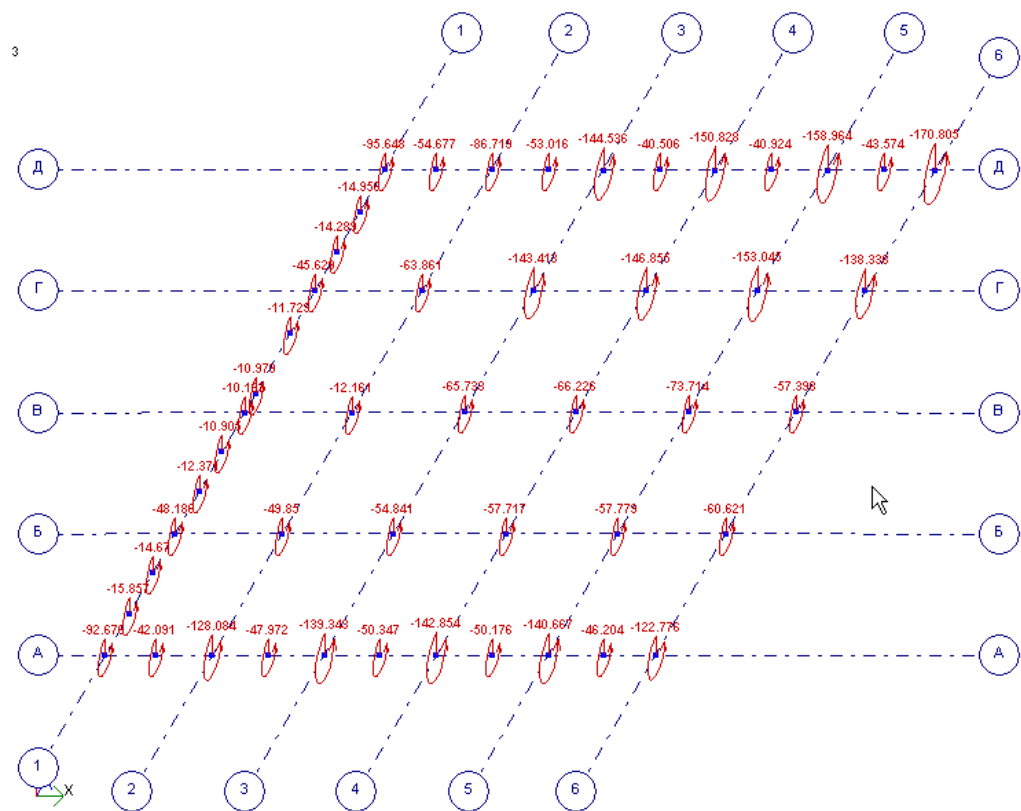


Рисунок 3.6 – Навантаження на фундаменти (кНм) за результатами РСН

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1 Характеристика будівлі

Розробка проекту цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу проводиться з питань організації і планування будівельного виробництва на стадіях проекту організації будівництва і проекту виробництва робіт. Рішення, що приймаються, спрямовані на скорочення тривалості будівництва; зниження трудомісткості, матеріаломісткості та вартості будівельно-монтажних робіт; підвищення продуктивності праці; раціональне використання ресурсів і охорону довкілля.

Одноповерхові промислові будівлі по об'ємно-планувальних і конструктивних рішеннях характеризуються великими розмірами приміщень (великі прольоти між рядами опор), наявністю кранового устаткування, безгорищними покриттями (плоскими або скатними пологими).

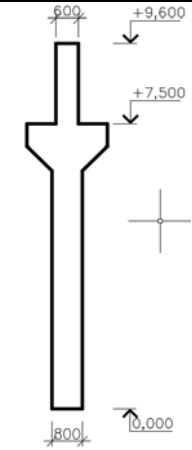
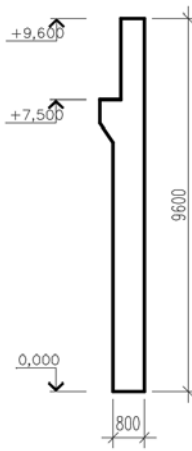
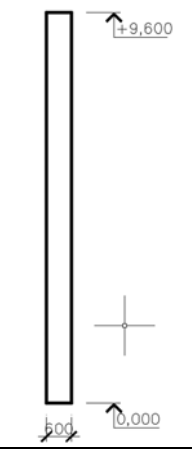
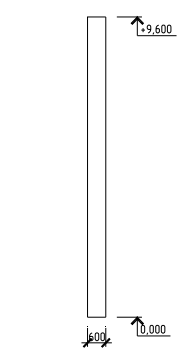
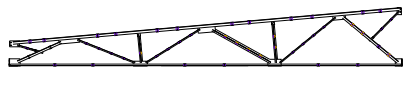
Проектована будівля виконана зі змішаних конструкцій: колони – залізобетонні, ферми покриттів – сталеві. Специфікація монтажних елементів приведена в табл. 4.1.

4.2 Визначення номенклатури і об'ємів будівельно-монтажних робіт

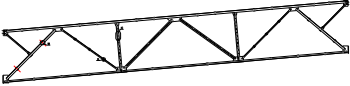
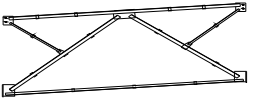
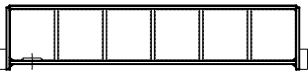
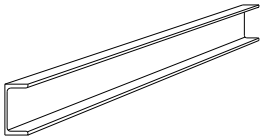
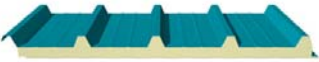
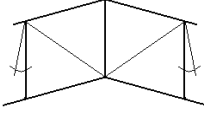
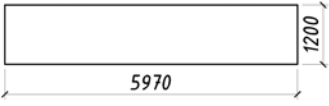
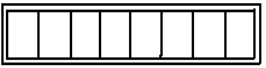
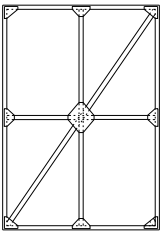
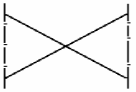
Номенклатура будівельно-монтажних робіт охоплює усі основні роботи по зведенню будівлі та приведена в табл. 4.2. Усі роботи необхідно розбити на окремі цикли:

- нульовий;
- монтажний;
- завершальний.

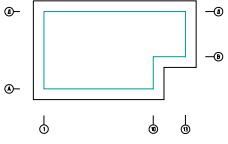
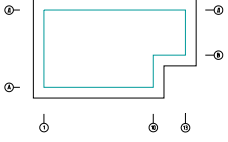
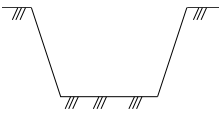
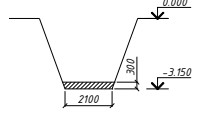
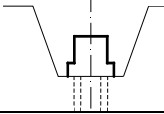


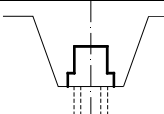

Таблиця 4.1 – Специфікація монтажних елементів

Найменування конструкцій	Ескіз	Об'єм елемента, м ³	Маса елемента, т	К-ть елементів, шт	Загальний об'єм (м ³) / маса (т)
Колони К-1 середнього ряду в прольоті з мостовим краном		3,72	10	7	26,04 / 70
Колони К-2 крайні ряди в прольоті з мостовим краном		3,564	9,25	14	49,9 / 129,5
Колони К-3 середнього і крайнього ряду в прольоті без мостового крану		3,2	8,8	51	163,2/448,8
Фахверкові колони ФК1		0,864	2,4	36	31,1 / 86,4
Кроквяна ферма Ф-1 (18м)		-	1,15	26	-/29,9

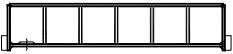


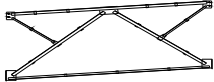
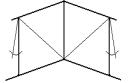
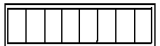
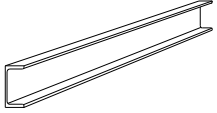



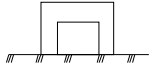
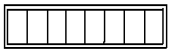
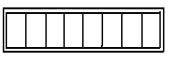



Продовження табл. 4.1

Найменування конструкцій	Ескіз	Об'єм елемента, м ³	Маса елемента, т	К-ть елементів, шт	Загальний об'єм (м ³) / маса (т)
Кроквяна ферма Ф-2 (18м)		-	1,1	26	-/28,6
Кроквяна ферма Ф-3 (6м)		-	0,5	4	-/2
Підкранова балка ПБ-1 (12м)		-	2,5	18	-/45
Прогони		-	-		- / 121,6
Профнастил		-	-		- / 80,3
Світлоаераційний ліхтар		-	0,265	56	- / 15,167
Стінові сендвіч-панелі		-	0,4	265	- / 129,85
Віконні блоки подвійні (1,2 x 12)		-	0,4	95	- / 38
Ворота		-	0,9	4	3,6
Зв'язки вертикальні по колонах		-	3,9	3	- / 11,7

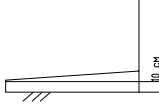
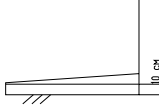
Таблиця 4.2 – Об'єм будівельно-монтажних робіт

№ п/п	Найменування робіт	Схематичний план, розріз	Од. вимір.	Формула підрахунку	Об'єм робіт
Роботи нульового циклу					
1	Зрізання рослинного шару		100 м ³	$V = (18 \cdot 2 \cdot 132 + 18 \cdot 2 \cdot 102 + 6 \cdot 30 + (132 + 72) \cdot 2 \cdot 20) \cdot 0,2$	3,35
2	Планування майданчика		1000 м ²	$S = 18 \cdot 2 \cdot 132 + 18 \cdot 2 \cdot 102 + 6 \cdot 30 + (132 + 72) \cdot 2 \cdot 20$	16,75
3	Розробка ґрунту :	$V_{\text{заг}} = \sum V_{\text{котл}} \cdot n_{\text{котл}} = 26 \cdot 9 + 24,2 \cdot 54 + 16,89 \cdot 36 = 2,16 \text{ тис. м}^3$			
	- на транспорт		1000 м ³	$V_{\text{тр}} = \sum V_{\text{ф}} \cdot n_{\text{ф}} = 6,9 \cdot 9 + 5,55 \cdot 54 + 2,1 \cdot 36$	0,437
	- у відвал			$V_{\text{відв}} = V_{\text{заг}} - V_{\text{тр}} = 2,16 - 0,437$	1,723
4	Підчистка дна окремих котлованів		100 м ³	$V_{\text{підч}} = \sum V_{\text{підч}} \cdot n_{\text{к}} = 1,7 \cdot 9 + 1,5 \cdot 54 + 0,675 \cdot 36$	1,2
	Гідроізоляція монолітних ростверків		100 м ²		10,58
8	Зворотна засипка ґрунту		1000 м ³	$V_{\text{зас}} = V_{\text{відв}}$	1,723
9	Ущільнення ґрунту		100 м ³	$V_{\text{ущ}} = V_{\text{зас}}$	1,723
10	Забивання паль		м ³	$V_{\text{п}} = l \cdot a \cdot b \cdot n_{\text{п}} = 7 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 435$	487,2
11	Влаштування монолітних ростверків до 10 м ¹		100 м ³	$V = n_{\text{ф1}} \cdot V_{\text{ф1}} + n_{\text{ф2}} \cdot V_{\text{ф2}} + n_{\text{ф3}} \cdot V_{\text{ф3}} = 6,9 \cdot 9 + 5,55 \cdot 54 + 2,1 \cdot 36$	4,37
Монтажний цикл					
12	Монтаж колон		100 шт		
	- К-1				0,07
	- К-2				0,14
	- К-3				0,51
	- ФК-1			0,36	
13	Монтаж вертикальних зв'язків		100 шт		0,03

Продовження табл. 4.2

№ п/п	Найменування роботи	Схематичний план, розріз	Од. вимір.	Формула підрахунку	Об'єм робіт
14	Підкранові балки		т		45
15	Монтаж підкровоквяних ферм		т		29,9
16	Монтаж кроквяних ферм		т		28,6
17	Монтаж кроквяних ферм		т		2
18	Монтаж рам ліхтарів		т		15,167
19	Монтаж ліхтарних блоків		100 м ²		8,62
20	Монтаж прогонів, розпірок і зв'язків по покрівлі		т		121,6
21	Монтаж профлістів покриття		т		80,3
22	Монтаж стінових сендвіч-панелей		100 шт		2,65
23	Монтаж віконних блоків		т		38
24	Навішування воріт		т	$m = M_v \cdot n_v = 1,5 \cdot 4$	6
Оздоблювальні роботи					
25	Скління ліхтарних блоків		100 м ²		8,62
26	Скління віконних блоків		100 м ²		7,84
27	Влаштування основ під підлоги		100 м ³	$V = S_{\text{підл}} \cdot 0,3 = 8604 \cdot 0,3$	25,8
28	Влаштування підлог		100 м ²		86,04
29	Зовнішнє фарбування		100 м ²	$S_{\text{фарб}} = S_{\text{вор}} \cdot n_{\text{вор}} = 4 \cdot 4,8 \cdot 4$	0,768
30	Внутрішнє масляне фарбування		100 м ²	$S_{\text{масл}} = S_{\text{ПБ}} \cdot n_{\text{ПБ}} + S_{\text{Ф}} \cdot n_{\text{Ф}} + S_{\text{вор}} \cdot n_{\text{вор}} = 110,7 + 1221,2 + 76,8$	14,1

Продовження табл. 4.2

№ п/п	Найменування робіт	Схематичний план, розріз	Од. вимір.	Формула підрахунку	Об'єм робіт
31	Влаштування підготовки під відмостку		100 м ³	$V_{\text{підг}} = (P - l_{\text{вор}}) \cdot b_{\text{відм}} \cdot t_{\text{відм}} = (276 - 4 \cdot 4) \cdot 0,1 \cdot 1$	0,26
32	Влаштування відмостки		м ³	$V_{\text{відм}} = (P - l_{\text{вор}}) \cdot b_{\text{відм}} \cdot t_{\text{відм}} = (276 - 4 \cdot 4) \cdot 0,15 \cdot 1$	39

4.3 Вибір методу виконання робіт

Вибір методу виконання робіт робиться з урахуванням їх об'єму, заданих термінів введення в експлуатацію об'єкту будівництва, можливості застосування тих або інших механізмів, трудомісткості і собівартості робіт, можливості потокової їх організації.

Потоковим методом називається такий метод організації робіт, при якому постійні склади бригад оснащеними спеціальними машинами і механізмами, виконують послідовно одні і ті ж роботи на різних захватках, при цьому роботи різних бригад максимально поєднуються з часом.

Організація потокового методу будівництва на об'єкті здійснюється таким чином:

1. Увесь фронт робіт розбивається на окремі ділянки або захватки приблизно з однаковим обсягом будівництва.
2. Розбивається складний виробничий процес на прості операції і доручається їх виконання окремим бригадам або ланкам.
3. Бригади або ланки рівномірно пересуваються по фронту робіт і переходять із захватки на захватку.
4. Перша бригада увесь час починає технологічні процеси, а остання завершує.

4.4 Визначення тривалості виконання робіт

Для визначення тривалості будівельно-монтажних робіт розробляється картка-визначник робіт (табл. 4.3), яка є основним документом для розробки сіткового графіку будівництва. Трудомісткість, машиномісткість і тривалість робіт визначається на основі ДБН Д.2.2-99 «Ресурсних елементних кошторисних норм».

Таблиця 4.3 – Картка-визначник робіт

Коди	Найменування робіт	Об'єм робіт		Нормативне джерело	Норма на од.вим.		Загальна машино-місткість і трудомісткість		Використовувані механізми		Змінність робіт	К-ть робітників в день	Тривалість, днів	Тривалість робіт по захватках, днів	
		Од.вим.	К-ть		м-год	люд-год	м-зм	л-дн	Найменування	К-ть				1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Зрізання рослинного шару	100 м3	33.5	E1-24-5	1.19	-	5.0	-	Бульдозер ДЗ-104, 96 кВт	1	1	-	5	5	-
2	Планування майданчика	100 м2	16.75	E1-30-2	1.6	-	3.4	-	Бульдозер ДЗ-104, 96 кВт	1	1	-	4	4	-
3	Розробка ґрунту на транспорт	100 м3	4.37	E1-17-7	8.69	3.25	4.7	1.78	Екскаватор ЭО-4321, 0,65 м3	1	1	1	22	11	11
	Розробка ґрунту у відвал	100 м3	17.23	E1-12-7	7.92	2.86	17.1	6.16							
							21.8	7.94							
4	Підчистка дна котлованів	100 м3	1.2	E1-163-7	-	484.5	-	72.68	-	-	1	3	24	12	12
5	Забивання паль дизель-молотом	м3	487.2	E5-2-3	2.67	6.26	162.6	381.23	СП-49	2	2	10	40	20	20
6	Влаштування з/б ростверків до 10 м3	100 м3	4.37	E6-1-7	59.78	1057.2	32.7	577.50	-	-	2	36	16	8	8
6	Гідроізоляція обмазувальна ростверків	100 м2	10.58	E11-4-5	-	38.39	-	50.77	-	-	1	3	16	8	8
7	Зворотна засипка ґрунту	100 м3	17.23	E1-27-1	0.8	-	1.7	-	Бульдозер ДЗ-17, 79 кВт	1	1	20	2	1	1
8	Ущільнення ґрунту	100 м3	17.23	E1-134-1	-	18.36	-	39.54	Трамбувальники пневматич.						
							1.7	39.54							

9	Монтаж колон в стакани ф-ту при масі однієї колони до 10т	100 шт	0.72	ДБН Д.2.2-7-99	207	1640	18.6	147.60	Кран гусеничний МКГ-25БР	1	2	14	10	5	5
10	Монтаж підкранових балок заводської готовності масою до 2 т	т	45	Е9-18-4	3.55	20.16	20.0	113.40		1	2	11	10	5	5
11	Монтаж зв'язків	т	11.7	Е9-24-3	5.14	90.4	7.5	132.21		1	1	16	8	4	4
12	Монтаж мостового устаткування крану	шт	2		-	190	-	47.50	Кран в.п. 5 т	-	1	24	2	1	1
13	Монтаж кроквяних ферм заводжки до 18 м масою до 8 т	т	60.5	Е9-22-5	5.31	36.8	40.2	278.30	Кран гусеничний МКГ-25БР	1	1	14	20	10	10
14	Монтаж рам ліхтарів	т	15.16 7	Е9-26-1	7.82	32.64	14.8	61.88		1	2	8	8	4	4
15	Монтаж ліхтарних віконних блоків	100 м2	8.62	Е9-27-1	30.5 6	216	33.0	232.74		1	2	14	16	8	8
16	Монтаж прогонів	т	121.6	Е9-25-1	5.14	90.4	78.1	1374.0 8		1	2	38	36	18	18
17	Монтаж покриття з профлиста	100 м2	87.54	Е9-42-3	3.38	50.72	37.0	555.00		1	2	30	18	9	9
18	Монтаж стінових сендвіч-панелей	100 м2	19.08	Е9-42-3	4.88	64	11.6	152.64		1	2	25	6	3	3
19	Монтаж віконних блоків	т	38	Е9-44-1	7.68	128.4 8	36.5	610.28		1	2	34	18	9	9
20	Монтаж воріт	т	6	Е9-46-1	5.81	66.24	4.4	49.68		1	2	25	2	1	1
21	Скління віконних блоків	100 м2	7.84	Е15-208-1	-	71.77	-	70.33	-	-	1	18	4	2	2

22	Влаштування основ під підлоги	100 м3	25.8	E6-1-1	-	195.75	-	631.29	-	-	2	40	16	8	8
23	Влаштування підлог	100 м2	86.04	E11-11-3	-	57.83	-	621.96	-	-	2	38	16	8	8
24	Зовнішнє фарбування	100 м2	0.768	E15-155-1	-	9.57	-	0.92	-	-	1	1	2	1	1
25	Влаштування основи під відмостку	100 м3	0.26	E6-1-1	-	195.75	-	6.36	-	-	1	3	2	1	1
26	Враштування відмостки	100 м2	39	E11-19-1	-	48.11	-	234.54	-	-	1	10	24	12	12
27	Внутрішнє масляне фарбування	100 м2	14.1	E15-163-8	-	31.68	-	55.84	-	-	1	10	6	3	3
28	Сантехнічні роботи	%	10		-	-	-	654.10	-	-	2	60	10	5	5
29	Електромонтанні роботи	%	8		-	-	-	523.34	-	-	2	50	10	5	5
30	Водопровід	%	4		-	-	-	261.67	-	-	2	16	8	4	4
31	Опалення	%	4		-	-	-	261.67	-	-	2	16	8	4	4
32	Вентиляція	%	4		-	-	-	261.67	-	-	2	16	8	4	4
33	Монтаж устаткування	%	40		-	-	-	2616.72	-	-	1	30	88	44	44
34	Пусконалагоджувальні роботи	%	12		-	-	-	314	-	-	1	20	16	8	8
35	Невраховані роботи	дн.	15		-	-	-	1715	-	-	-	-	1715		
36	Благоустрій	%	4		-	-	-	261.70	-	-	1	20	13		

Усі механізовані роботи, що виконуються з використанням великих будівельних машин, виконуються, як правило, у дві зміни. Виключенням може бути невелика машиномісткість процесу. Залежно від виду робіт, вимог технології їх виконання і тривалості будівництва, змінність інших робіт може бути прийнята рівною 2 або 1.

При визначенні тривалості окремих будівельних процесів розрізняють механізовані і немеханізовані процеси.

Проектні трудомісткість і машиноємність робіт повинні дорівнювати або бути менше за нормативних.

4.5 Калькуляція трудових витрат і заробітної плати робітників на будівельно-монтажні роботи

Для розрахунку економічних показників по кожному прийнятому варіанту комплекту машин визначаються витрати праці і заробітна плата робітників, що обслуговують комплект машин. Результати зводимо в табл. 4.4.

4.6 Вибір монтажного крану

Гусеничні крани широко застосовують в промисловому будівництві. Поширені серії кранів МКГ, СКГ і КС мають вантажопідйомність 10...160 т. Ходовий пристрій — гусеничні візки — забезпечує невеликий питомий тиск на ґрунт і, отже, хорошу прохідність і стійкість на ґрунтових спланованих майданчиках.

Необхідна висота підйому крюка при монтажі колон (рис. 4.1):

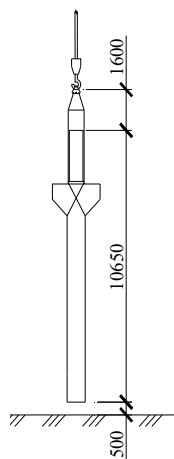


Рисунок 4.1 – Схема монтажу колон

$$H_{кр}^{mp} = 0,5 + H_{к}^{кр} + h_{стр} = 0,5 + 10,65 + 1,6 = 12,75 м \quad (4.1)$$

де $H_{к}^{кр}$ – висота колони крайнього ряду;

0,5 – монтажний проміжок;

$h_{стр}$ – висота строповки.

Таблиця 4.4 – Калькуляція трудовитрат і заробітної плати на будівельно-монтажні роботи

Позиція	Вид робіт	Одиниця	Об'єм робіт	Нормативне джерело	Норми часу		Розцінка на од. виміри, грн.	Трудоємність робіт на об'єм		Зарплата С, грн.	Склад ланки
					$H_{вр}^ч$, люд.-год	$H_{вр}^м$, маш.-год		$T_{л}$, люд.-год	$T_{м}$, маш.-год		
1	Монтаж колон в стакани ф-та при масі однієї колони до 10т	100шт.	0,63	ДБН Д.2.2-7-2012	1640	207	524	1033,2	130,41	330,12	Монтажник 5р. – 1 4р. – 1 3р. – 2 2р. – 1 Машиніст крану бр. – 1
2	Монтаж підкранових балок масою 3-5т	1 т.	45	ДБН Д.2.2-9-2012	20,16	3,55	4,86	907,2	159,75	219	Монтажник 5р. – 1 4р. – 1 3р. – 2 2р. – 1 Машиніст крану бр. – 1
3	Монтаж кроквяних ферм (проліт 18м)	1 т	58,5	ДБН Д.2.2-9-2012	36,8	5,31	7,79	934,96	310,63	455,7	Монтажник 6р. – 1 5р. – 1 4р. – 1 3р. – 1 2р. – 1 Машиніст крану бр. – 1
4	Монтаж стінних панелей площею до 10 м ²	100м ²	38,16	ДБН Д.2.4-3-2000	64	4,88	28	2442,2	186,22	1068	Монтажник 5р. – 1 4р. – 1 3р. – 1 2р. – 1 Машиніст крану бр. – 1

Необхідна вантажопідйомність

$$Q_{кр}^{mp} = Q_k + q = 10 + 0,377 = 10,377m \quad (4.2)$$

де Q_k – вага колони;

q – вага пристосування для закріплення вантажу.

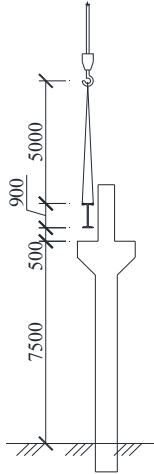


Рисунок 4.2 – Схема монтажу підкранових балок

Необхідна висота підйому крюка при монтажі підкранових балок (рис. 4.2):

$$H_{кр}^{mp} = H'_k + 0,5 + h_{пб} + h_{стр} = 7,5 + 0,5 + 0,9 + 5 = 12,5m \quad (4.3)$$

де H'_k – відмітка верху консолі середньої колони;

0,5 – монтажний проміжок;

$h_{пб}$ – висота підкранової балки;

$h_{стр}$ – висота строповки.

Необхідна вантажопідйомність

$$Q_{кр}^{mp} = Q_{пб} + q = 2,55 + 0,511 = 3,061m \quad (4.4)$$

$Q_{пб}$ – вага підкранової балки;

q – вага пристосування для закріплення вантажу.

Необхідна висота підйому крюка при монтажі кроквяних ферм (рис. 4.3):

$$H_{кр}^{mp} = H_k^{кр} + 0,5 + h_{ф} + h_{стр} = 9,6 + 0,5 + 3,345 + 3,6 = 17,045m \quad (4.5)$$

де $H_k^{кр}$ – висота колони крайнього ряду;

0,5 – монтажний проміжок;

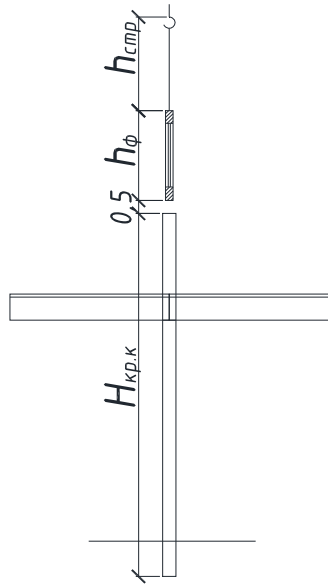


Рисунок 4.3 – Схема монтажу кроквяних ферм

$h_{\text{ф}}$ – висота кроквяної ферми;

$h_{\text{стр}}$ – висота строповки.

Необхідна вантажопідйомність

$$Q_{\text{кр}}^{\text{тр}} = Q_{\text{ф}} + q = 1,15 + 1,75 = 2,9\text{т} \quad (4.6)$$

$Q_{\text{ф}}$ – вага кроквяної ферми;

q – вага вантажозахватного пристосування.

За даними значеннями підбираємо гусеничний кран МКГ-25БР з наступними параметрами: $Q = 17$ т, $H = 23$ м, $L = 23,5$ м, $l = 14$ м.

4.7 Технологічна карта виконання монтажних процесів

4.7.1 Монтаж колон промислових будівель

До установки колон мають бути нанесені риски осей на верхні грані фундаментів, очищені від сміття, ґрунту і води стакани фундаментів, на дно стаканів укладений вирівнюючий шар з жорсткого бетону, тобто рівень дна кожного стакана має бути доведений до проектного (монтажного) горизонту.

Колони до початку монтажу доставляють до місця установки і розкладають уздовж фронту робіт з урахуванням схем монтажу так, щоб при переміщенні крану на позицію місце строповки і нижній кінець її знаходилися на рівних вильотах стріли крану, що не перевищують виліт, необхідний для підйому колони цієї маси. Колону

піднімають, повертаючи навколо нижнього кінця. При цьому вантажний поліспастр увесь час залишається у вертикальному положенні, а стріла крану одночасно обертається.

Залізобетонні колони, як правило, не можна стропити за верхній кінець із-за недостатнього опору згину. Тому стропи кріплять в місцях, передбачених проектом, у більшості випадків в рівні підкранових консолей. При підйомі, під час розвороту, колона нижнім кінцем спирається на землю і працює на згин як балка.

Колони стропують штирьовими або рамковими вантажозахватними пристроями, вказаними в проекті виробництва робіт, так, щоб колона висіла на гаку крану у вертикальному положенні і для її розстроповки не доводилося підніматися вгору. Одночасно із стропуванням колону оббудовують сходами, навісними люльками, розчалюваннями, якими тимчасово закріплюють колони заввишки 12 м і більше.

Переконавшись в правильності і надійності строповки, ланковий монтажників дозволяє почати підйом колони. Коли колона піднята і знаходиться у вертикальному положенні над фундаментом, монтажники (двоє або троє залежно від маси конструкції) заводять колону в стакан фундаменту, орієнтуючи її положення по осьових рисках. При наведенні низу колони по рисках спочатку її опускають так, щоб вона не доходила до дна стакана на 20...30 мм; утримуючи її на вазі рихтують монтажними ломиками, поєднуючи осьові риси на колоні з рисками на фундаменті, і опускають на дно стакана; у проміжку між колоною і стінками стакана вставляють клини.

Не звільняючи колону від гака крану, остаточно вивіряють положення її в плані по осьових рисках. Одночасно вивіряють вертикальність колони, домагаючись прямовисності її по двох взаємно перпендикулярним граням. Для цього теодоліти встановлюють по двох осях колон у взаємно перпендикулярних площинах. Вивірянням колони займається ланковий або майстер (геодезист); монтажники остаточно приводять колону в проектне положення, натягуючи розчалювання або забиваючи з кожного боку колони клини або клинові вкладиші за вказівкою ланкового.

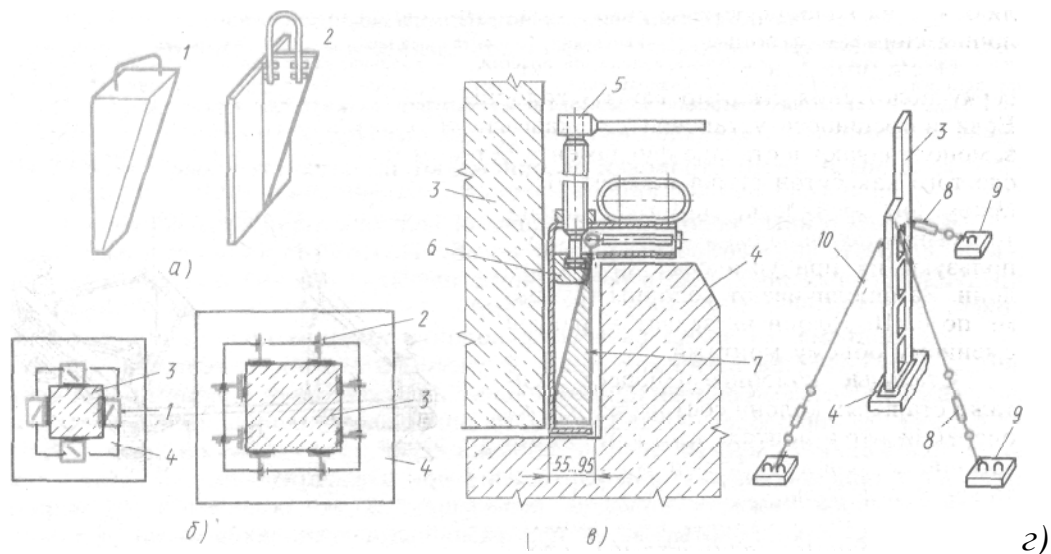
З колони знімають стропи і після установки в такій же послідовності ряду колон або осередку остаточно перевіряють їх положення за допомогою геодезичних

приладів і промірами між осьовими рисками. Складають виконавчу схему монтажу колони і замоноличують колони в стаканах бетонною сумішшю.

Колони заввишки до 12 м можна тимчасово закріплювати в стаканах фундаментів без розчалувань клинами або в кондукторах. Залежно від глибини стакана фундаменту клини мають бути завдовжки 250...300 мм з ухилом 1/10. По кожній грані колони при ширині її до 400 мм встановлюють по одному клину, при більшій ширині грані – два клини (рис. 4.4, б).

Застосовують клини дерев'яні, сталеві і залізобетонні (рис. 4.4, а). Дерев'яні незручні тим, що їх не можна залишати у бетоні, а потрібно обов'язково виймати, порожнечі, що утворилися, заповнювати бетоном. При використанні сталевих клинів збільшується витрата металу. Залізобетонні клини можна залишати в стакані замоноличеними. Проте застосовують їх рідко – потрібно строгий контроль якості, щоб забезпечувати їх надійність.

Замість клинів вигідно застосовувати інвентарні клинові вкладиші (рис. 4.4, в), які легко встановлюються, добре виймаються з бетону, дозволяють регулювати величину проміжку.



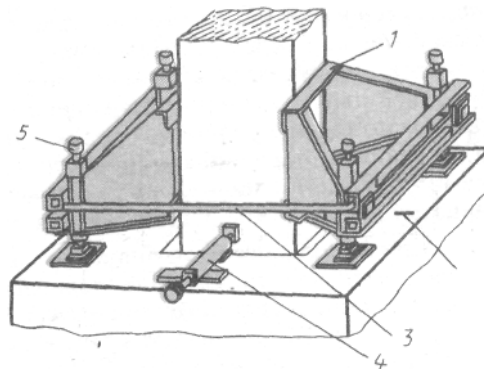
1 – залізобетонний клин, 2 – сталевий клин, 3 – колона, 4 – стакан фундаменту, 5 – гвинт з ручк'ям, 6 – бобишка, 7 – клин, 8 – форкопф, 9 – монтажна петля масивної конструкції, 10 – розчалування

Рисунок 4.4 – Пристосування для тимчасового закріплення залізобетонних колон:

а – клини, б – кріплення колони клинами в стакані фундаменту, в – інвентарний клиновий вкладиш, г – кріплення колони розчалуваннями

При закріпленні колон клиновими вкладишами значно спрощується процес вирівнювання. Вкладиш встановлюють в проміжок між колоною із стінками стакану фундаменту. Обертанням робочого гвинта 5 під дією бобишки 6 клин 7 переміщається на шарнірі, створюючи розпір між стінкою стакану і колоною. Цим і забезпечується точне і швидке переміщення колони і поєднання її рисок з рисками на фундаменті. При використанні вкладишів тривалість установки колон і роботи крану скорочується приблизно на 15% в порівнянні з установкою із застосуванням забивних клинів.

Для тимчасового закріплення колон застосовують кондуктори різних типів. Умови застосування кожного виду кондуктора, порядок виконання робіт по установці і вирівнюванню колон з їх застосуванням обумовлюють проектом виробництва робіт. Приклад монтажу колони масою до 5 т наведено на рис. 4.5.



1 – фермочка, 2 – риска, 3 – стяжний болт, 4 – переносний домкрат, 5 – домкрат кондуктора
Рисунок 4.5 – Тимчасове закріплення колон масою до 5 т в кондукторі

При установці колони монтажники направляють її так, щоб по можливості відразу ж поєднати її осеві риси з рисками на фундаменті. Якщо це не вдається зробити, то на стакан фундаменту ставлять домкрати, зачіпляючи опорним кутом за грань стакану, і їх гвинти доводять до упору в грані колон. За допомогою домкрата вирівнюють колону, поєднуючи положення монтажних рисок на колоні з рисками на фундаменті в обох напрямках. Для цього послабляють гвинти домкратів з одного боку колони і переміщують її гвинтом іншого домкрата. На верх стакану фундаменту з двох протилежних сторін колони ставлять фермочки 1 кондуктора і за допомо-

гою стяжних болтів 3 закріплюють його на колоні. Гвинти домкратів 5 упирають в поверхню стакана і з колони знімають стропи.

Після вирівнювання і тимчасового закріплення роблять геодезичну перевірку положення змонтованої колони в плані, по висоті і по вертикалі. Якщо погрішність установки її виявляється в межах допустимої, колону замоноличують в стакані фундаменту бетоном марки, вказаної в проекті. Після того, як бетон стику набере 70% проектною міцності, знімають кондуктор, виймають вкладиші (клини) і використовують їх при установці інших колон. Замоноличують колони групами по 6...10 колон на захватці, рівній змінному об'єму монтажу.

4.7.2 Монтаж підкранових балок

До монтажу підкранових балок приступають після установки, вирівнювання і остаточного закріплення колон. Бетон в стику колони і стакана фундаменту повинен до цього часу набрати 70 % проектною міцності. При висоті залізобетонних колон більше 12 м і усіх сталевих колон рекомендується сталеві балки монтувати услід за установкою чергової колони.

Підкранові балки монтують потоками, іноді в потік включають монтаж підкрівельних ферм і балок з однієї і тієї ж стоянки крану. Балки розкладають в робочому положенні в прольотах між колонами. За наявності кранів достатньої вантажопідйомності зібрану балку піднімають одним краном, важку балку – двома. Таким монтажем керує інженерно-технічний працівник.

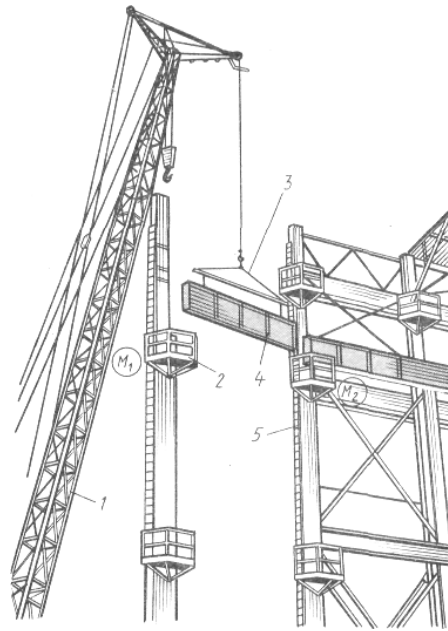
Схема робіт при монтажі підкранових балок приведена на рис. 4.6.

Підкранові балки, враховуючи їх велику масу, монтують бригадою з п'яти чоловік. Двоє монтажників готують балку до монтажу і утримують її при підйомі за відтяжки. Один керує підйомом і роботою ланки. Двоє приймають і встановлюють балку, знаходячись на підмостях 2 або майданчиках монтажних сходів.

При підготовці балки до монтажу наносять риски подовжньої геометричної осі на торцях балки в двох місцях – внизу у опорних частин і вгорі біля полиці – і, крім того, на верхній полиці біля торців.

Місця для установки балки монтажники готують кожен на тій колоні, де встановлюватимуть її. Для цього монтажники піднімаються на монтажний майданчик і,

користуючись схемою монтажу колон, наносять на консолі риси поперечних і поздовжніх осей будівлі і на колоні з внутрішньої сторони риску відмітки верху підкранової балки. Крім того, знаючи фактичну довжину балки, на консолях намічають положення торців балки з таким розрахунком, щоб відстань між торцем балки і поперечною віссю будівлі була однаковою на обох колонах. Відповідно до фактичної висоти балки і відмітки опорної частини консолі на схемі підбирають прокладки необхідної товщини.



1 – монтажний кран, 2 – підмости (люлька), 3 – траверси, 4 – підкранова балка, 5 – сходи;
M1 і M2 — місця монтажників

Рисунок 4.6 – Установка сталевої підкранової балки

Залізобетонні підкранові балки стропують за монтажні петлі двохвітковим стропом, сталеві — за проушини, приєднані до верхнього поясу болтами через отвори для кріплення рейок. Можна застосовувати також стропування універсальними або напівавтоматичними стропами.

Піднімають балку вертикально на висоту, дещо більшу, ніж опорні консолі, так, щоб при опусканні стріли і збільшенні вильоту крану деталь виявилася над місцем установки. При підйомі балки її утримують за відтяжки від удару по колонах і розвертають в потрібному напрямі перед установкою. Балку, що опускається, орієнтують по рисках подовжньої осі на балці і консолі, а за наявності раніше встановленої балки в суміжному прольоті — по рисці на цій балці.

Після установки балки на консолі перевіряють за допомогою рівня відповідність верхньої площини балки проектній відмітці і рисці на колоні. Поєднання геометричної подовжньої осі балки з проектною досягається зміщенням кінця балки. Вертикальність стінки балки перевіряють по рисках на вільному торці балки. Відхилення від вертикалі усувають, встановлюючи під балку прокладки.

Сталеві балки кріплять до колон болтами — їх пропускають через отвори в нижньому поясі, діаметр яких дещо більше діаметру болтів. Верхній пояс балки приварюють до колони за допомогою сталеві планки. До остаточного вирівнювання конструкції кріплять прихватками.

Відразу після установки балки між колонами натягують страхувальний канат на висоті 1,2...1,6 м вище за балку. Стропи знімають з балки після установки страхувального каната. Постійно кріплять балки після геодезичного вирівнювання усіх балок в прольоті або на ділянці до температурного шва.

Окрім перевірки положення балок відносно осі проводять нівелірну зйомку відміток кожного кінця балки. Якщо геодезична зйомка покаже, що відхилення балок від проектного положення перевищують допуски, то балки вирівнюють додатково.

Після остаточного вирівнювання повторюють геодезичну зйомку і складають виконавчу схему, якою користуються при установці підкранових рейок.

Закріпивши підкранові балки в проектному положенні, приступають до укладання підкранових рейок, які піднімають кранами або електричними лебідками. Положення рейок вивіряють так само, як підкранових балок. Конструкція кріплення рейок дозволяє при вивірянні зміщувати їх в потрібному напрямі.

4.7.3 Монтаж кроквяних конструкцій

Сталеві ферми зазвичай застосовують для перекриття великих прольотів (від 24 м і більше) у виробничих цехах і громадських спорудах. Особливість таких конструкцій — недостатня жорсткість їх в період, коли ферми ще не розкріплюють зв'язками або елементами покриття. Враховуючи це, ферми стропують тільки в місцях, вказаних в проекті, і тільки призначеними для цього засобами. При необхідності ферми до їх підйому пісилюють.

Підготовка ферм до монтажу складається з наступних операцій: укрупнюючого складання, обстройки сходами в місцях установки зв'язків, закріплення розчалювань і відтяжок. Розчалювання ставлять попарно, щоб при установці забезпечити розчалювання ферми в обидві сторони від її осі. Відтяжки кріплять біля кінців ферми, щоб утримувати її від розгойдування.

Уздовж ферми, вище за нижній пояс на 1,2...1,6 м, натягують сталевий страховальний канат. Ферми піднімають з навішеними сходами, люльками та іншими пристосуваннями.

Для спрощення монтажу ферм на колонах кріплять опорні столики, що визначають положення ферм по висоті. Цього вистачає для того, щоб забезпечити встановлені нормами допуски.

Вирівнювання ферм зводиться до поєднання осьових рисок на фермі з осьовими рисками на колоні. Необхідне для цього переміщення ферми забезпечується за рахунок того, що діаметр отворів під болти у вузлах ферми дещо більше діаметру кріпильних болтів. Вирівнювання відстаней між фермами досягається установкою розпірок і постійних зв'язків.

Підняту ферму до розстроповки прикріплюють до опор не менше чим половиною проектного числа болтів. Незважаючи на такий зв'язок з колонами, ферми не стійкі, тому до розстроповки їх кріплять розчалюваннями або прогонами і зв'язками до раніше змонтованих конструкцій.

Зв'язки і розпірки на перших двох кроквяних фермах по ходу монтажу, а також перших двох ліхтарних фермах, монтують за допомогою крану після попереднього розчалювання верхніх поясів в обидві сторони від осі ферми і ліхтаря.

Після кріплення ферм до колон болтами, установки розчалювань, елементів зв'язків приступають до монтажу елементів покриття.

Покрівельні покриття виробничих будівель з прогонами по фермах вимагають установки через 1,5...3 м прогонів, на які укладають дрібно розмірні плити, листи, настили. Простими прогонами є балки з прокатних швелерів або двотаврів (при кроці ферм 6 м), швелери з гнутих профілів (при кроці ферм 6 і 12 м). Прогони кріплять до поясів ферм за допомогою кутників, приварених до поясу ферми, планками, гнутими елементами з листової сталі.

4.8 Проектування об'єктного бюджету

Об'єктний бюджет дає детальні рішення по організації будівництва об'єкту і території, що примикає до нього.

4.8.1 Розрахунок тимчасових адміністративно-побутових будівель

Найменування і кількість тимчасових будівель залежить від кількості працюючих. Максимальна кількість працюючих визначається з розрахунку сіткового графіку. При цьому умовно приймається, що кількість ІТР – 8% від числа робітників і службовців. Розрахунок приведений в таблиці 4.5. Розрахунок тимчасових будівель виконується в таблиці 4.6.

Таблиця 4.5 – Розрахункова кількість працюючих

К-ть робітників в максимальній завантаженій зміні R	Робітники неосновного виробництва R ₁	ІТР R ₂	Службовці R ₃	Обслуговуючий персонал і охорона R ₄	Розрахункова кількість працюючих R _{розр}
R = R _{max}	R ₁ = 0,1 • R	R ₂ = 0,08 • (R ₁ +R)	R ₃ = 0,05 • (R ₁ +R ₂)	R ₄ = 0,03 • (R+R ₁ +R ₂ +R ₃)	R _{розр} = R+R ₁ +R ₂ +R ₃ +R ₄
78	0,1 • 78 = 6	0,08 • (78 + 6) = 7	0,05 • (6 + 7) = 1	0,03 • (78 + 6 + 7 + 1) = 3	78 + 6 + 7 + 1 + 3 = 95

Таблиця 4.6 – Розрахунок тимчасових будівель і споруд

№ п/п	Найменування тимчасових будівель	R _{розр}	Норми на 1-го працюючого, м ²	Розрахункова площа, м ²	Тип будівлі	Розміри будівлі, м	К-ть будівель, шт.	Прийнята площа, м ²
1	Контора будівництва	8	4	32	Контейнерний	3 x 6	2	36
2	Диспетчерська	3	7	21	Контейнерний	2,7 x 6	1	32
3	Вбиральня	0,7•78	0,7	38	Контейнерний	27 x 2,7	1	72,9
	Душова	0,4•78	0,5	16				
4	Приміщення для обігріву робітників	78	0,1	7,8	Контейнерний	2,7 x 9	1	24,3
	Приміщення для сушки	78	0,2	15,6				
5	Їдальня	0,7•78	0,8	44	Збірно-розбірний	18 x 30	1	54
6	Вмивальна	78	0,2	16	Пересувний	2,7 x 7,9	1	21,33
7	Туалет	0,7•78	0,1	6	Контейнерний	2x2	4	16
8	Мед. кімната	78	-	26	Контейнерний	4 x 6,9	4	27,6
9	Прохідна	-	-	8	-	4 x 2	1	8

Усі побутові приміщення розміщуються на будівельному майданчику з урахуванням зручного їх використання робітниками. Вони встановлюються від прохідної не більше 20 м, від огорожувань будівельного майданчика не менше 2,5 м, від краю проїжджої частини дороги до будівлі не менше 1,5 м. Рекомендується розміщувати цю групу приміщень в межах 200 м від зони виробництва робіт (у тому числі туалети не далі 100 м, питні установки не далі 50 м).

4.8.2 Розрахунок складів будівельних матеріалів і конструкцій

Тип і розміри складів визначаються найменуванням і кількістю складованих матеріалів, виробів і конструкцій, нормами запасу і методами складування.

Потреба ($Q_{об}$) визначається з урахуванням прийнятих об'ємно-планувальних рішень. Час використання (T) даних матеріалів і конструкцій визначається по сітковому графіку будівництва об'єкту. Норма запасу матеріалу (T_n) залежить від виду транспорту і відстані перевезення.

Кількість матеріалів і конструкцій, що підлягають складуванню, визначається по формулі:

$$Q_{ск} = \frac{Q_{об}}{T} \cdot T_n \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.7)$$

де $K_1 = 1,1$ – коефіцієнт нерівномірності поступлення матеріалів;

$K_2 = 1,3$ – коефіцієнт нерівномірності виробничого споживання матеріалів.

Звідси:

$$F_{ск} = \frac{Q_{ск}}{q \cdot K_3}, \quad (4.8)$$

де q – норма складування матеріалів і конструкцій на 1 м^2 складу;

K_3 – коефіцієнт використання складу, приймається залежно від складованих матеріалів і конструкцій.

Розрахунок тимчасових складів приведений в таблиці 4.7.

Склади розміщують в зоні дії монтажних кранів, забезпечуючи вільний під'їзд до них. При складуванні матеріалів і конструкцій на відкритих складах в штабелях потрібно стежити, щоб відстань від стіни будівлі або огорожі була не менше 25 см, а між штабелями залишалися проходи 70-90 см і поперечні проходи через кожні

30 м. Ширина закритих складів, а так само навісів зазвичай приймається 10 м. Усі склади повинні відстояти від краю дороги не менше, ніж на 0,5 м, від в'їзду не більше ніж на 25 м з урахуванням під'їзних шляхів.

Таблиця 4.7 – Розрахунок складів будівельних матеріалів і конструкцій

№ п/п	Найменування матеріалів	Од. вим	Загальна потреба, Q _{об}	Час використання, T, дн	Норма запасу, T _н , дн	К-т нерівномірності постачання, K ₁	К-т нерівномірності споживання, K ₂	К-ть матеріалів і к-цій, що підлягають складуванню, Q _{ск}	Норма складування на 1 м ² , q	К-т використання складу, K ₃	Розрахункова площа складу, F _{скл}	Тип складу
1	Блоки віконні	м ²	784	18	3	1,1	1,3	187	10	0,5	37,4	Закритий
2	Сендвіч-панелі	м ²	1908	6	3	1,1	1,3	1364	13	0,6	174	
3	Скло	м ²	784	4	1	1,1	1,3	280	70	0,8	5	
4	Цемент	т	145	16	3	1,1	1,3	38,9	1,5	0,7	37	
5	Металеві конструкції	т	341	101	3	1,1	1,3	14,5	2,7	0,8	7	

4.8.3 Розрахунок тимчасового водопостачання

Розрахунок тимчасового водопостачання зводиться до визначення потреби води для виробничих (Q_{вир}), господарських (Q_{госп}) і пожежних (Q_{пож}) цілей, а також визначення діаметру водопровідної напірної мережі.

Витрата води для виробничих цілей (табл. 4.8):

$$Q_{пр} = 1,2 \cdot \sum \frac{Q_{ср} \cdot k_1}{8,2 \cdot 3600}, \quad (4.9)$$

де 1,2 – коефіцієнт на невраховані витрати;

Q_{ср} – середня виробнича витрата води в зміну, л;

k₁ = 1,6 – коефіцієнт змінної нерівномірності витрати води.

$$Q_{пр} = 1,2 \cdot \sum \frac{23507 \cdot 1,6}{8,2 \cdot 3600} = 1,5 \text{ л/с.}$$

Витрата води для господарчо-побутових цілей:

$$Q_{хоз} = \frac{R_{\max}}{3600} \cdot \left(\frac{n_1 \cdot k_1}{8,2} + n_2 \cdot k_2 \right) = \frac{78}{3600} \cdot \left(\frac{12,5 \cdot 1,6}{8,2} + 30 \cdot 0,35 \right) = 0,28 \text{ л/с}$$

де R_{max} – найбільша кількість робітників в зміну;

$n_1 = 12,5$ л – норма споживання води на 1 людину в зміну для майданчиків без каналізації;

$n_2 = 30$ л – норма споживання води на прийом одного душу;

$k_1 = 0,35$ – коефіцієнт, що враховує відношення тих, що користуються душем, до найбільшої кількості робітників в зміну.

Таблиця 4.8 – Сумарна виробнича витрата води

№ п/п	Найменування споживача	Од. вим.	Питома витрата, л	К-ть	Розрахункова витрата, л
1	Приготування бетону	м ³	300	27	8100
2	Приготування розчину	м ³	300	4,80	1440
3	Поливання бетону	м ³	300	13	3900
6	Малярні роботи	м ²	1	235	235
7	Робота екскаваторів	маш-год	15	8	120
8	Пристрій бети. підготів.	м ³	650	3,25	2112
9	Посадка кущів	шт	150	50	7500
Сумарна витрата					23507

Витрата води для протипожежних цілей визначається з розрахунку одночасної дії не менше двох пожежних гідрантів з витратою води 5 л/с на кожен струмінь:

$$Q_{\text{пож}} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ л/с.}$$

Така витрата води приймається для об'єктів з площею до 10 га.

Загальна витрата води:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{вир}} + Q_{\text{госп}} + Q_{\text{пож}} = 1,5 + 0,28 + 10 = 11,78 \text{ л/с.}$$

Оскільки витрата води на протипожежні цілі перевищує потреби на виробничі і господарчо-побутові, то розрахунок діаметру трубопроводу виконується тільки виходячи з пожежних потреб, які є визначальними.

Діаметр тимчасового водопроводу на введенні:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{пож}}}{\pi \cdot V \cdot 1000}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3,14 \cdot 1,75 \cdot 1000}} = 0,085 \text{ м}$$

де $V = 1,75$ м/с – швидкість руху води по трубах малого діаметру.

Приймаємо діаметр водопроводу рівним 100 мм.

Прокладення трубопроводу і установка водорозбірних колонок дозволяється на відстані не менше 5 м від будівель і споруд, щоб уникнути замокання їх основ при витоку води.

У теплу пору року глибина залягання 0,3-0,5 м для оберігання від механічних ушкоджень при складуванні матеріалів. Лінії цілорічної дії прокладають нижче за рівень промерзання ґрунту. Мережа використання для пожежних потреб має бути обов'язково закольцована. Пожежні гідранти необхідно розташовувати уздовж отворів, поблизу перехресть доріг на відстані не більше 100 м один від одного, не ближче 5 м від стіни будівель і не далі 2,5 м від проїжджої частини дороги.

4.8.4 Розрахунок тимчасового електропостачання

Мережі енергопостачання призначені для енергетичного постачання силових споживачів (P_c), технологічних потреб (P_T), для влаштування внутрішнього освітлення ($P_{вн}$) об'єктів будівництва, підсобно-допоміжної будівлі, для зовнішнього освітлення ($P_{зовн}$) охоронного і місць виробництва будівельно-монтажних робіт, проходів і проїздів.

Розрахунок електричних навантажень (P_n) робиться по встановленій потужності електроприймачів і коефіцієнтах попиту з диференціацією по видах споживачів.

$$P_n = \alpha \cdot \left(\sum \frac{k_1 \cdot P_c}{\cos \varphi_c} + \sum \frac{k_2 \cdot P_m}{\cos \varphi_m} + \sum k_3 \cdot P_{ос} + \sum k_4 P_{он} \right), \quad (4.10)$$

де $\alpha = 1,05$ – коефіцієнт, що враховує втрати в мережі;

$k_1; k_2; k_3; k_4$ – коефіцієнти попиту;

P_c – потужність силових споживачів, кВт;

P_T – потужність для технологічних потреб, кВт;

$P_{вн}$ – потужність пристроїв освітлення внутрішнього, кВт;

$P_{зовн}$ – потужність пристроїв освітлення зовнішнього, кВт.

$\cos \varphi_1, \cos \varphi_2$ – середні коефіцієнти потужності.

Розрахунок електричних навантажень приведений в таблиці 4.9.

Визначивши потрібну потужність, вибираємо джерело живлення – комплектна трансформаторна підстанція щоголового типу СКТП-25-250 кВА і габаритними розмірами 2,27 x 3,4 м.

Необхідна кількість прожекторів для освітлення будівельного майданчика розраховується по формулі:

$$n = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}}, \quad (4.11)$$

де p – питома потужність (при освітленні прожекторами ПЗС-45 – $p = 0,3$ Вт/м²·лк);

E – освітленість (2 лк), лк;

S – розмір майданчика, що підлягає освітленню, м²;

$P_{\text{л}}$ – потужність лампи прожектора, Вт ($P_{\text{л}} = 1500$ Вт)

$$n = \frac{0,3 \cdot 2 \cdot 20736}{1500} \approx 9 \text{ шт}$$

Таблиця 4.9 – Розрахунок електричних навантажень

Найменування споживача	Од. вим.	Витрата ел.енергії, кВт	Розрахункова витрата ел.енергії, кВт	Коеф-т попиту, k	Коеф-т потужності, cos φ
Силові					
Екскаватор	шт.	80	80,00	0,50	0,60
Крани самохідні	шт.	45	90,00	0,40	0,70
Апарати електрозварювань	шт.	22	110,00	0,50	0,40
Вібратори	шт.	1	8,00	0,10	0,40
Бетонозмішувачі	шт.	9	27,00	0,50	0,60
Фарбопульги	шт.	0,50	5,00	0,10	0,40
Технологічні					
Установка електропрогрівання	шт.	2	10,50	0,50	0,85
Внутрішнє освітлення					
Контора, диспетчерська, побутові приміщення	м ²	0,015	4,80	0,80	
Душові і вбиральні	м ²	0,003	0,13	0,80	
Склади закриті	м ²	0,015	25,01	0,35	
Зовнішнє освітлення					
Територія будівництва	100 м ²	0,015	77,00		
Основні дороги і проїзди	км	2	0,00		
Майданчики земляних і бетонних робіт	100 м ²	0,08	4,03		
Аварійне освітлення	км	3,50	0,00		
Майданчики монтажних робіт	100 м ²	0,30	15,12	1,00	
Потрібна потужність					101,18 кВт

4.8.5 Техніко-економічні показники бюджету

1. Кошторисна вартість будівлі – $C = 4349,554$ тис. грн.
2. Будівельний об'єм будівлі – $V = 110840$ м³.
3. Продуктивна площа будівлі – $F = 8681,5$ м².
4. Вартість 1м³ будівлі – 339,24 грн.
5. Вартість 1м² будівлі – 2810 грн.
6. Тривалість будівництва:
 - нормативна – $T_n = 2$ року.
 - проектна – $T_{пр} = 1,17$ років.
7. Виробіток одного робітника в день – $C_{вир} = 1218,69$ грн.
8. Коефіцієнт нерівномірності використання робітників – $\alpha_p = 0,5$.

РОЗДІЛ 5

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Опис варіантів конструкцій колон

Порівнюємо металеву і збірну залізобетонну колону прямокутного перерізу. Порівняння виконуємо на прикладі колони крайнього ряду. Довжина залізобетонної колони $\ell = 9,6$ м, довжина підкранової частини $\ell_n = 7,5$ м, довжина надкранової частини $\ell_b = 2,1$ м. Вага колони – 10 т, витрата бетону – 4 м³, витрата арматури – 0,327 т. Довжина металевої колони $\ell=9,6$ м, вага колони – 1,2 т.

Збір навантажень, розрахунок і підбір перерізів залізобетонної колони приведений в розділі 2. При підборі перерізів металевої колони, розрахункова модель, згенерована для розрахунку з/б каркаса, була експортована в розрахунковий модуль ЛИР-СТК і були підібрані перерізи металевої колони. Результати розрахунку не включені в пояснювальну записку.

Методика порівняння варіантів конструктивних рішень виконується на основі порівняння приведених витрат, які враховують:

1. Кошторисну собівартість конструкцій в споруді (вартість будівельно-монтажних робіт);
2. Капітальні вкладення у базу:
 - капітальні вкладення на виготовлення конструкцій;
 - капітальні вкладення на придбання транспортних засобів для перевезення конструкцій, виробів, матеріалів від постачальника до будівельного майданчика;
 - капітальні вкладення на придбання монтажних засобів (кранів).

5.2 Розрахунок приведеної вартості варіантів за укрупненими показниками

Кошторисна собівартість конструкцій в споруді (вартість будівельно-монтажних робіт) розраховується по варіантах з урахуванням вартості установки конструкції в проектне положення і оздоблювальних робіт:

$$B_{СМР}^{ЗАГ} = B_{СМР}^V + B_{СМР}^{ОТ.Р.} \quad (5.1)$$

Вартість будівельно-монтажних робіт розраховується, як сума прямих витрат (заробітна плата робітників-будівельників, вартість експлуатації машин і механізмів, вартість матеріалів і конструкцій) і непрямих (загальновиробничих) витрат.

$$B_{CMP} = B_{PP.3.} + B_{H.3.} \quad (5.2)$$

$$B_{PP.3.} = 3П^{p.c.} + B_E + B_{M.K.} \quad (5.3)$$

$$B_{H.3.} = ОПР \quad (5.4)$$

де $B_{PP.3.}$ – прямі витрати;

$B_{H.3.}$ – непрямі витрати;

$3П^{p.c.}$ – заробітна плата працівників-будівельників;

B_E – вартість експлуатації машин і механізмів;

$B_{M.K.}$ – кошторисна вартість матеріалів і конструкцій, що враховує відпускну вартість в цілому, вартість перевезення їх на будівельний майданчик і заготівельно-складські витрати;

$ОПР$ – загальновиробничі витрати.

Визначаємо кошторисну собівартість монтажу конструкцій (вартість будівельно-монтажних робіт) згідно ДБН.

Вартість будівельно-монтажних робіт по установці збірної залізобетонної колони:

$$B_{CMP} = B_{PP.3.} + B_{H.3.} = 3П^{p.c.} + B_E + B_{M.K.} + ОПР \quad (5.5)$$

Усі розрахунки виконуємо згідно ДБН Д.2.2-7-99 «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи», збірник 7 «Збірні залізобетонні конструкції». Номер позиції нормативу вибираємо за нашими початковими даними на колону: 7-5-12 «Установка колон прямокутного перерізу в стакани фундаментів будівель при глибині закладання більше 0,7 м, і масі колон до 10 т»; вимірник – 100 шт конструкцій. Для нього:

Витрати праці робітників-будівельників – 1294,85 люд-год

Середній розряд – 3,7

Витрати праці машиністів – 381,44 люд-год

Заробітна плата робітників-будівельників за монтаж однієї колони визначається як:

$$3П_p = B \cdot T_p = 8,91 \cdot 12,95 = 115,38 \text{ грн} \quad (5.6)$$

де $B = 8,91$ грн – усереднена вартість людино-години по 3,7 розряду

$T_p = 1294,85 / 100 = 12,95$ люд-год – витрати праці робітників-будівельників для установки однієї колони.

Визначаємо вартість експлуатації машин і механізмів для установки однієї колони. Записуємо усі дані про машини і механізми, використовувані при монтажі колони зі збірки згідно вибраного нормативу 7-5-12:

- С202-1243 Крани на гусеничному ході вантажопідйомністю до 16 т – 162,4 маш-год;
- С204-502 Установка для зварювання ручного дугового – 16,85 маш-год.

Вартість експлуатації машин і механізмів для установки однієї колони:

$$B_E = B_{E.кр} + B_{E.св.у} = 89,40 + 0,35 = 89,75 \text{ грн} \quad (5.7)$$

Вартість експлуатації крану при монтажі однієї колони

$$B_{E.кр} = B_{E.кр.}^y \cdot T_{кр.} = 55,05 \cdot 1,624 = 89,40 \text{ грн} \quad (5.8)$$

де $B_{E.кр.}^y = 55,05 \frac{\text{грн}}{\text{чел.} - \text{час}}$ - усереднена вартість експлуатації 1 маш-год крану в поточних цінах згідно шифру С 202-1243;

$T_{кр} = \frac{162,4}{100} = 1,624 \text{ маш} - \text{час}$ – тривалість роботи крану при монтажі однієї колони.

Вартість експлуатації ручної електродугової установки для зварювання при монтажі однієї колони

$$B_{E.св.у} = B_{E.св.у}^y \cdot T_{св.у.} = 2,04 \cdot 0,17 = 0,35 \text{ грн} , \quad (5.9)$$

де $B_{E.св.у}^y = 2,04 \frac{\text{грн}}{\text{маш} - \text{час}}$ – усереднена вартість експлуатації 1 маш-год ручної електродугової установки для зварювання в поточних цінах згідно шифру С 204-502;

$T_{кр} = \frac{16,85}{100} = 0,17 \text{ маш} - \text{час}$ – тривалість роботи ручної електродугової установки для зварювання на монтажі однієї колони.

Заробітну плату робітників, зайнятих на експлуатації крану на монтажі однієї колони визначаємо по вираженню :

$$ЗП_{маш} = ЗП_{маш.н} \cdot T_{маш.} = 20,41 \cdot 1,624 = 33,15 \text{ грн},$$

де $ЗП_{\text{маши.н}} = 20,41$ грн – нормативна вартість людино-години у поточних цінах згідно шифру крану С202-1243;

$T_{\text{маши.}} = 162,4 / 100 = 1,624$ люд-год – витрати праці робітників, зайнятих на експлуатації крану на монтажі однієї колони.

Заробітна плата робітників, зайнятих на експлуатації крану врахована у тому числі у вартості експлуатації крану і в наступних розрахунках буде використана тільки при визначенні загальноновиробничих витрат.

Визначаємо кошторисну вартість матеріалів і конструкцій, враховуючи відпускну вартість будівельних конструкцій згідно шифру ресурсу, вартість перевезення конструкцій на будівельний майданчик, а також заготівельно-складські витрати

$$B_{\text{М.К.}} = (B_{\text{О.К.}} + B_{\text{ПЕР.}}) \cdot K_{\text{З.С.}} \quad (5.10)$$

де $B_{\text{М.К.}}$ – кошторисна вартість матеріалів і конструкцій

$B_{\text{О.К.}}$ – відпускну вартість будівельних конструкцій згідно шифру ресурсу, грн.;

$B_{\text{ПЕР}}$ – вартість перевезення конструкцій на будівельний майданчик, грн.;

$K_{\text{З.С.}}$ – коефіцієнт, що враховує заготівельно-складські витрати:

- для будівельних, санітарно-технічних і електротехнічних виробів і конструкцій – 1,02;
- для металевих конструкцій – 1,0075.

Визначаємо відпускну вартість залізобетонної колони

$$B_{\text{О.К.}} = B_{\text{О}} \cdot V = 382,21 \cdot 4 = 1528,84 \text{ грн.}$$

де $B_{\text{О.К.}}$ – відпускну вартість однієї колони;

$B_{\text{О}} = 382,21 \frac{\text{грн.}}{\text{м}^3}$ – відпускну вартість 1 м^3 з/б колони масою від 5 т до 15 т задовжки від 6,6 м до 12 м, об'ємом до 4 м^3 (шифр ресурса С1412- 373);

$V = 4 \text{ м}^3$ – об'єм однієї колони.

Визначаємо вартість перевезення залізобетонної колони на будмайданчик автотягачем на відстань 20 км. Вартість перевезення визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} B_{\text{ПЕР.}} &= [(B_{\text{П.П.}} - B_{\text{ТАР}} - B_{\text{ЗАВ}}) \cdot K_{\text{КТВ}} + B_{\text{ТАР}} + B_{\text{ЗАВ}}] \cdot P + B_{\text{р}} \cdot P = \\ &= [(24,67 - 1,50 - 7,93) \cdot 1,3 + 1,50 + 7,93] \cdot 10 + 7,93 \cdot 5,3 = 334,45 \text{ грн} \end{aligned} \quad (5.11)$$

де $B_{\text{П.П.}} = 24,67 \frac{\text{грн.}}{\text{м}}$ – усереднений показник плати за перевезення залізобетонної колони автомобільним транспортом на відстань 20 км в поточних цінах;

$V_{\text{тар}} = 1,50$ грн./т – вартість тари і упаковки;

$V_{\text{заг}} = 7,93$ грн./т – вартість завантаження;

$K_{\text{кгг}} = 1,3$ – коефіцієнт надбавки за перевезення великогабаритних вантажів.

$V_p = V_{\text{заг}} = 7,93 \frac{\text{грн.}}{\text{т}}$ – вартість розвантаження;

$P = 10$ т – вага однієї залізобетонної колони.

Визначаємо кошторисну вартість залізобетонної колони по формулі (5.10)

$$V_{\text{к.к.}} = (V_{\text{о.к.}} + V_{\text{пер.}}) \cdot K_{\text{з.с.}} = (1528,84 + 334,45) \cdot 1,02 = 2236 \text{ грн}$$

Вартість будівельно-монтажних робіт по установці металеві колони

$$V_{\text{БМР}}^{\text{в}} = V_{\text{пр.в}} + V_{\text{н.в}} = 3\Pi^{\text{р.б.}} + V_{\text{е}} + V_{\text{к.мк.}} + 3ВВ \quad (5.12)$$

За проектом довжина металеві колони $\ell = 9.6$ м, маса колони – 1,2 т.

Усі розрахунки виконуємо згідно ДБН Д.2.2-9-99 «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи», збірник 9 «Металеві конструкції». Номер позиції нормативу вибираємо по наших початкових даних на колону: 9-17-4 «Монтаж колон одноповерхових і багатопверхових будівель і естакад кранів заввишки до 25 м складеного перерізу масою до 3 т»; вимірник – 1 т конструкцій, для якої:

- Витрати праці робітників-будівельників – 20,00 люд-год
- Середній розряд – 3,6
- Витрати праці машиністів – 4,19 люд-год

Заробітна плату робітників-будівельників за монтаж однієї колони:

$$3\Pi_p = V \cdot T_p = 8,80 \cdot 30 = 264 \text{ грн,}$$

де $V = 8,91$ грн – усереднена вартість людино-години по 3,6 розряду;

$T_p = 20.00 \cdot 1,5 = 30$ люд-год – витрати праці робітників-будівельників для установки однієї колони;

Визначаємо вартість експлуатації машин і механізмів для установки однієї металеві колони. Записуємо усі дані про машини і механізми, використовувані при монтажі колони зі збірки згідно вибраного нормативу 9-17-4:

- С202-1244 Крани на гусеничному ходу вантажопідйомністю до 25 т – 3,47 маш-год;
- С204-502 Установка для зварювання ручного дугового – 0,72 маш-год.

Вартість експлуатації машин і механізмів для установки однієї колони:

$$B_E = B_{E.kp} + B_{E.ze.y} = 300,5 + 2,20 = 302,7 \text{ грн} \quad (5.13)$$

Вартість експлуатації крану при монтажі однієї колони

$$B_{E.kp} = B_{E.kp}^y \cdot T_{kp} = 72,17 \cdot 4,164 = 300,5 \text{ грн}, \quad (5.14)$$

де $B_{E.kp}^y = 72,17 \frac{\text{грн}}{\text{маш-год}}$ - усереднена вартість експлуатації 1 маш-год крану в поточних цінах згідно шифру С 202-1244;

$T_{kp} = 3,47 \cdot 1,2 = 4,164 \text{ маш-год}$ – тривалість роботи крану на монтажі однієї колони.

Вартість експлуатації ручної електродугової установки для зварювання на монтажі однієї колони

$$B_{E.ze.y} = B_{E.ze.y}^y \cdot T_{mex} = 2,04 \cdot 1,08 = 2,20 \text{ грн}, \quad (5.15)$$

$B_{E.ze.y}^y = 2,04 \frac{\text{грн}}{\text{маш-год}}$ - усереднена вартість експлуатації 1 маш-год ручної електродугової установки у поточних цінах згідно шифру С 204-502;

$T_{mex} = 0,72 \cdot 1,5 = 1,08 \text{ маш-год}$ – тривалість роботи ручної електродугової установки на монтажі однієї колони.

Заробітну плату робітників, зайнятих на експлуатації крану на монтажі однієї колони визначаємо по формулі:

$$ЗП_{маш} = ЗП_{маш.н} \cdot T_{маш} = 22,30 \cdot 5,205 = 116,07 \text{ грн}$$

де $ЗП_{маш.н} = 22,30 \text{ грн}$ – нормативна вартість людино-години у поточних цінах згідно шифру крану С 202-1244;

$T_{маш} = 5,205 \text{ люд-год}$ – витрати праці робітників, зайнятих на експлуатації крану на монтажі однієї колони.

Заробітна плата робітників, зайнятих на експлуатації крану врахована у тому числі у вартості експлуатації крану і в наступних розрахунках буде використана тільки при визначенні загальновиробничих витрат.

Визначаємо кошторисну вартість матеріалів і конструкцій, що враховує відпускну вартість будівельних конструкцій згідно шифру ресурсу, вартість перевезення конструкцій на будівельний майданчик, а також заготівельно-складські витрати за формулою (5.10).

Визначаємо відпускну вартість металевої колони

$$B_{o.k} = B_B \cdot P = 4081 \cdot 1,2 = 4897,2 \text{ грн.}, \quad (5.16)$$

де $B_B = 4081$ грн./т – відпускна вартість 1 т двохвіткової колони крайнього ряду при масі 1 п.м. 0,125 т (шифр ресурсу – С121-603);

$P = 1,2$ т – вага однієї колони.

Визначаємо вартість перевезення металевої колони на будмайданчик автотягачем із спецпричепом на відстань 20 км.

Вартість перевезення на 20 км визначаємо по формулі:

$$\begin{aligned} B_{п.к.} &= [(B_{п}^y - B_{ТАР} - B_{ЗАВ}) \cdot K_{КГВ} + (\Delta B_{п}^y \cdot K_{КГВ}) + B_{ТАР} + B_{ЗАВ}] \cdot P + B_p \cdot P = \\ &= [(25,15 - 0,94 - 7,21) \cdot 1,3 + (1,58 \cdot 1,3) + 0,94 + 7,21] \cdot 1,2 + 7,21 \cdot 1,5 = 59,28 \text{ грн} \end{aligned} \quad (5.17)$$

де $B_{п}^y = 25,15 \text{ } \frac{\text{грн}}{\text{т}}$ — усереднений показник плати за перевезення металевої колони на відстань 20 км автомобільним транспортом в поточних цінах;

$B_{ТАР} = 0,94$ грн. за 1 т – вартість тари і упаковки;

$B_{ЗАВ} = 7,21$ грн. за 1 т – вартість завантаження;

$B_p = B_{ЗАВ} = 7,21$ грн. за 1 т – вартість розвантаження;

$P = 1,2$ т – вага однієї металевої колони;

$K_{КГВ} = 1,3$ – коефіцієнт надбавки за перевезення великогабаритних вантажів.

Визначаємо кошторисну вартість металевої колони по формулі (5.10)

$$B_{К.К.} = (B_{О.К.} + B_{ПЕР}) \cdot K_{з.с.} = (4897,2 + 46,4) \cdot 1,0075 = 4980 \text{ грн}$$

Всі вище приведені розрахунки зведені в таблиці 5.1.

5.3 Аналіз і обґрунтування вибору варіанту для подальшого проектування

На основі техніко-економічної оцінки технічних рішень, які порівнюються, для наступних інженерно-технічних розрахунків робимо вибір оптимального варіанту конструкцій за найменшими приведеними витратами. Згідно з виконаними розрахунками приведені витрати по залізобетонній колоні набагато менші. Тому і приймаємо для дипломної роботи залізобетонну колону.

При рівних значеннях приведених витрат вибір оптимального варіанту проводять за наступними показниками: кошторисна вартість конструкції, капітальні вкладення у базу, трудомісткість.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічне порівняння варіантів колон

№ варіанту	Найменування конструкцій	Найменування елементів	Кількість елементів		Витрати бетону м ³		Витрати сталі т		Трудомісткість люд-год		Термін будівництва		Кошторисна собівартість грн.		Капітальні вкладення грн.		Річні експлуатаційні витрати грн.		Приведені витрати грн.
			на одиницю	загальні	на одиницю	загальні	на одиницю	загальні	по нормах	фактично	на одиницю	загальні	на одиницю	загальні	на одиницю	загальні			
1	з/б колона	К-1	72	4 288	0,33	23,5	16,76	1206,7	51	46	2236	160992	1757,2	126518	37,3	2685,6	518		
2	металева. колона	К-1	72	— —	1,2	86,4	36,29	2611,4	109	98	4980	358560	5588,77	402391	108	7776	1472		

РОЗДІЛ 6

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

6.1 Постановка задач дослідження

Завдання забезпечення вогнестійкості будівельних конструкцій є надзвичайно важливим, оскільки гарантує їх здатність зберігати експлуатаційні властивості при дії факторів пожежі на протязі часу, достатнього для евакуації людей. Тому розробка нових та удосконалення існуючих методик оцінки вогнестійкості конструкцій ще на етапі їх проектування, підвищення їх достовірності є актуальною задачею. Особливо для металевих конструкцій, для яких характерні високі температурні напруження та значна швидкість нагріву.

Особливу увагу питанню вогнестійкості слід приділяти при проектуванні будівель, в яких, залежно від їх призначення, можуть використовуватися вибухонебезпечні чи легкозаймисті матеріали, такі як цех з виготовлення екструдованого пінополістиролу.

Оскільки дане завдання є актуальним, в роботі для його вирішення були сформувані наступні мета та задачі дослідження.

Метою роботи є перевірка пожежної стійкості проєктованих конструкцій покриття цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу.

Сформульовано наступні задачі, які вирішували для досягнення вказаної мети:

- удосконалити методику розрахунку пожежної стійкості металевих конструкцій методом скінченних елементів;
- дослідити НДС металевих ферм покриття цеху під час пожежі;
- оцінити вогнестійкість ферм.

6.2 Методика дослідження

Експериментальне визначення вогнестійкості на практиці проводиться під час використання лабораторних методів випробувань конструкцій або проведенням натурних вогневих випробувань будівлі чи споруди загалом. Залежно від методики

проведення випробувань та оцінки їхніх результатів залежатимуть характеристики вогнестійкості будівель та споруд.

Проте прямі методи визначення вогнестійкості пов'язані зі значними матеріальними та часовими затратами, тому все активніше впроваджуються методи комп'ютерного моделювання, що дозволяють значно скоротити час та провести всесторонній аналіз для різних сценаріїв загоряння та розвитку пожежі.

В дипломній роботі запропонований підхід, що базується на двоетапному варіанті моделювання: перший етап полягає у розрахунку підвищення температури в будівельних конструкціях внаслідок теплового впливу, другий – у розрахунку напружено-деформованого стану конструкції при заданому температурному навантаженні. На першому етапі використовувався спеціалізований програмний комплекс PyroSim 2015, на другому – ПК ЛІРА-САПР 2015. Даний підхід повністю відповідає рекомендаціям стандарту [1].

Розрахунок виконували на дію умовної пожежі зі стандартним температурним режимом згідно з [7]. Скінченноелементна модель, що використовувалася на першому етапі розрахунку, включала в себе фрагмент виробничого цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу в осях А-В/1-4 (рис. 6.1), що відповідає ділянці екструзії.

При моделюванні використовували сітку скінченних елементів, що характеризувалася змінним кроком, який для варіювався для різних фрагментів моделі від 125 мм (в околі ферм) до 500 мм на периферії. Це дозволило значно зменшити кількість скінченних елементів в моделі та розмірність розв'язуваної задачі і дозволило скоротити час розрахунку при збереженні необхідної точності результатів. Просторову скінченно елементу модель для розрахунку першого етапу згідно запропонованої методики наведено на рис. 6.2.

Програмний комплекс PyroSim 2015 дозволяє розміщувати віртуальні датчики температури в будь-яких точках розрахункової моделі, що було використано для отримання розподілу температури на поверхні досліджуваних ферм. Для ферми Ф-2 такі датчики, наприклад, розміщувалися в місцях з'єднання елементів решітки та поясів (рис. 6.3). Їх дані на протязі розвитку пожежі неперервно записувалися, що дозволило перенести їх як зовнішнє теплове навантаження в модель другого етапу запропонованої методики.

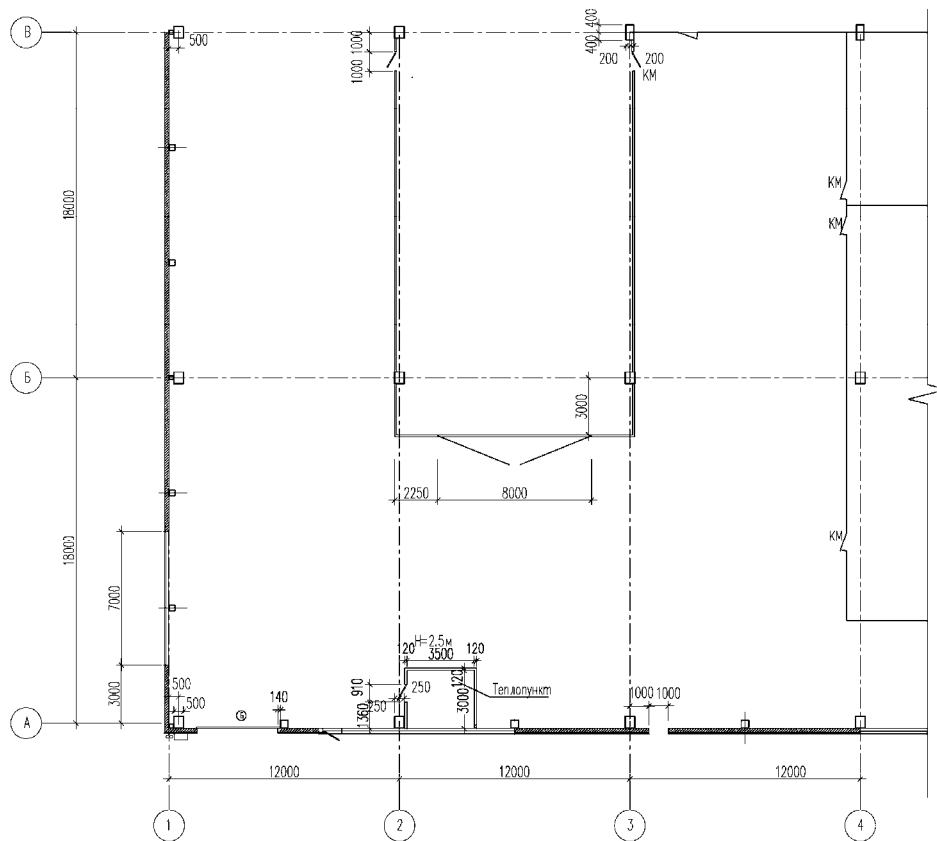


Рисунок 6.1 – План ділянки екструзії цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу

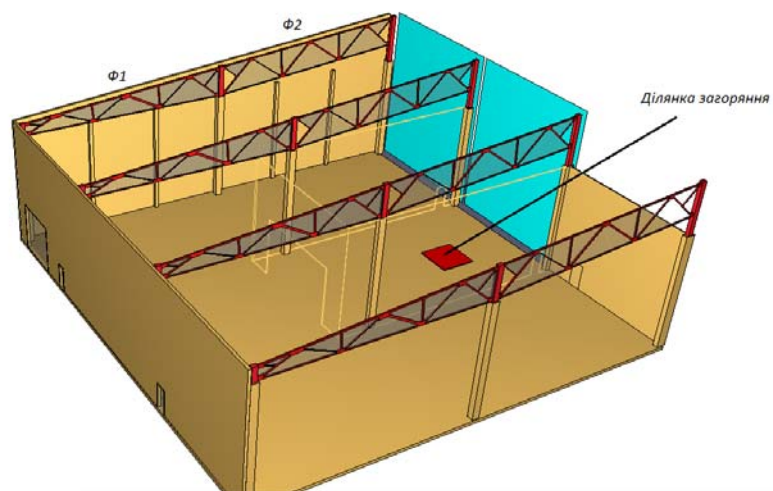


Рисунок 6.2 – Тривимірний скінченно елементна модель ділянки екструзії цеху в програмному комплексі PyroSim 2015

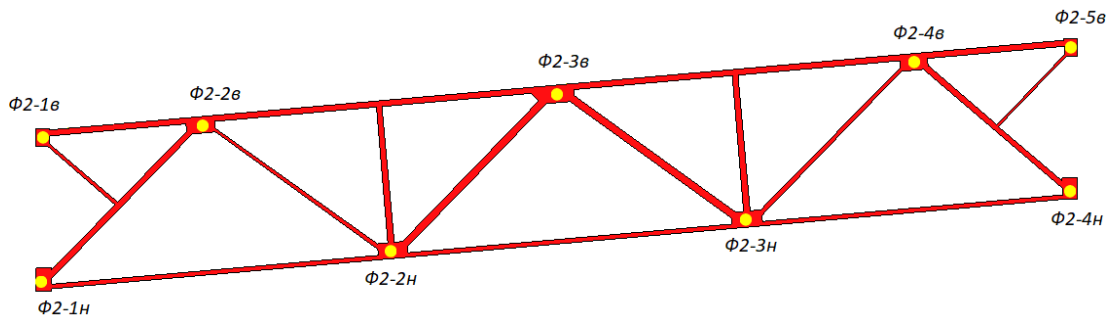


Рисунок 6.3 – Приклад розміщення віртуальних датчиків температури на поверхні сталеві ферми

В результаті виконання розрахунку першого етапу моделювання до часу $t=30$ хв отримали значення температури в різних точках на поверхні ферм. Вони слугували навантаженням для скінченно елеметної моделі при розрахунку напружено-деформівного стану ферми в програмному комплексі ЛІРА-САПР 2015. Даний розрахунок відповідає другому етапу запропонованої методики і виконується у фізично-нелінійній постановці з урахуванням постійного експлуатаційного навантаження на конструкції ферм. Ця модель включала в себе всі чотири прольоти цеху разом з колонами, які були жорстко закріплені знизу (рис. 6.4).

Для визначення моменту вичерпання пожежної стійкості конструкції проводили розрахунок НДС для температурного навантаження, що відповідає тривалості пожежі від 5 до 30 хв з кроком 5 хв.

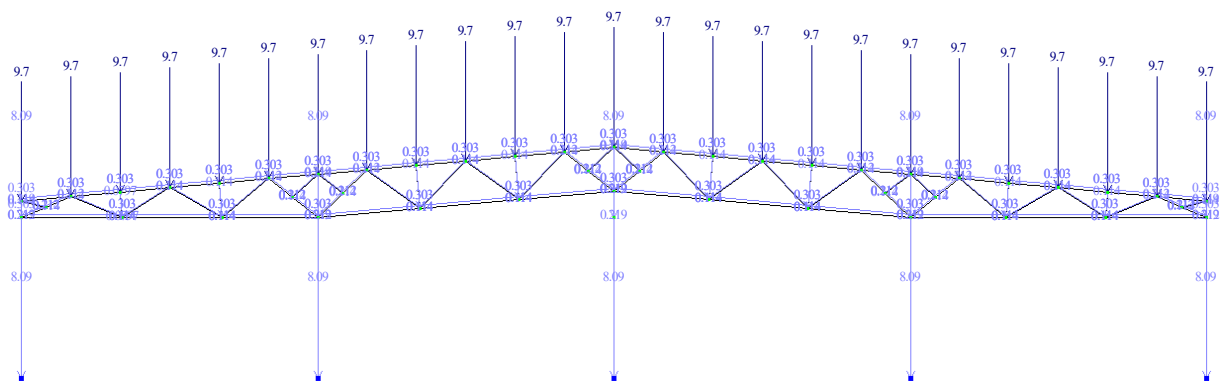


Рисунок 6.4 – Модель кроквяної ферми для визначення напружень

6.3 Результати дослідження

Результати, отримані після першого етапу моделювання, частково представлені на рис. 6.5 у вигляді графіків зміни температури окремих віртуальних датчиків в часі під час пожежі. Більш повні дані по зміні температурних полів у всьому об'ємі моделі на ведено в додатку В.

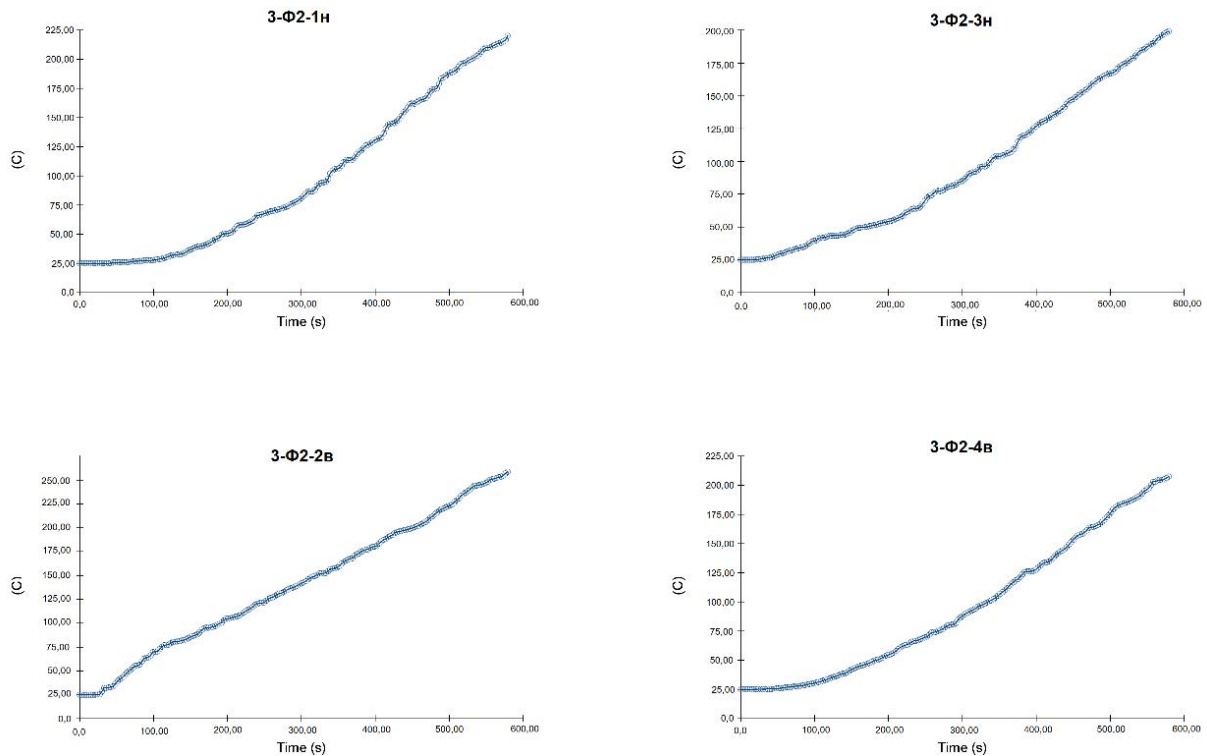


Рисунок 6.5 – Динаміка зміни температури окремих віртуальних датчиків в часі для ферми Ф-2

З одержаних результатів видно, що за рахунок конвекції нагрів елементів верхнього поясу ферми відбувається швидше, ніж нижнього. Завдяки високій теплопровідності сталі температура елементів ферми з часом вирівнюється.

Результати розрахунку другого етапу моделювання – деформації та значення сил і моментів в елементах конструкцій – показано на рис. 6.6 для моменту часу $t=15$ хв. Очевидно, що з розвитком пожежі та підвищенням температури матеріалу деформації наростають дуже швидко порівняно з нормальним режимом експлуатації.

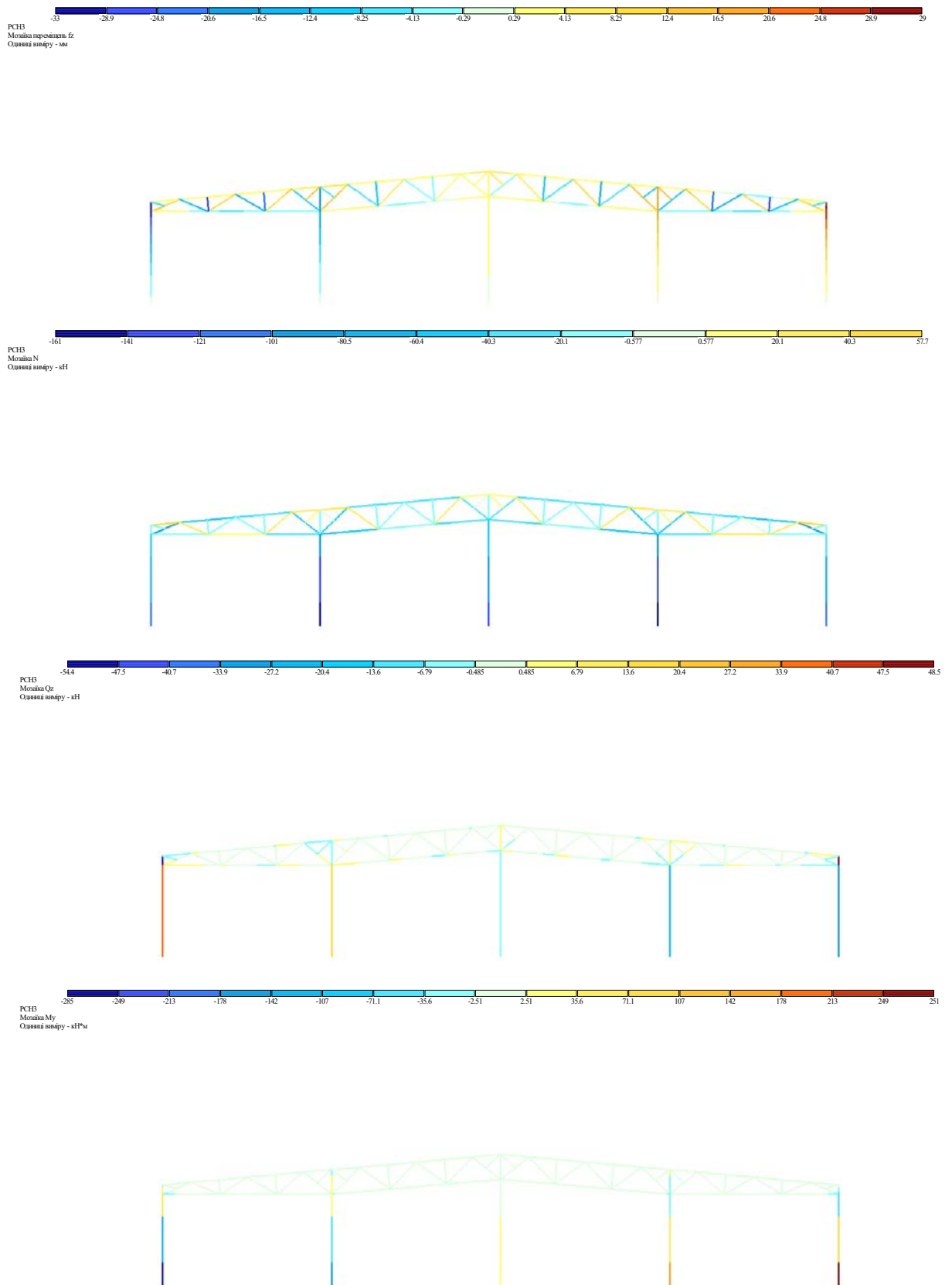


Рисунок 6.6 – Результаты розрахунку НДС конструкцій при пожежі ($t=15$ хв)

Було виконано перевірку запроектованих в розділі 2 перерізів елементів ферм за граничними станами (рис. 6.7). В момент часу $t=15$ хв виявлено повне вичерпання несучої здатності елементів нижнього поясу за другою групою (до 115%). Таким

чином, моделювання за запропонованою методикою дозволило достовірно перевірити відповідність пожежної стійкості металевої ферми вимогам нормативних документів для даного типу конструкцій, що складає 15 хв. Важливо відмітити, що на цьому стійкість конструкції можна вважати вичерпаною, тобто додаткового резерву немає.

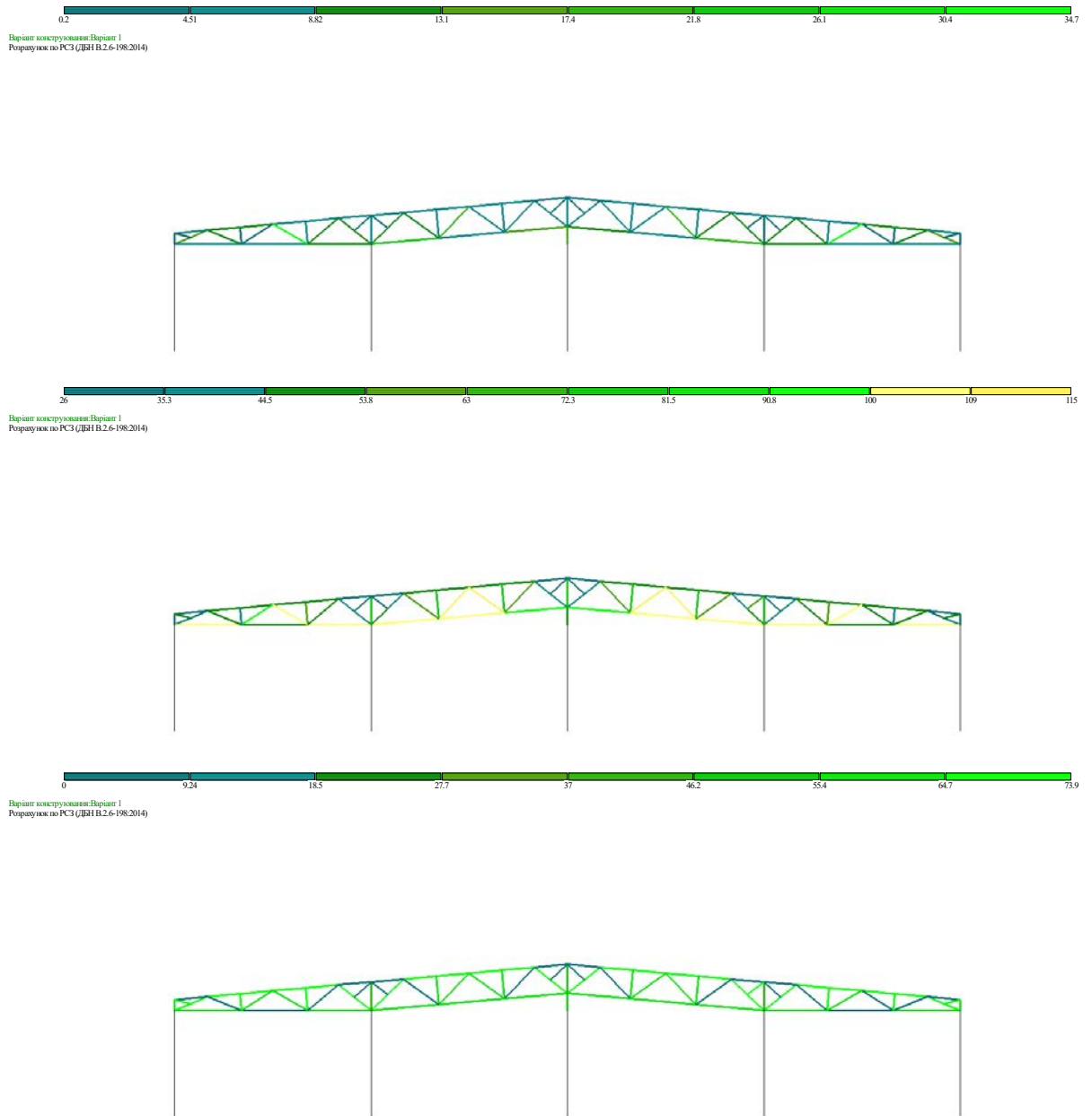


Рисунок 6.7 – Результати перевірки сталевих перерізів за граничними станами
($t=15$ хв)

6.4 Висновки і узагальнення за результатами дослідження

У роботі вирішено задачу перевірки пожежної стійкості металевих ферм ще на етапі їх проектування для цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу.

1. Отримала подальший розвиток методика розрахунку пожежної стійкості металевих конструкцій методом скінченних елементів.

2. Розроблено ряд скінченно елементних моделей, що дозволяють оцінити розподіл температурних полів та інших вражаючих чинників пожежі в об'ємі проектованої будівлі.

3. Досліджено НДС металевих ферм покриття цеху під час пожежі та встановлено відповідність їх пожежної стійкості вимогам нормативних документів (R15).

Аналіз даних показує, що застосування нових проектних вирішень неможливе без проведення оцінки їх вогнестійкості.

Даний метод обрахунку вогнестійкості та пожежної безпеки дозволяє спрогнозувати роботу несучих елементів конструкцій під час пожежі. Це дозволяє досліджувати об'єкти різної складності при різноманітних ситуаціях, що підвищує достовірність результатів та надійність проектування.

РОЗДІЛ 7

ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Кошторисна вартість розрахована відповідно до порядку визначення вартості будівництва і вільних (договірних) цін на будівельну продукцію в умовах розвитку ринкових відносин.

Для визначення кошторисної вартості складений локальний кошторис на загальнобудівельні роботи.

Будівництво розташоване на території м. Тернопіль.

Кошторисна документація складена із застосуванням ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи. Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації та за усередненими даними Держбуду України.

Загальновиробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників Додатка 3 до ДСТУ Б Д 1.1-2-99.

Всього по об'єктному кошторису: 42996,27 тис.грн.

у тому числі:

будівельні роботи – 24934,70 тис.грн.

монтажні роботи – 2662,92 тис.грн.

вартість устаткування – 11668,38 тис.грн.

інші витрати – 3730,27 тис.грн.

податок на додану вартість – 8599,25 тис.грн.

Будівництво – Цех з виготовлення екструдованого пінополістиролу в м. Тернопіль
 Шифр проекту – ТНТУ-ДРМ.192.19.013

Локальний кошторис № 2-1-1
на Виробничий цех
з виготовлення екструдованого пінополістиролу в м. Тернопіль

Основа:
 креслення (специфікації) № 3а проектом

Кошторисна вартість 4349,554 тис. грн.
 Кошторисна трудомісткість 47,485 тис. люд.-год
 Кошторисна заробітна плата 688,759 тис. грн.
 Середній розряд робіт 2,8 розряд

Складена в поточних цінах за станом на "1 жовтня" 2019 р.

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт і витрат, одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати праці робітників, люд.-год	
				всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
									заробітної плати	у тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Розділ 1. Свайні ростверки.										
1	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки 100м3	0,469	<u>40043,09</u> 2546,71	<u>780,46</u> 358,78	18780	1194	<u>366</u> 168	<u>195,75</u> 17,57	<u>92</u> 8
2	E6-1-10	Улаштування залізобетонних фундаментів загального призначення з підколонниками при висоті підколонника від 2 до 4 м, периметром до 5 м 100м3	3,507	<u>60368,29</u> 6982,81	<u>4905,68</u> 2226,82	211712	24489	<u>17204</u> 7809	<u>488,65</u> 109,15	<u>1714</u> 383
3	E6-1-5	Улаштування залізобетонних фундаментів загального призначення під колони об'ємом до 3 м3 100м3	0,7945	<u>61781,61</u> 13136,80	<u>1899,21</u> 848,06	49085	10437	<u>1509</u> 674	<u>919,30</u> 41,61	<u>730</u> 33
		витратні матеріали опалубки.								
		Разом прямі витрати по розділу 1, грн.				380815	37103	<u>19148</u> 8681		<u>2601</u> 425
		у тому числі:								

		вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.-год заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				324564 45784 - - -				
Всього по розділу 1, грн.						380815				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Розділ 2. Фундаментні балки і розпірки.								
17	E8-3-1	Улаштування основи під фундаментні балки піщаного мЗ	129,84	<u>217,39</u> 17,27	-	28226	2242	-	<u>1,23</u>	<u>160</u>
18	E7-1-15	Укладання балок фундаментних завдовжки до 6 м 100шт	0,82	<u>11748,44</u> 8569,50	<u>1571,58</u> 722,46	9634	7027	<u>1289</u> 592	<u>543,75</u> 35,38	<u>446</u> 29
19	E7-1-16	Укладання балок фундаментних завдовжки більше 6 м 100шт	0,01	<u>17412,14</u> 12340,08	<u>3503,85</u> 1610,73	174	123	<u>35</u> 16	<u>783,00</u> 78,88	<u>8</u> 1
Разом прямі витрати по розділу 2, грн.						247283	26699	<u>2025</u> 930		<u>1736</u> 46
у тому числі:										
вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн.						218559				
всього заробітна плата, грн.						27629				
Загальновиробничі витрати, грн.						-				
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.-год						-				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.						-				
Всього по розділу 2, грн.						247283				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Розділ 3. Фундаменти під устаткування на ділянках дозрівання виробів, перевантаження резервуарів шламу, приймальних бункерів інертних матеріалів, лінії передачі виробів на сортування і упаковку								
43	E6-1-1	Ділянка дозрівання виробів Улаштування бетонної підготовки бетон	0,073	<u>40043,09</u>	<u>780,46</u>	2923	186	<u>57</u>	<u>195,75</u>	<u>14</u>

		важкий В 7,5 (М 100), великість заповнювача 10-20мм 100м3		2546,71	358,78			26	17,57	1
44	E6-1-22	Улаштування стрічкових фундаментів залізобетонних при ширині зверху до 1000 мм бетон важкий В 20 (М 250), великість заповнювача 10-20мм 100м3	0,26	<u>59557,46</u> 7751,70	<u>3198,70</u> 1397,50	15485	2015	<u>832</u> 363	<u>522,00</u> 68,68	<u>136</u> 18
64	E6-1-1	Лінія подачі на сортування і упаковку Улаштування бетонної підготовки бетон важкий В 7,5 (М 100), великість заповнювача 10-20мм 100м3	0,0595	<u>40043,09</u> 2546,71	<u>780,46</u> 358,78	2383	152	<u>46</u> 21	<u>195,75</u> 17,57	<u>12</u> 1
65	E6-1-22	Улаштування стрічкових фундаментів залізобетонних при ширині зверху до 1000 мм бетон важкий В 20 (М 250), великість заповнювача 10-20мм 100м3	0,214	<u>59557,46</u> 7751,70	<u>3198,70</u> 1397,50	12745	1659	<u>685</u> 299	<u>522,00</u> 68,68	<u>112</u> 15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
72	E6-1-16	Улаштування фундаментних плит залізобетонних плоских /бетон важкий В 20 (М250), великість заповнювача 10-20 мм/ 100м3	0,0013	<u>54786,87</u> 3708,97	<u>2446,34</u> 1082,90	71	5	<u>3</u> 1	<u>259,55</u> 53,17	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
86	E6-1-22	Улаштування стрічкових фундаментів залізобетонних при ширині зверху до 1000 мм бетон важкий В 20 (М 250), великість заповнювача 10-20мм 100м3	0,06	<u>59557,46</u> 7751,70	<u>3198,70</u> 1397,50	3573	465	<u>192</u> 84	<u>522,00</u> 68,68	<u>31</u> 4
93	E6-1-16	Улаштування фундаментних плит залізобетонних плоских /бетон важкий В 20 (М250), великість заповнювача 10-20 мм/ 100м3	0,1205	<u>54786,87</u> 3708,97	<u>2446,34</u> 1082,90	6602	447	<u>295</u> 130	<u>259,55</u> 53,17	<u>31</u> 6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
117	E6-1-1	Ділянка приймальних бункерів інертних Улаштування бетонної підготовки бетон важкий В 7,5 (М 100), великість заповнювача 10-20мм 100м3	0,015	<u>40043,09</u> 2546,71	<u>780,46</u> 358,78	601	38	<u>12</u> 5	<u>195,75</u> 17,57	<u>3</u> -
118	E6-1-22	Улаштування стрічкових фундаментів	0,049	<u>59557,46</u>	<u>3198,70</u>	2918	380	<u>157</u>	<u>522,00</u>	<u>26</u>

		залізобетонних при ширині зверху до 1000 мм бетон важкий В 20 (М 250), великість заповнювача 10-20мм 100м3		7751,70	1397,50			68	68,68	3
125	E6-1-16	Улаштування фундаментних плит залізобетонних плоских /бетон важкий В 20 (М250), великість заповнювача 10-20 мм/ 100м3	0,0026	<u>54786,87</u> 3708,97	<u>2446,34</u> 1082,90	142	10	<u>6</u> 3	<u>259,55</u> 53,17	<u>1</u> -
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
139	E6-1-16	Улаштування фундаментних плит залізобетонних плоских /бетон важкий В 20 (М250), великість заповнювача 10-20 мм/ 100м3	0,395	<u>54786,87</u> 3708,97	<u>2446,34</u> 1082,90	21641	1465	<u>966</u> 428	<u>259,55</u> 53,17	<u>103</u> 21
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Разом прямі витрати по розділу 3, грн. у тому числі: вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. ----- Всього по розділу 3, грн.				144490	10311	<u>4377</u> 1927		<u>708</u> 93
		Розділ 4. Колони								
150	E7-5-14	Установка колон прямокутного перерізу в склянки фундаментів будівель при глибині закладення колон більше 0,7 м, масі колон до 10 т 100шт	0,2	<u>43485,27</u> 25527,83	<u>9275,58</u> 4239,99	8697	5106	<u>1855</u> 848	<u>1638,50</u> 207,72	<u>328</u> 42
151	E7-5-13	Установка колон прямокутного перерізу в склянки фундаментів будівель при глибині закладення колон більше 0,7 м, масі колон до 8 т 100шт	0,52	<u>37858,20</u> 22410,27	<u>7918,05</u> 3617,75	19686	11653	<u>4117</u> 1881	<u>1438,40</u> 177,24	<u>748</u> 92
152	E7-5-11	Установка колон прямокутного перерізу в склянки фундаментів будівель при глибині закладення колон більше 0,7 м, масі колон до 4 т 100шт	0,32	<u>27489,16</u> 15384,47	<u>5698,17</u> 2601,28	8797	4923	<u>1823</u> 832	<u>987,45</u> 127,45	<u>316</u> 41

153	E7-5-10	Установка колон прямокутного перерізу в склянки фундаментів будівель при глибині закладення колон більше 0,7 м, масі колон до 3 т 100шт	0,05	<u>24378,00</u> 13436,98	<u>4912,38</u> 2240,05	1219	672	<u>246</u> 112	<u>852,60</u> 109,76	<u>43</u> 5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Разом прямі витрати по розділу 4, грн.				1284926	22354	<u>8041</u> 3673		<u>1435</u> 180
		у тому числі: вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн.				1254531 26027				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				- - -				
		----- Всього по розділу 4, грн.				1284926				
		Розділ 5. Покрівля								
169	E9-22-1	Монтаж кроквяних і підкроквяних ферм на висоті до 25 м прольотом до 24 м, масою до 3 т m	59,7824	<u>809,91</u> 539,49	<u>239,40</u> 108,75	48418	32252	<u>14312</u> 6501	<u>36,80</u> 5,33	<u>2200</u> 319
170	C121-760 варіант 13	Окремі конструктивні елементи будівель і споруд (ферми:Ф-3=4шт) т	1,9844	<u>5803,16</u> --	- -	11516	-	- -	- -	- -
171	C121-761 варіант 1	Окремі конструктивні елементи будівель і споруджень [ферми : Ф-1, Ф-2] т	57,798	<u>5803,16</u> --	- -	335411	-	- -	- -	- -
172	E9-48-4	Зварювання електродуги при монтажі покриттів [ферм] m	59,7824	<u>284,08</u> 179,34	<u>28,52</u> 2,59	16983	10721	<u>1705</u> 155	<u>8,40</u> 0,16	<u>502</u> 10
		Разом прямі витрати по розділу 5, грн.				412328	42973	<u>16017</u> 6656		<u>2702</u> 329
		у тому числі: вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год				353338 49629 - -				

		заробітна плата в загальноновиробничих витратах, грн.				-				

		Всього по розділу 5, грн.				412328				
		Розділ 6. Вертикальні зв'язки і підкранові балки								
173	E9-23-1	Монтаж вертикальних зв'язків у вигляді ферм для прольотів до 24 м при висоті будівлі до 25 м м	17,1	<u>1350,51</u> 1175,15	<u>144,34</u> 65,05	23094	20095	<u>2468</u> 1112	<u>80,16</u> 3,19	<u>1371</u> 55
174	C121-760 варіант 14	Окремі конструктивні елементи будівель і споруджень [зв'язку : СВ-154, СВ-176, СВ154-1, СВ176-1, СВ199-1, СВ199-1-1] т	17,1	<u>5803,16</u> --	<u>-</u> -	99234	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
175	E9-48-4	Зварювання електродуги при монтажі покриттів [зв'язки] м	17,1	<u>284,08</u> 179,34	<u>28,52</u> 2,59	4858	3067	<u>488</u> 44	<u>8,40</u> 0,16	<u>144</u> 3
182	E9-48-2	Зварювання електродуги при монтажі опорних частин каркасів [балок] м	26,955	<u>61,88</u> 42,39	<u>7,55</u> 0,68	1668	1143	<u>204</u> 18	<u>2,14</u> 0,04	<u>58</u> 1
183	E9-25-1	Монтаж металевих гальмівних конструкцій м	9,757	<u>449,68</u> 330,73	<u>87,93</u> 39,12	4388	3227	<u>858</u> 382	<u>22,56</u> 1,92	<u>220</u> 19
185	E9-48-2	Зварювання електродуги при монтажі опорних частин каркасів [гальмівні конструкції] м	9,757	<u>61,88</u> 42,39	<u>7,55</u> 0,68	604	414	<u>74</u> 7	<u>2,14</u> 0,04	<u>21</u> -
186	E7-20-3	Установка монтажних виробів масою до 20 кг м	0,36271	<u>6892,95</u> 1059,45	<u>93,76</u> 8,50	2500	384	<u>34</u> 3	<u>61,92</u> 0,53	<u>22</u> -

Разом прямі витрати по розділу 6, грн.						344231	39523	<u>6496</u> 2620		<u>2594</u> 130
у тому числі:										
вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн.						298212				
всього заробітна плата, грн.						42143				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Загальноновиробничі витрати, грн.				-				
		трудомісткість в загальноновиробничих витратах, люд.-год				-				
		заробітна плата в загальноновиробничих витратах, грн.				-				

		Всього по розділу 6, грн.				344231				
		Розділ 7. Підлог.								
187	E1-134-2	тип підлоги №1. Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками група ґрунтів 3-4	85,465	<u>540,17</u> 313,38	<u>226,79</u> 103,95	46166	26783	<u>19383</u> 8884	<u>21,93</u> 6,60	<u>1874</u> 564
		100м3								
188	E11-2-9	Улаштування підстиляючих бетонних шарів (бетон класу В15, завтовшки 200 мм).	1709,3	<u>546,74</u> 81,15	- -	934543	138710	- -	<u>5,78</u> -	<u>9880</u> -
		м3								
189	E6-11-10	Армування підстиляючих шарів і набетонок	36,85250	<u>339,20</u> 249,78	<u>71,07</u> 32,67	12500	9205	<u>2619</u> 1204	<u>16,82</u> 1,60	<u>620</u> 59
		т								
190	& C124-65-1	Сітки арматурні	36,85251	<u>4893,23</u>	-	180328	-	-	-	-
		т								
191	E1-134-2	тип підлоги №2. Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками група ґрунтів 3-4	1,121	<u>540,17</u> 313,38	<u>226,79</u> 103,95	606	351	<u>255</u> 117	<u>21,93</u> 6,60	<u>25</u> 7
		100м3								
192	E11-2-9	Улаштування підстиляючих бетонних шарів (бетон класу В15, завтовшки 200 мм).	22,42	<u>546,74</u> 81,15	- -	12258	1819	- -	<u>5,78</u> -	<u>130</u> -
		м3								
193	E6-11-10	Армування підстиляючих шарів і набетонок	0,483375	<u>339,20</u> 249,78	<u>71,07</u> 32,67	164	121	<u>34</u> 16	<u>16,82</u> 1,60	<u>8</u> 1
		т								
194	& C124-65-1	Сітки арматурні	0,48338	<u>4893,23</u>	-	2365	-	-	-	-
		т								
195	E1-134-2	тип підлоги №3. Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками група ґрунтів 3-4	0,479	<u>540,17</u> 313,38	<u>226,79</u> 103,95	259	150	<u>109</u> 50	<u>21,93</u> 6,60	<u>11</u> 3
		100м3								
196	E11-2-9	Улаштування підстиляючих бетонних шарів (бетон класу В15, завтовшки 200 мм).	9,58	<u>546,74</u> 81,15	- -	5238	777	- -	<u>5,78</u> -	<u>55</u> -
		м3								
197	E6-11-10	Армування підстиляючих шарів і набетонок	0,20654	<u>339,20</u> 249,78	<u>71,07</u> 32,67	70	52	<u>15</u> 7	<u>16,82</u> 1,60	<u>3</u> -
		т								
198	& C124-65-1	Сітки арматурні	0,20654	<u>4893,23</u>	-	1011	-	-	-	-
		т								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Разом прямі витрати по розділу 7, грн.				1195508	177968	<u>22415</u> 10278		<u>12606</u> 634
		у тому числі:								
		вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн.				995125				
		всього заробітна плата, грн.				188246				
		Загальновиробничі витрати, грн.				-				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.-год				-				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				-				

		Всього по розділу 7, грн.				1195508				
		Розділ 8. Зворотна засипка ґрунтом.								
199	E1-169-4	усередині ростверків. Засипка ґрунтом за допомогою крану і цебра група ґрунтів 4 100м3	148,0227	<u>2248,24</u> 1715,20	<u>533,04</u> 245,04	332791	253889	<u>78902</u> 36271	<u>128,00</u> 12,00	<u>18947</u> 1776
200	E1-27-6	зовні. Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт [108 л.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 3 1000м3	0,9096	<u>545,85</u> --	<u>545,85</u> 240,07	497	-	497 218	- 11,41	- 10
201	E1-166-4	Засипка вручну траншей, пазух котлованів і ям група ґрунтів 4 100м3	2,274	<u>2939,54</u> 2939,54	- -	6685	6685	- -	<u>234,60</u> -	<u>533</u> -
		Разом прямі витрати по розділу 8, грн.				339973	260574	<u>79399</u> 36489		<u>19480</u> 1786
		у тому числі:								
		вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн.				-				
		всього заробітна плата, грн.				297063				
		Загальновиробничі витрати, грн.				-				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.-год				-				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				-				

		Всього по розділу 8, грн.				339973				
		Разом прямі витрати по кошторису, грн.				4349554	617505	<u>157918</u> 71254		<u>43862</u> 3623
		у тому числі:								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн.				3574131 688759				
		Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.-год заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.				- - -				

		Прямі витрати будівельних робіт, грн. у тому числі: вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн. заробітна плата робітників, не зайнятих обслуговуванням машин, грн. заробітна плата в експлуатації машин, грн.				4347824 3572401 617505 71254				
		Всього кошторисна вартість будівельних робіт, грн. кошторисна трудоємність, люд.-год кошторисна заробітна плата, грн.				4347824 47485 688759				

		Прямі витрати монтажних робіт, грн. у тому числі: вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн.				1730 1730				
		Всього кошторисна вартість монтажних робіт, грн.				1730				

		Всього по кошторису, грн.				4349554				
		Кошторисна трудоємність, люд.-год Кошторисна заробітна плата, грн.				47485 688759				

РОЗДІЛ 8

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Охорона праці

8.1.1 Забарвлення будівельних машин, пристосувань і пристроїв

З метою підвищення уваги працюючих і попередження їх про можливу небезпеку на будівельних майданчиках будівельні машини, пристосування і пристрої фарбують в сигнальні кольори відповідно до ГОСТ 12.4.026-76* «Цвета сигнальные и знаки безопасности». Використовуються наступні сигнальні кольори:

- червоний – заборона, безпосередня небезпека, засіб пожежогасіння;
- жовтий – попередження, можлива небезпека;
- зелений – припис, безпека;
- синій – вказівка, інформація.

Для посилення сприйняття сигнальні кольори використовуються на тлі контрастних поверхонь: чорний у поєднанні з жовтим; білий у поєднанні з червоним і зеленим.

Для зниження рівня травматизму і підвищення культури виробництва будівельно-монтажне оснащення і пристосування забарвлені в жовтий сигнальний колір. Елементи підйомно-транспортного устаткування, будівельно-дорожніх машин, кабін і обгороджування кранів, поворотні кабінки, майданчики вантажопідйомників, бампери і бічні поверхні електрокарів, навантажувачі, візки, стріли нижніх частин поворотних платформ екскаваторів, монтажних і автомобільних кранів, веж, захоплювачі і майданчики автотранспорту, зовнішні частини бічних стінок ковшів екскаваторів і обійми вантажних гаків забарвлені червоними і жовтими смугами, нахиленими під кутом 45...60°, шириною від 30 до 200 мм.

У жовтий колір забарвлені також місткості, що містять речовини з небезпечними і шкідливими властивостями.

Внутрішня поверхня кожухів, що відкриваються, забарвлена в жовтий колір. Руків'я управління будівельних машин забарвлені в колір, відмінний від основного кольору машини або стін кабіни; внутрішню поверхню кабіни – у світлі тона.

8.1.2 Знаки безпеки

Знаки безпеки призначені для привертання уваги працюючих до безпосередньої небезпеки або попередження про можливу небезпеку, вказівок і дозволів певних дій з метою забезпечення безпеки, а також для надання необхідної інформації. Вони не повинні підміняти сигнально-попереджувальні знаки, які встановлюють згідно з правилами руху автомобільного, залізничного або морського транспорту.

Знаки безпеки, встановлені на воротах і вхідних дверях приміщень, означають, що зона дії цих знаків поширюється на усі приміщення; при в'їзді на об'єкт або ділянку – на увесь об'єкт або ділянку в цілому.

Знаки безпеки на будівельному майданчику повинні контрастно виділятися на фоні і знаходитися у полі зору людей, для яких вони призначені.

Форма, розмір, колір і художнє рішення знаків безпеки повинні задовольняти вимогам ГОСТ 12.4.026-76* «Цвета сигнальные и знаки безопасности» (табл. 8.1).

Також застосовуються додаткові таблички прямокутної форми з пояснючими написами або з вказівною стрілкою в деяких місцях. Ці таблички забарвлені в сигнальний колір знаку, разом з яким вони застосовуються, і розміщені горизонтально під знаком безпеки або вертикально праворуч від нього. Довжина додаткової таблички не більша за діаметр або довжину відповідної сторони знака безпеки.

Знаки заборони відкритого вогню встановлюються, коли необхідно заборонити роботи із застосуванням відкритого вогню, якщо це може привести до пожежі або вибуху. У пояснюючому написі завжди є слово «Заборонено», наприклад, «Заборонено використання відкритого вогню», «Заборонено розведення вогнищ», «Заборонено палити» тощо.

Таблиця 8.1 – Характеристика знаків безпеки (ГОСТ 12.4.026-76*)

Номер знаку	Смислове значення	Зображення	Місце установки
<i>Заборонні знаки</i>			
1.1	Забороняється користуватися відкритим вогнем		На зовнішній стороні дверей складів з пожежо- і вибухонебезпечними матеріалами і речовинами, усередині цих складів; при вході на ділянки, де проводять роботи з вказаними матеріалами і речовинами; на обладнанні, що несе небезпеку вибуху або загоряння; на тарі для зберігання і транспортування пожежо- і вибухонебезпечних речовин
1.3	Вхід (прохід) заборонений		Біля входу в небезпечні зони, а також в приміщення і зони, в які закритий доступ для посторонніх осіб
1.5	Заборонний знак з пояснюючим написом		У місцях і зонах, перебування в яких пов'язано з небезпекою, що розкривається пояснюючим написом
<i>Застережливі знаки</i>			
2.1	Обережно! Легкозаймисті речовини		На вхідних дверях складів, усередині складів, в місцях зберігання, перед входами на ділянки робіт з легкозаймистими речовинами, на тарі для зберігання і транспортування цих речовин
2.5	Обережно! Електрична напруга		На опорах повітряних ліній, корпусах електрообладнання і електроапаратури, на дверях електроприміщень, камер вимикачів трансформаторів, на сітчастих і суцільних огороженнях токопровідних частин, що розміщені у виробничих приміщеннях, на електротехнічних панелях, дверцях суцільних щитків і ящиків, на шафах з електрообладнанням

Продовження табл. 8.1

Номер знаку	Смислове значення	Зображення	Місце установки
2.7	Обережно! Працює кран		Поблизу небезпечних зон на будівельних майданчиках, ділянках і в цехах, де використовують підйомно-транспортне устаткування
2.8	Обережно! Можливе падіння	 ПОЯСНЯЮЩА НАДПИСЬ	Перед входом на тимчасово небезпечні ділянки і місця, де можливо падіння. Застосовується разом з табличкою з пояснюючим написом (наприклад, «Обережно! Слизько», «Обережно! Відкритий отвір»)
2.9	Обережно! Інші небезпеки		У місцях, де потрібне попередження про можливу небезпеку; використовується тільки разом з табличкою з пояснюючим написом
<i>Приписуючі знаки</i>			
3.1	Працювати в касці!		При вході в приміщення або на ділянки робіт, де існує можливість падіння предметів згори
3.6	Працювати в захисних окулярах!		При вході на ділянки робіт, що пов'язані з небезпекою травмування очей
3.7	Працювати з використанням засобів захисту органів дихання!		При вході в приміщення, зони або ділянки робіт, пов'язані з виділенням шкідливих для організму людини газів, парів, аерозолей
3.8	Працювати в запобіжному поясі!		У місцях виконання робіт на висоті

Продовження табл. 8.1

Номер знаку	Смислове значення	Зображення	Місце установки
<i>Вказівні знаки</i>			
4.1	Вогнегасник		У виробничих приміщеннях і на територіях для вказівки місцезнаходження вогнегасників
4.3	Місце паління		У виробничих приміщеннях і на територіях для вказівки місця паління

Знаки електробезпеки використовуються для заборони робіт поблизу кабельних ліній або ліній електропередач, а також робіт з електрообладнанням, які можуть привести до аварій або до електротравматизму. Ці знаки не замінюють спеціальних знаків, що використовуюються при обслуговуванні електроустановок.

Застережливі знаки призначені для попередження працюючих про можливу небезпеку.

Знаки небезпечних зон попереджають про розташування на будівельному майданчику зон зберігання гарячого бітуму, предметів, що падають і т. п. В знаку може бути пояснюючий запис, який залежить від конкретних умов.

Знаки небезпеки падіння встановлені при відкритих або необгороджених ямах, котлованах, траншеях, приямках і т. п.

Знаки небезпеки руху попереджають про небезпеку, пов'язану з рухом транспорту, будівельних машин, механізмів і т. п.

Приписуючі знаки призначені для дозволу визначених дій працюючих тільки при виконанні конкретних вимог безпеки праці (обов'язкове застосування працюючими засобів індивідуального захисту, вжиття заходів по забезпеченню безпеки праці), вимог пожежної безпеки.

Знаки обмежувальних навантажень містять вимоги про обмеження навантажень на настили риштувань, підмосток, вантажоприймальних майданчиків і т. п., а також про обмеження маси вантажів, що піднімаються і переміщуються.

Знаки обмеження часу містять припис про допустиму тривалість робіт або дій, а також перебування людей в просушуваних приміщеннях.

Знаки з вказівкою засобів індивідуального захисту містять приписи про обов'язкове застосування запобіжних поясів, касок, захисних окулярів і т. п. при виконанні певних операцій або видів робіт. На кожному знаку є символічне зображення відповідного засобу індивідуального захисту.

Вказівні знаки використовуються для вказівки місцезнаходження різних об'єктів і пристроїв, пунктів медичної допомоги, питних пунктів, пожежних постів, пожежних кранів, гідрантів, вогнегасників, пунктів сповіщення про пожежу, складів, майстерень.

За допомогою знаків аварійного зв'язку інформують працюючих про місцезнаходження телефонів та інших засобів зв'язку для виклику аварійних, пожежних і медичних служб.

Знаки безпеки виготовляють з листового металу завтовшки 0,5...1,5 мм та мають плоску конструкцію. Знаки забарвлені водовідштовхувальними і атмосферостійкими фарбами, щоб не допустити відшаровування забарвлення покриття.

8.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

8.2.1 Заходи протипожежної профілактики

При проектуванні будгеплану питання пожежної безпеки вирішене відповідно до “Правил пожежної безпеки на виробництві будівельно-монтажних робіт” і СНиП 2.01.02-85. При проектуванні будгеплану передбачено такі основні заходи:

- віддалі від будівель до джерел вогню прийнято згідно з протипожежними нормами;
- забезпечення протипожежних розривів між тимчасовими і постійними будівлями залежно від ступеню їх вогнестійкості;
- влаштування проходів і робочих зон.

На будгеплані нанесено протипожежний водопровід, транспортні шляхи для пожежних машин, розміщення протипожежного обладнання і первинних засобів пожежогасіння.

Будівля виробничого цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу запроектована за умови максимального забезпечення вибухо-пожежної безпеки. Ступінь вогнестійкості проектної будівлі III, категорія виробництва по вибухо-пожежній небезпеці “Д”, “В”, ступінь вогнестійкості будівель на прилеглих територіях довкола комплексу III.

На шляхах евакуації двері відчиняються в сторону зовнішніх виходів. У відповідності до РД 34.21.122-87 проектом передбачається виконання грозозахисту III категорії.

На генеральному плані будівля запроектована з врахуванням вітрів, передбачені під'їзди до запроектованої будівлі.

Проектом передбачається зовнішнє пожежогасіння будівлі від пожежного гідранту на водопровідній мережі. Витрати води на пожежогасіння $Q = 10$ л/с.

8.2.2 Виявлення та оцінка небезпеки, моделювання можливої обстановки відпрацювання сценаріїв на об'єкті

На об'єктах підвищеної небезпеки (радіаційно-, хімічно-, вибухонебезпечних) створюються локальні системи виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій (НС) і оповіщення працівників цих об'єктів та місцевого населення, що проживає в зоні можливого ураження (згідно кодексу цивільного захисту України власники таких об'єктів відповідають за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах).

Комплексні об'єктові навчання проводяться підприємствами, установами та організаціями з чисельністю працюючих 50 осіб і більше з метою комплексного відпрацювання їх учасниками алгоритмів дій з організації та здійснення заходів, передбачених планами реагування на надзвичайні ситуації, локалізації і ліквідації наслідків аварій на об'єктах підвищеної небезпеки, цивільного захисту на особливий період.

Навчання проводяться на завершальному етапі трирічного періоду об'єктової підготовки з цивільного захисту працівників після того, як вони оволодіють у повному обсязі теоретичним матеріалом відповідних програм підготовки населення до дій у надзвичайних ситуаціях.

Для підготовки і проведення навчання не пізніше ніж за 45 днів до його проведення керівником підприємства, установи, організації видається наказ, яким визначаються вихідні дані (тема, навчальні цілі, строк та місце проведення), призначається керівництво навчанням, а також визначаються склад тих, хто навчається, посередники при них, порядок їх підготовки і допуску до навчання, строки та обсяг робіт з підготовки місць (ділянок) проведення практичних заходів, відповідальні виконавці, матеріально-технічне забезпечення, кошторис на підготовку та проведення навчання.

Керівником навчання є керівник підприємства, установи, організації. До складу керівництва навчанням також входять: заступники, помічники керівника навчання, начальник штабу керівництва навчанням.

Штаб керівництва навчанням створюється як тимчасовий орган для забезпечення розробки документів з проведення навчання, підготовки навчально-матеріальної бази, пунктів управління, робочих місць тих, хто навчається, засобів зв'язку та оповіщення, організаційно-методичного керівництва навчанням та управління силами цивільного захисту, які беруть в ньому участь.

Чисельність працівників штабу керівництва навчанням визначається керівником навчання і залежить від обсягу завдань, що вирішуються під час підготовки і проведення навчання.

Посередники при тих, хто навчається, є представниками керівника навчання, які надають допомогу керівникові у проведенні навчання, а також здійснюють контроль за діями тих, хто навчається, та дотриманням ними заходів безпеки.

До проведення навчання залучаються:

- об'єктова комісія з питань надзвичайних ситуацій;
- об'єктові евакуаційні органи;
- штатний або позаштатний підрозділ (особа) з питань цивільного захисту підприємства, установи, організації;

- особи, на яких у разі виникнення НС покладаються функції керівника робіт з ліквідації наслідків НС та працівників штабу з ліквідації наслідків НС об'єктового рівня;
- об'єктові спеціалізовані служби цивільного захисту;
- чергова (диспетчерська) служба (у разі утворення);
- до третини об'єктових формувань цивільного захисту;
- об'єктова добровільна пожежна дружина (команда);
- об'єктова аварійно-рятувальна служба (у разі утворення);
- працівники підприємства, установи, організації, яких планується залучити до проведення практичних заходів.

Підготовка керівництва для забезпечення успішного проведення навчання здійснюється на спеціально організованих керівником підприємства, установи, організації інструктивно-методичних заняттях, що проводяться територіальними курсами, навчально-методичними центрами цивільного захисту та безпеки життєдіяльності.

Під час таких занять, що проводяться безпосередньо на підприємстві, в установі, організації, заступниками (помічниками) керівника навчання, персоналом штабу керівництва відпрацьовуються документи з проведення навчання.

З посередниками та працівниками, які на час навчання призначаються керівниками на навчальних місцях з практичного відпрацювання заходів і робіт та/або залучаються до проведення таких заходів і робіт, проводяться інструктажі.

Для забезпечення проведення навчання керівником підприємства, установи, організації за погодженням з територіальним органом ДСНС України затверджується план проведення спеціального об'єктового навчання з питань цивільного захисту.

План проведення, що є основним документом, який визначає хід навчання, послідовність відпрацювання навчальних питань, розробляється з такими додатками: план об'єкта з графічним показом ділянок, рубежів, пунктів відтворення обстановки та переліком засобів імітації; почасовий графік нарощування обстановки з переліком ввідних; схема розгортання сил і засобів у місцях (ділянках) відпрацювання практичних заходів та їх зміст; таблиць термінових донесень за навчанням.

Проведення навчання планується за етапами, кількість і зміст яких залежать від навчальних цілей і масштабів. Кожен етап має включати питання, що повністю охоплюють певний період дій.

РОЗДІЛ 9

ЕКОЛОГІЯ

9.1 Дія проектного об'єкту на компоненти довкілля

Розробляється проект цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу в м. Тернопіль.

В процесі будівництва і експлуатації проектного об'єкту можлива дія на наступні компоненти довкілля:

- ґрунтово-рослинний комплекс;
- приземний шар атмосфери.

Наслідком цієї дії можуть бути зміни в компонентах природного середовища.

Дії на ґрунтово-рослинний комплекс проявляються у вигляді порушень поверхні землі в смузі відчуження навколо об'єкту будівництва. При цьому можливі наступні форми порушень: ущільнення або розпушування ґрунту, траншейні виїмки, колії тимчасових доріг, корчування і пересадка дерев. Джерелом дії на компоненти довкілля можуть бути будівельні механізми і техніка.

При виконанні будівельно-монтажних робіт можливе забруднення ґрунтів, підземних вод будівельними і побутовими відходами, сміттям, паливно-мастильними матеріалами.

Експлуатація проектного об'єкту пов'язана з утворенням госппобутових і виробничих стічних вод.

9.2 Заходи по зниженню негативної дії проектного об'єкту на довкілля

В процесі будівництва і експлуатації об'єкту відбувається забруднення атмосферного повітря в результаті роботи автомобільного транспорту викидами CO, NO_x, SO₂, C_nH_m, сажі.

Розрахунок викидів шкідливих речовин від автомобільних двигунів при роботі на будівельному майданчику.

Автомобільні двигуни працюють при будівництві будівель і споруд на різних видах палива: бензин (4 марки) і дизельне паливо. Перелік основних машин і механізмів на майданчику будівництва приведений в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Основні машини і механізми

№ п/п	Найменування машин	Вид палива	К-ть палива на 100 км	К-ть годин роботи
1.	Автомобілі самоскиди, вантаж. до 10 т	АИ	28	2748
2.	Крани на гусеничному ході, вантаж. 16 т	АИ	31	1366
3.	Бульдозер, потужністю 96 кВт	ДП	30	44,7
4.	Екскаватори одноковш. на гусеничному ході, об'ємом ковша 0,65 м ³	ДП	26	681,8
5.	Машини поливні, 6 тис. л.	АИ	36	41,6
6.	Фермовози, вантаж. 30 т	ДП	30	98,2

Розрахунки річних викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом, потрібні для здійснення державного або муніципального обліку викидів з метою вилучення платежів за забруднення навколишнього середовища і розробки заходів по їх зниженню.

В основу методики розрахунку викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом закладений середній питомий викид по будівельних механізмах і автомобілях окремих груп (вантажні, спеціальні, автобуси, легкові та ін.). При цьому викид шкідливих речовин коригується залежно від технічного стану автомобілів, їх середнього віку, впливу природно-кліматичних умов.

Для автомобільних двигунів, що частково працюють в режимі холостого ходу (автокрани, екскаватори, бульдозери та ін.) важко визначити довжину пробігу в км. В цьому випадку, розрахунок максимального разового викиду, а так само розрахунок секундних і річних викидів робиться за формулами:

$$M_{m.p.j} = C_{jxx} \cdot A_{cn} \cdot a_B / t, \quad (9.1)$$

$$C_{jxx} = 1,3 \cdot Q \cdot p \cdot P_{xx}, \quad (9.2)$$

де A_{cn} – кількість автомобілів в j -ій групі, шт;

a_B – середній коефіцієнт випуску автомобілів, $a_B=1$;

Q – кількість спалюваного палива, л/км;

p – густина палива, кг/дм³ (для бензину $p = 0,75$ кг/дм³; для дизельного палива $p = 0,826$ кг/дм³);

t – час роботи автомобіля на будмайданчику; $t = 2$ хв;

P_{xx} – безрозмірний коефіцієнт, що характеризує відношення маси шкідливих речовин, що виділяється, до маси спалюваного палива (табл. 9.2).

1,3 – коефіцієнт врахування середньої швидкості руху і режиму холостого ходу.

Розрахунок річних викидів виконується за формулою

$$M_{річ,j} = C_j \cdot A_{сн} \cdot a_B \cdot T \cdot 10^{-6} \quad (9.3)$$

де T – загальний час роботи двигуна автомобіля в рік, годин.

Таблиця 9.2 – Значення коефіцієнта P_{xx}

Вид палива	Значення P для				
	C	C _n H _m	NO _x	SO ₂	Сажа
Бензин	2,62	1,01	0,27	0,01	-
Дизельне паливо	0,27	0,06	0,03	0,03	0,23

Результати розрахунку секундних і річних викидів забруднюючих речовин при роботі будівельних механізмів, що працюють на дизельному паливі і на бензині, приведені в таблиці 9.3.

Розрахунки проведені тільки по викидах будівельних механізмів і автотранспорту, що працюють на будівельному майданчику (див. табл. 9.1).

Таблиця 9.3 – Розрахунок викидів шкідливих речовин при роботі будівельних механізмів і автотранспорту

Найменування машин	к-ть машин, шт.	вид палива	норма палива, кг/год	час роботи, год	Маса викиду речовин									
					C		C _n H _m		NO _x		CO ₂		Сажа	
					г/с	т/рік	г/с	т/рік	г/с	т/рік	г/с	т/рік	г/с	т/рік
Автомобілі самоскиди, вантажопідйомністю до 10 т	2	АИ	28	2748	0,705	13,96	0,27	5,38	0,073	1,44	0,003	0,053	-	-
Крани на гусеничному ході, вантажопідйомністю до 16т	2	АИ	31	1366	0,78	7,7	0,3	2,96	0,081	0,79	0,003	0,03	-	-
Бульдозер, потужністю 96 кВт	1	ДП	30	44,7	0,087	0,000014	0,065	0,000106	0,0097	0,0000156	0,0097	0,000016	0,074	0,00027
Екскаватори одноковшові дизельні на гус. ходу, V ковша 0,65 м ³	2	ДП	26	681,8	0,076	0,37	0,016	0,081	0,019	0,095	0,019	0,095	0,064	0,31
Машини поливні, 6 тис.л.	1	АИ	36	41,6	0,85	0,128	0,33	0,049	0,088	0,0132	0,003	0,000489	-	-
Фермовози, вантажопідйомністю 30 т.	1	ДП	30	98,42	0,087	0,000307	0,019	0,000068	0,009	0,000034	0,009	0,000034	0,074	0,00262
Прийнято до розрахунку:														
					АИ 3,635		1,403		1,117		0,0144			
					ДП 0,337		0,12		0,0467		0,0467		0,286	0,3849
Разом:						23,31		8,898		3,397		0,1919	0,286	0,3849

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі виконано проектування цеху з виготовлення екструдованого пінополістиролу, розроблено основні конструктивні рішення змішаного каркасу зі збірних залізобетонних колон і сталевих покриття та складено технологічну карту на монтаж конструкцій. Методом скінченних елементів змодельовано процес розвитку пожежі, визначено теплове навантаження на несучі сталеві кроквяні ферми, виконано розрахунок їх напружено-деформівного стану та перевірку пожежної стійкості.

У роботі вирішено задачу перевірки пожежної стійкості металевих ферм ще на етапі їх проектування для будівлі запроектованого цеху.

Отримала подальший розвиток методика розрахунку пожежної стійкості металевих конструкцій методом скінченних елементів.

Розроблено ряд скінченно елементних моделей, що дозволяють оцінити розподіл температурних полів та інших вражаючих чинників пожежі в об'ємі проектованої будівлі.

Досліджено НДС металевих ферм покриття цеху під час пожежі та встановлено відповідність їх пожежної стійкості вимогам нормативних документів (R15).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. – 35 с.
2. ДБН В.1.2-2-2006. СНББ. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 75 с.
3. ДБН В.1.2-7-2008 СНББ. Основні вимоги до будівель і споруд: Пожежна безпека. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 31 с.
4. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с.
5. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 198 с.
6. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
7. ДСТУ Б В.1.1-4-98. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. – К.: Держбуд України, 1999. – 19 с.
8. ДСТУ Б В.1.1-18:2007. Захист від пожежі. Споруди та фрагменти будівель. Метод натурних вогневих випробувань. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 13 с.
9. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010.– 166 с.
10. ДСТУ Б Д.2.2-1:2012. РЕКН. Земляні роботи. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 177 с.
11. ДСТУ Б Д.2.2-7:2012. РЕКН. Бетонні та залізобетонні конструкції збірні. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 97 с.
12. ДСТУ Б Д.2.2-9:2012. РЕКН. Металеві конструкції. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 77 с.

13. Ozyurt E., Wang Y. Effects of truss behaviour on critical temperatures of welded steel tubular truss members exposed to uniform fire // Engineering Structures. – Vol. 88. – P. 225–240.
14. PyroSim 2015. Руководство пользователя. – Екатеринбург: Промпроект, 2016. – 178 с.
15. Більченко А.В. Основи архітектурного проектування промислових підприємств / А.В. Більченко, В.А. Хренов, В.Ф. Демішкан. – Харків: ХНАДУ, 2014. – 113 с.
16. Гуденко В.М. Технологія будівельного виробництва: навчальний посібник. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 481 с.
17. Жигуц Ю.Ю., Лазар В.Ф. Інженерна екологія. – К.: Кондор, 2018. – 170 с.
18. Ковальчук Я.О. Технологія та організація будівництва: Навчальний посібник. – Тернопіль, 2017. – 191 с.
19. Котеньова З.І. Архітектура будівель і споруд: Навчальний посібник. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 170 с.
20. Методичний посібник до виконання курсової роботи з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання. / Розробник: О.П. Конончук – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. – 32 с.
21. Павліков А.М. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини: Підручник / А.М. Павліков – Полтава, ПолтНТУ, 2017. – 284 с.
22. Пугач В.І., Люлька В.С. Охорона праці в будівництві: Навчальний посібник. – Харків: Рубікон, 2013. – 304 с.
23. Романюк В.В. Металеві конструкції. Розрахунок елементів і з'єднань: Навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2014. – 449 с.
24. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище: Навч. посібник / В.В. Тарасова, А.С. Малиновський, М.Ф. Рибак – К.: Центр учбової літератури, 2007 – 276 с.

ДОДАТОК А. Результати підбору армування колон

Для вертикальних залізобетонних елементів розраховано симетричне армування (рис. А.1).

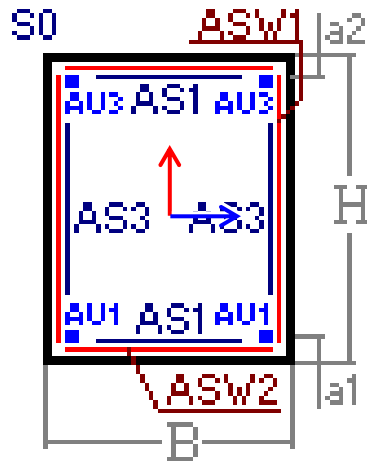
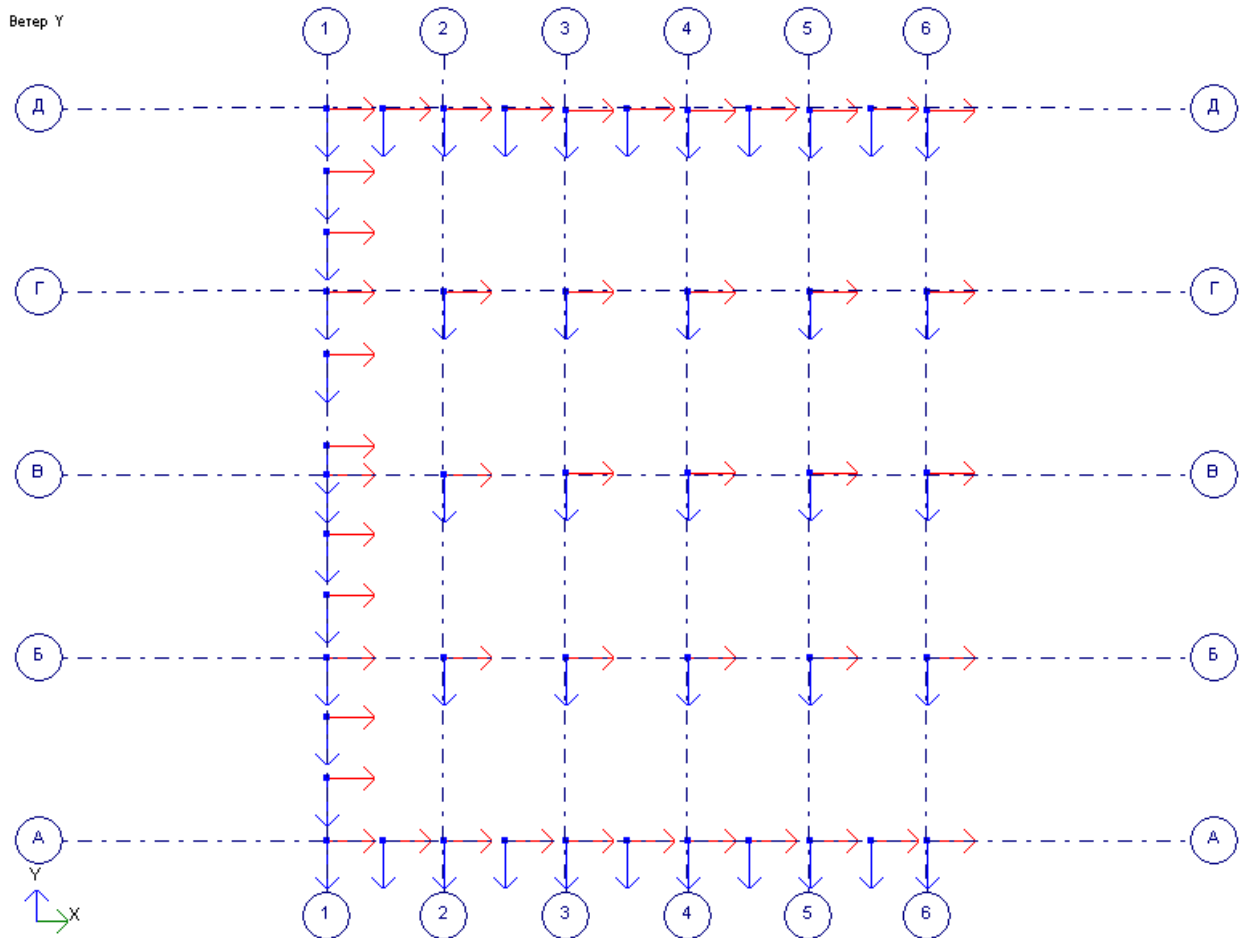
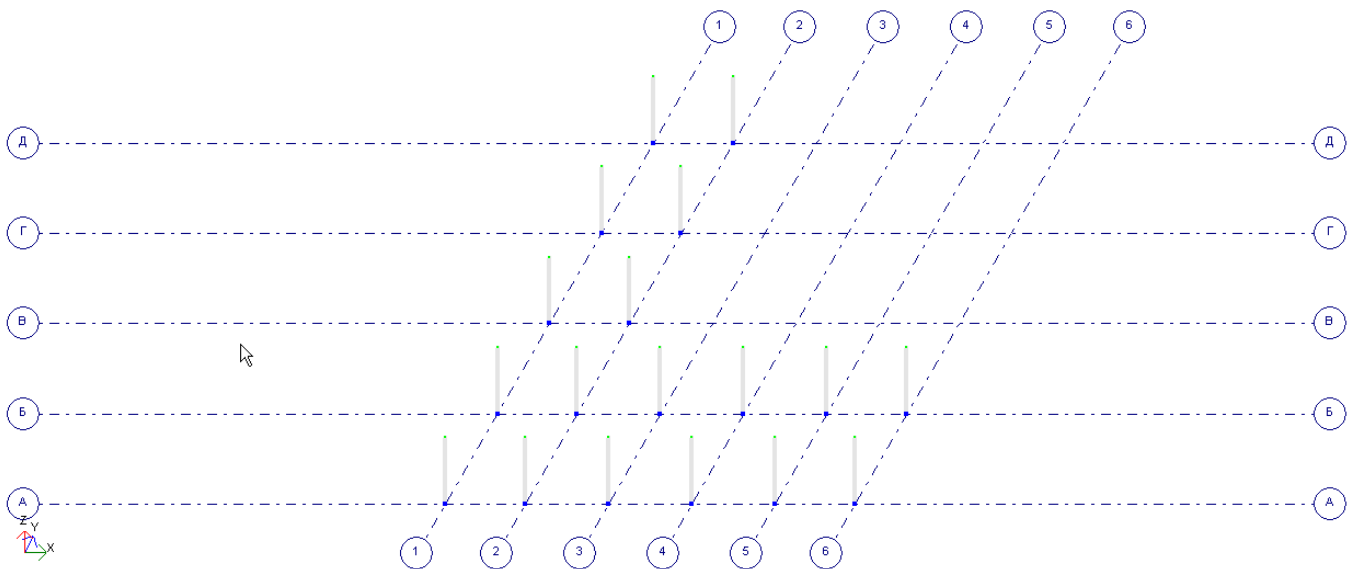
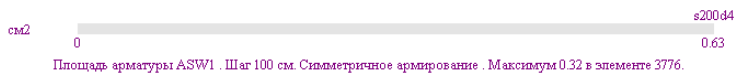
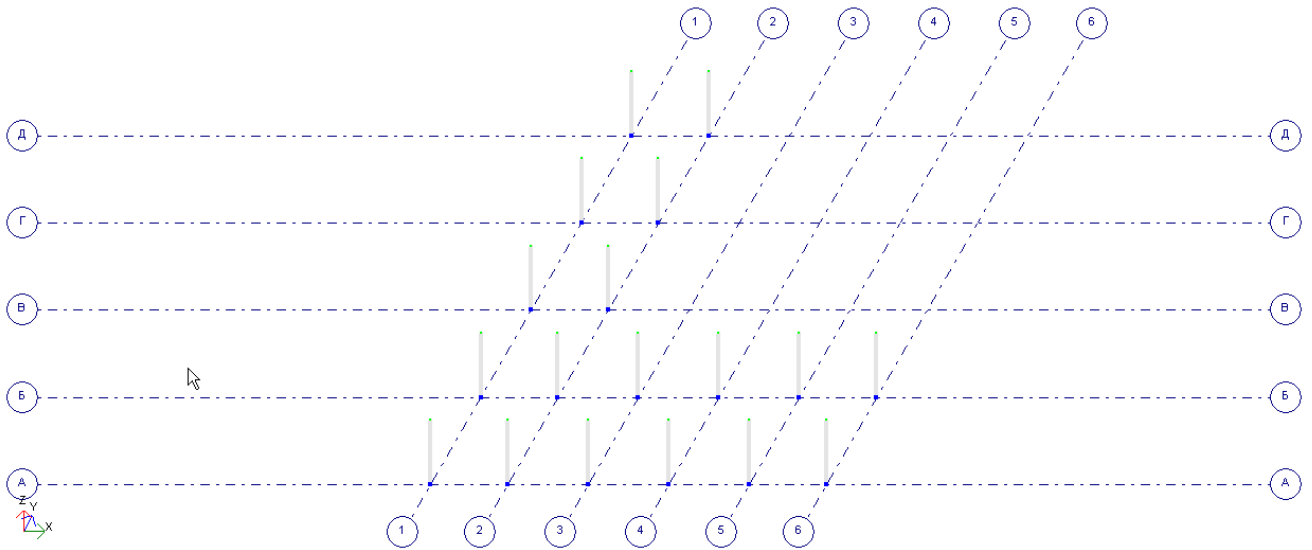
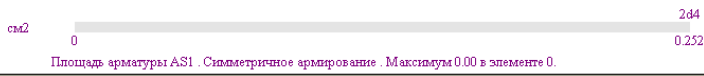
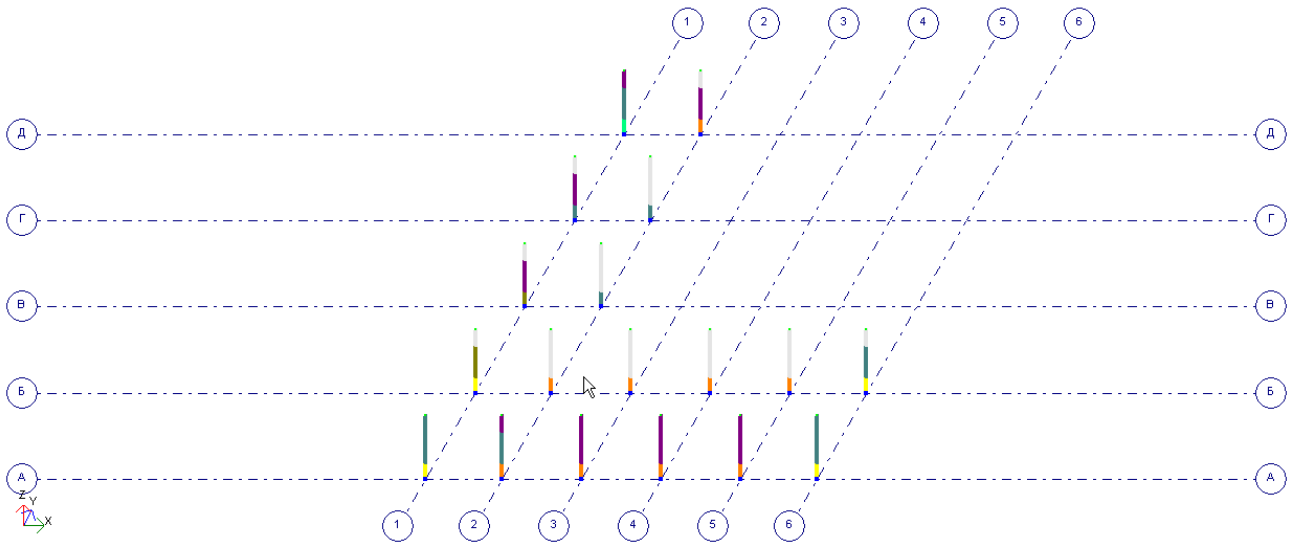
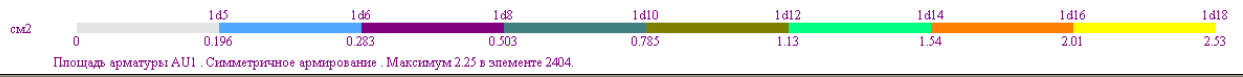


Рисунок А.1 – Схема армування

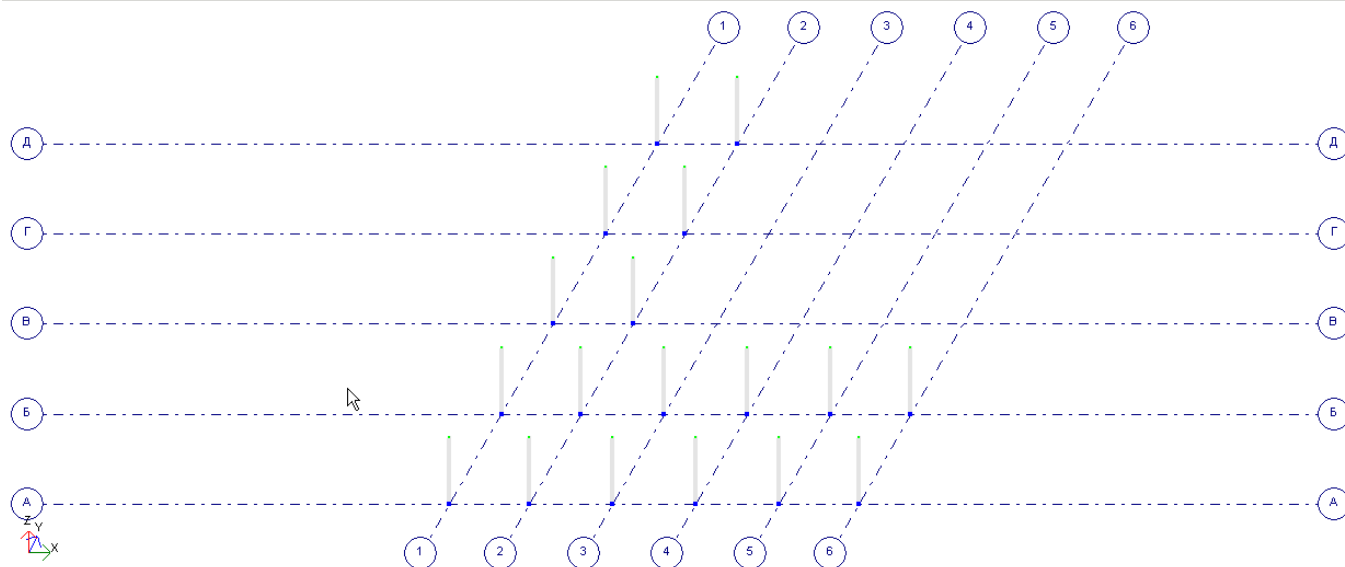
Для визначення положення арматури AS1 і AS3 приведена схема розташування місцевих осей стержнів, що моделюють вертикальні залізобетонні елементи.



Елементи колон 600x500

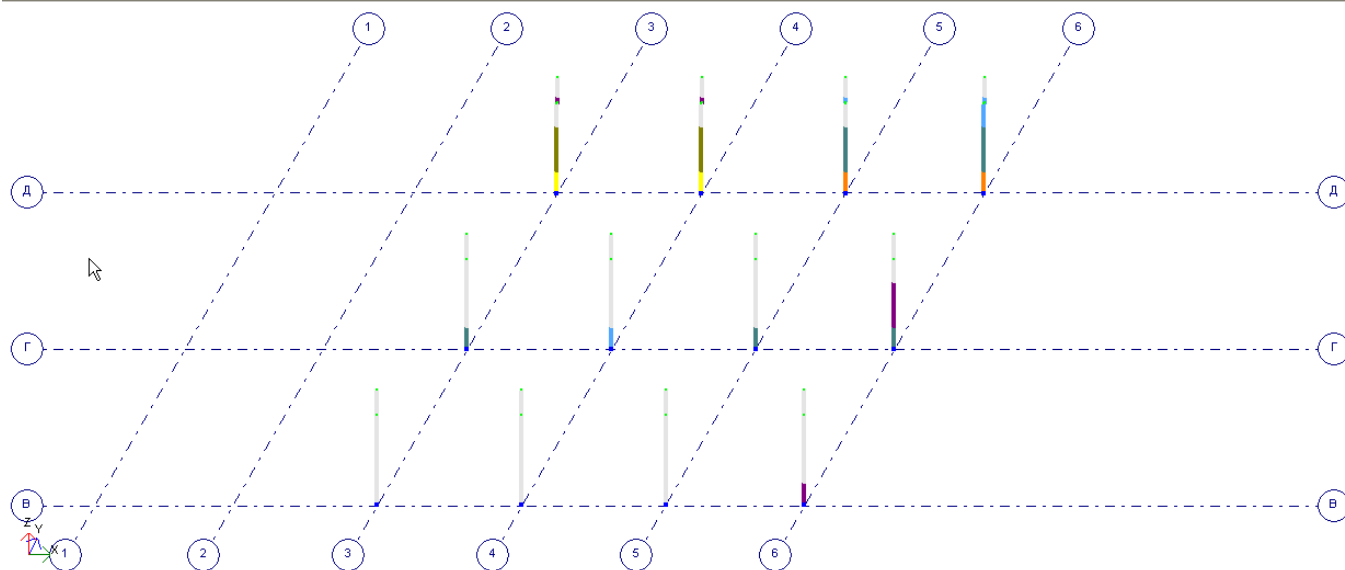


см2 0 s200d4 0.63
 Площадь арматуры ASW2 Шаг 100 см. Симметричное армирование. Максимум 0.33 в элементе 3776.

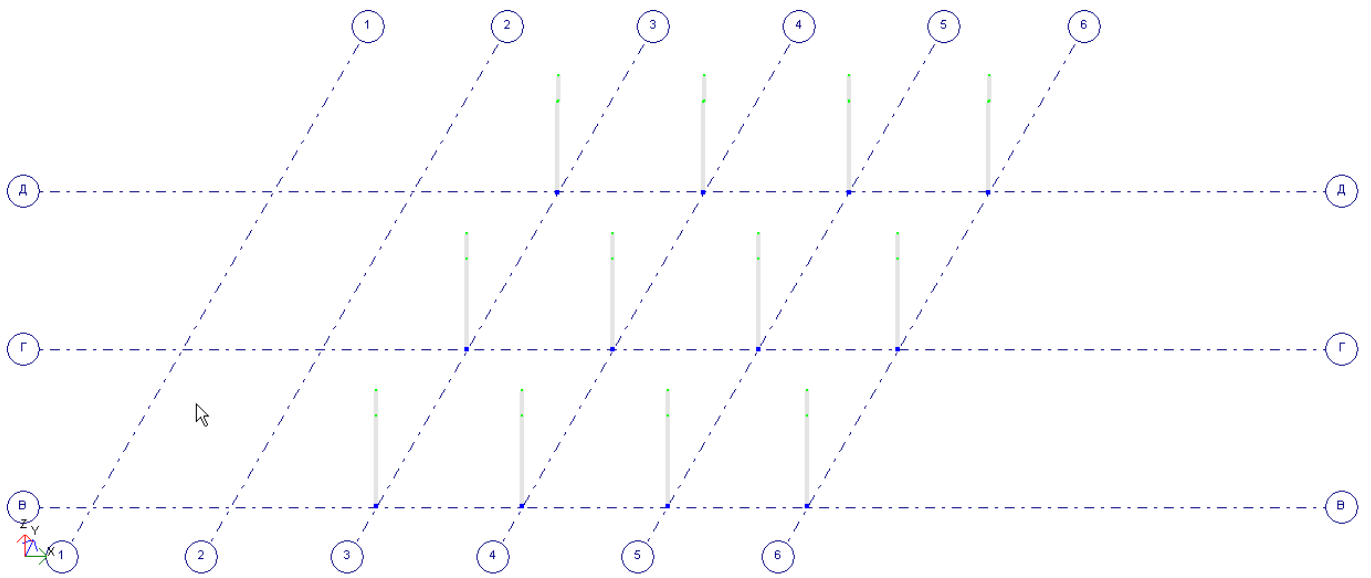


Элементы колонн 800x400

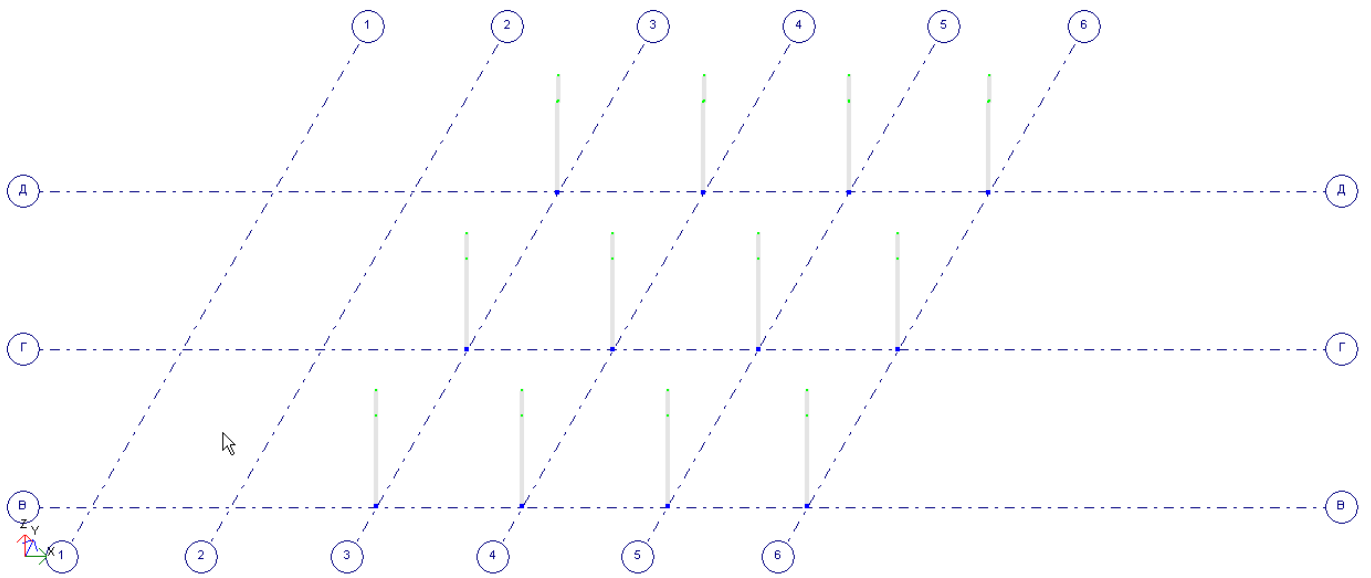
см2 0 1d6 0.283 1d8 0.503 1d10 0.785 1d12 1.13 1d14 1.54 1d16 2.01 1d18 2.53 1d20 3.14
 Площадь арматуры AU1. Симметричное армирование. Максимум 2.88 в элементе 4681.



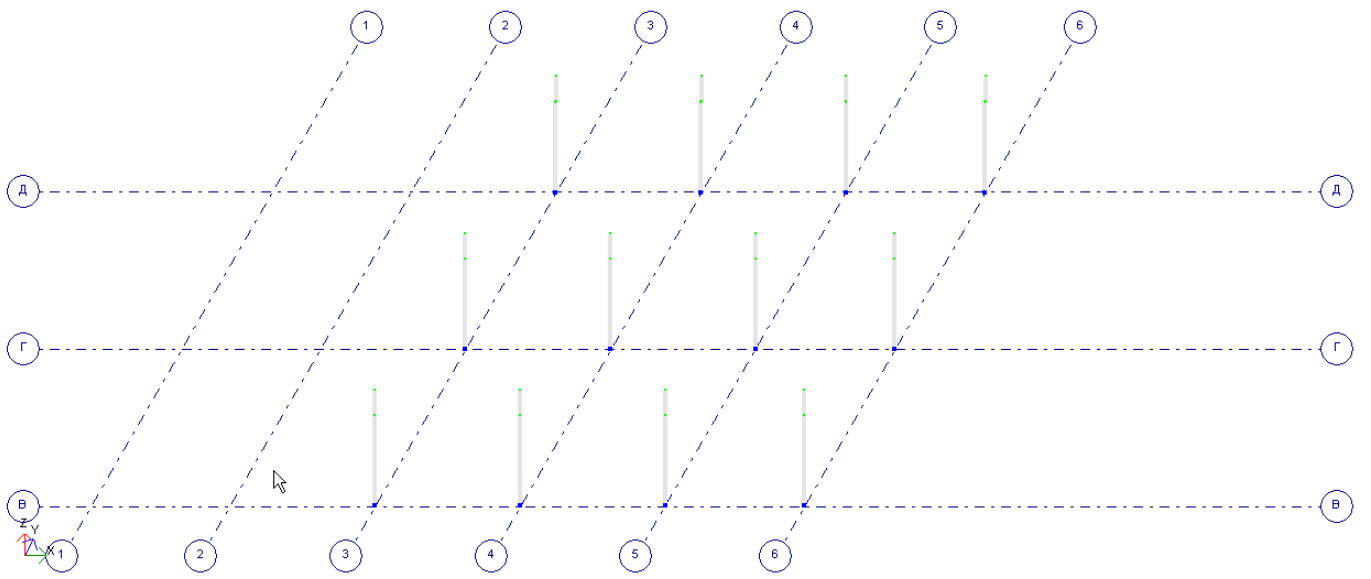
см2 0 244 0.252
Площадь арматуры AS1 . Симметричное армирование . Максимум 0.00 в элементе 0.



см2 0 244 0.252
Площадь арматуры AS3 . Симметричное армирование . Максимум 0.00 в элементе 0.

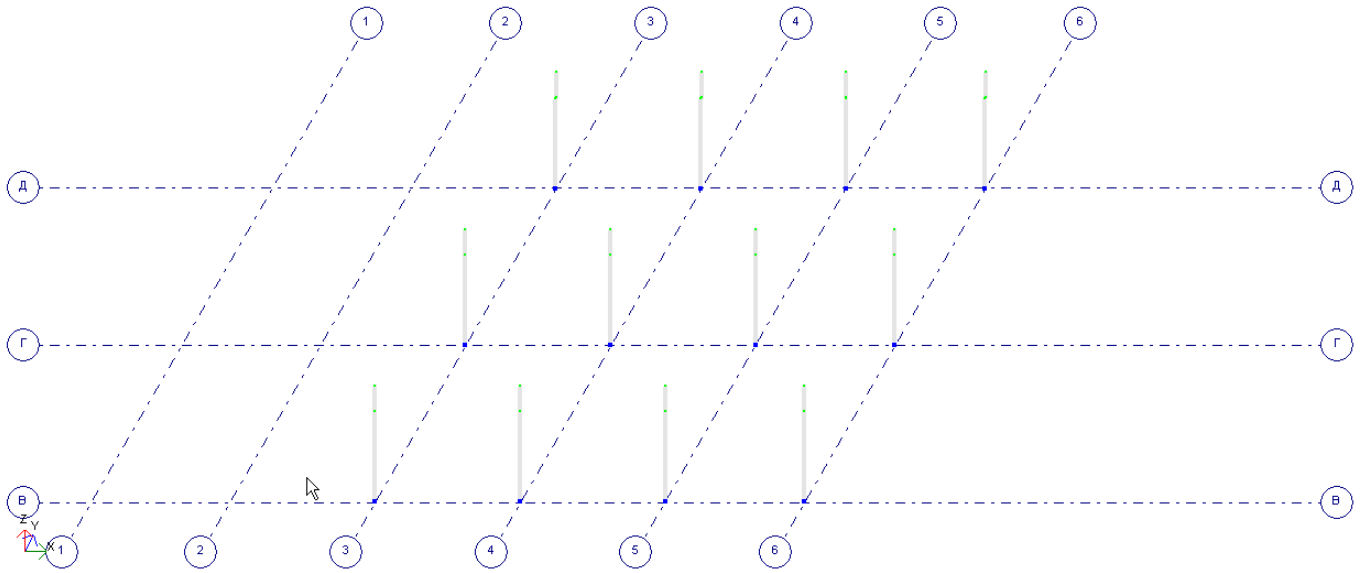


см2 0 s200d4 0.63
Площадь арматуры ASW1 . Шаг 100 см. Симметричное армирование . Максимум 0.51 в элементе 4671.



cm2 0 s200d4 0.63

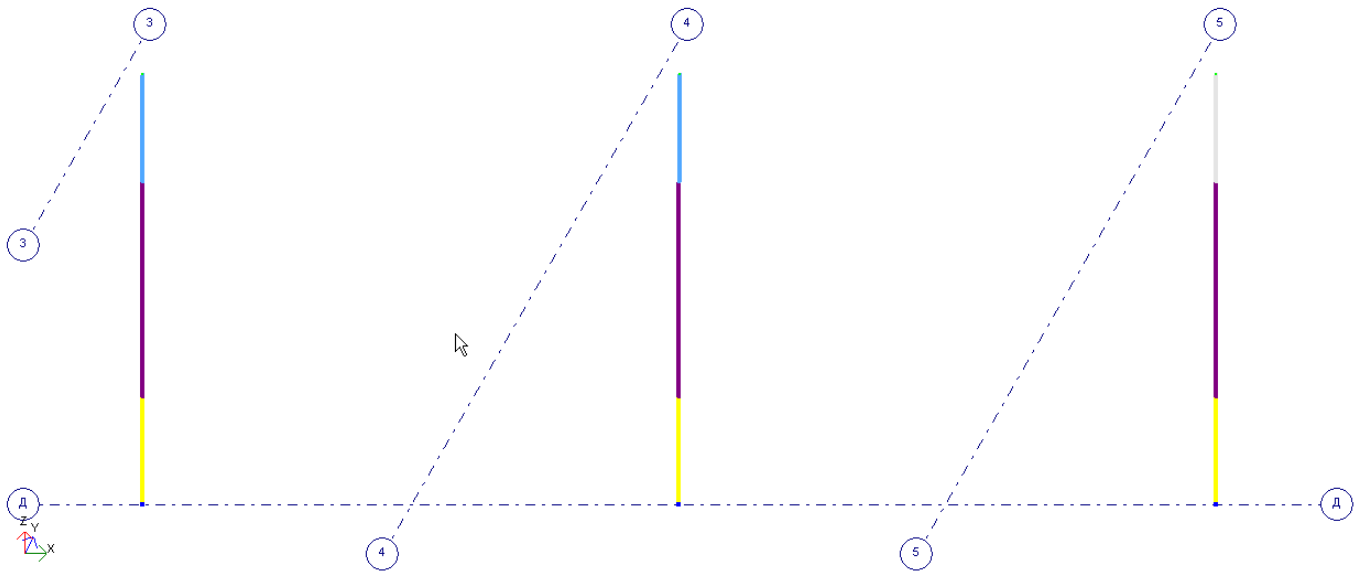
Площадь арматуры ASW2. Шаг 100 см. Симметричное армирование. Максимум 0.57 в элементе 4671.

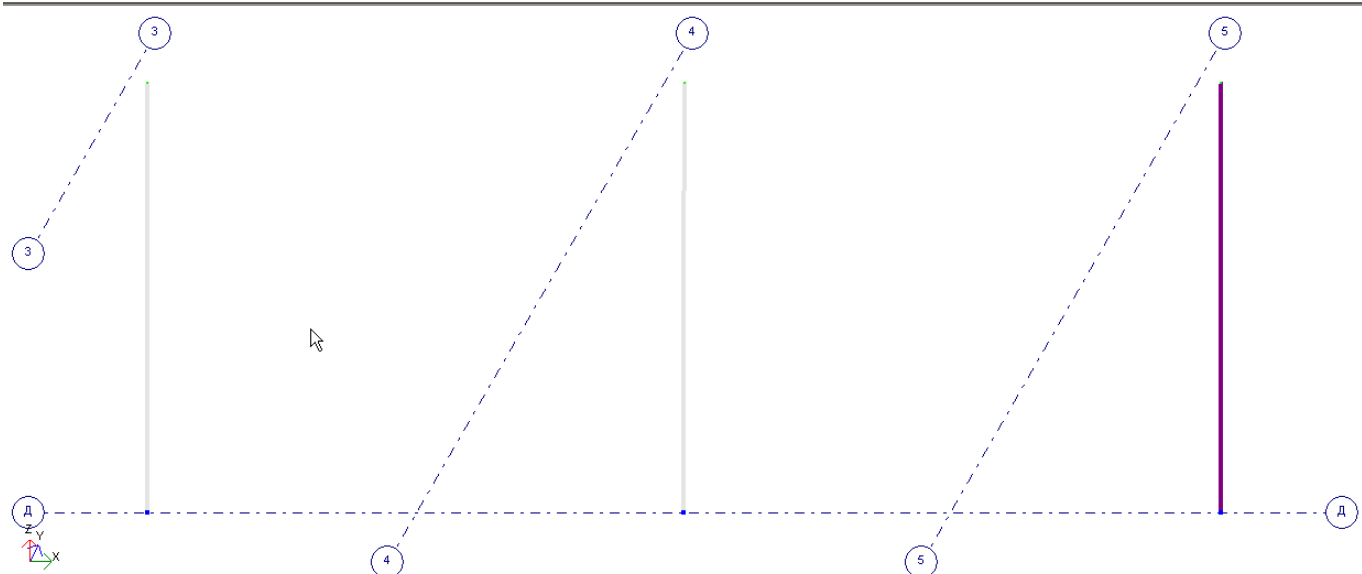
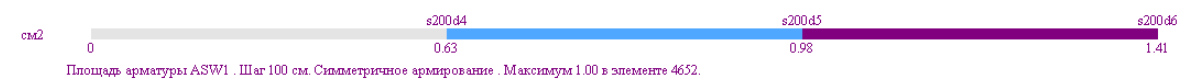
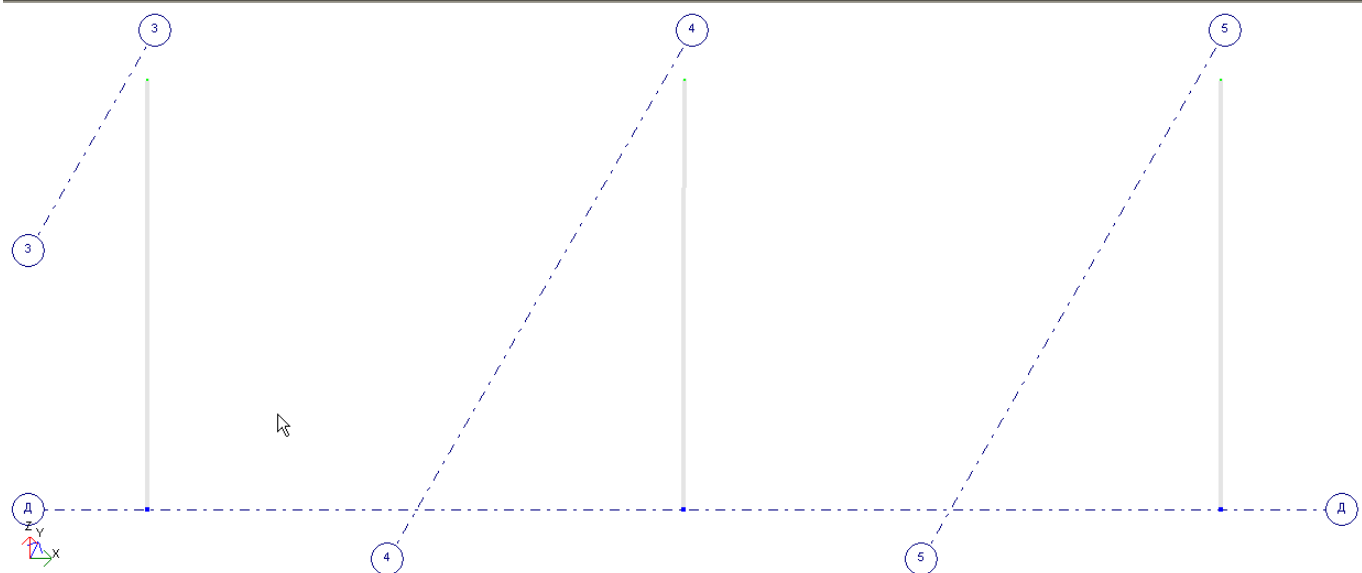
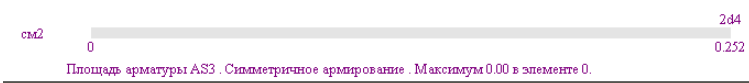
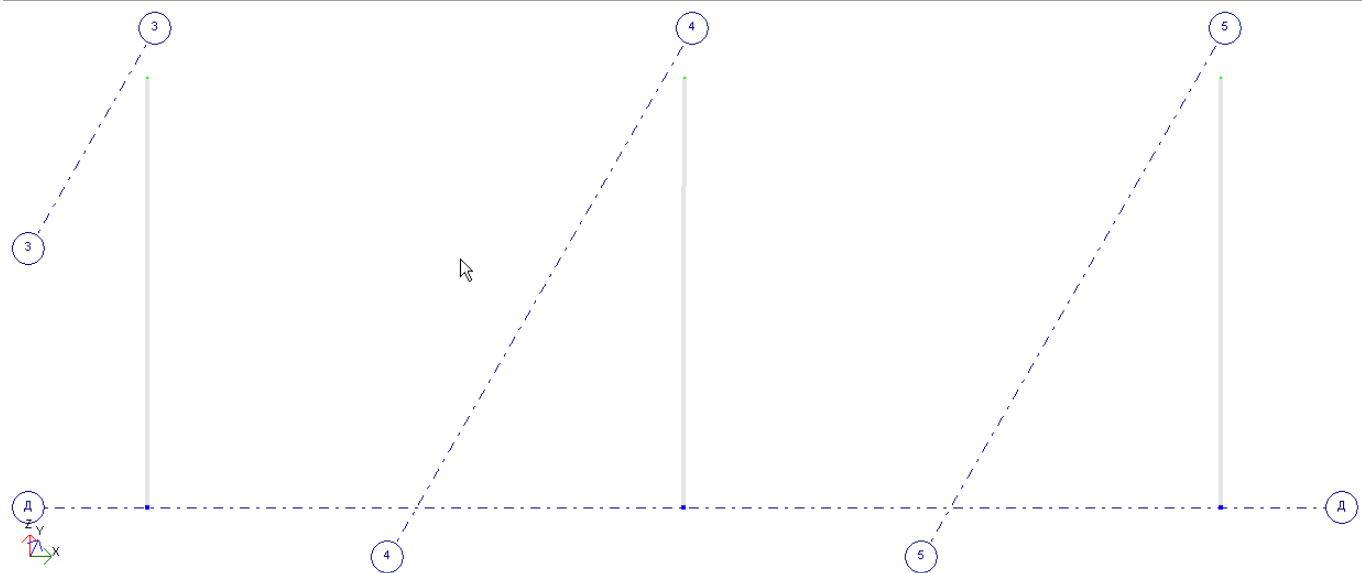
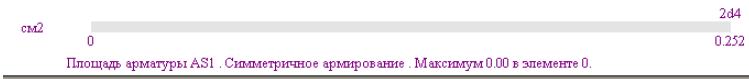


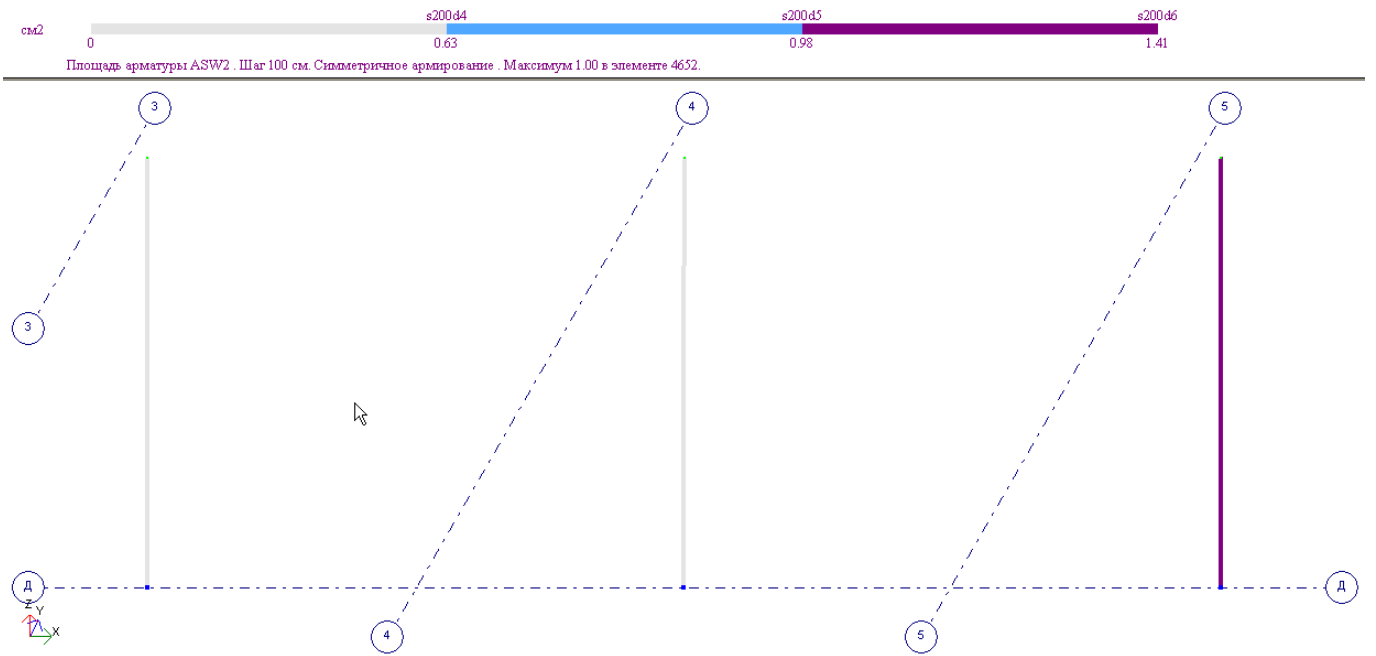
Элементы фахверка 300x300

cm2 0 1d6 0.283 1d8 0.503 1d10 0.785 1d12 1.13 1d14 1.54 1d16 2.01 1d18 2.53 1d20 3.14

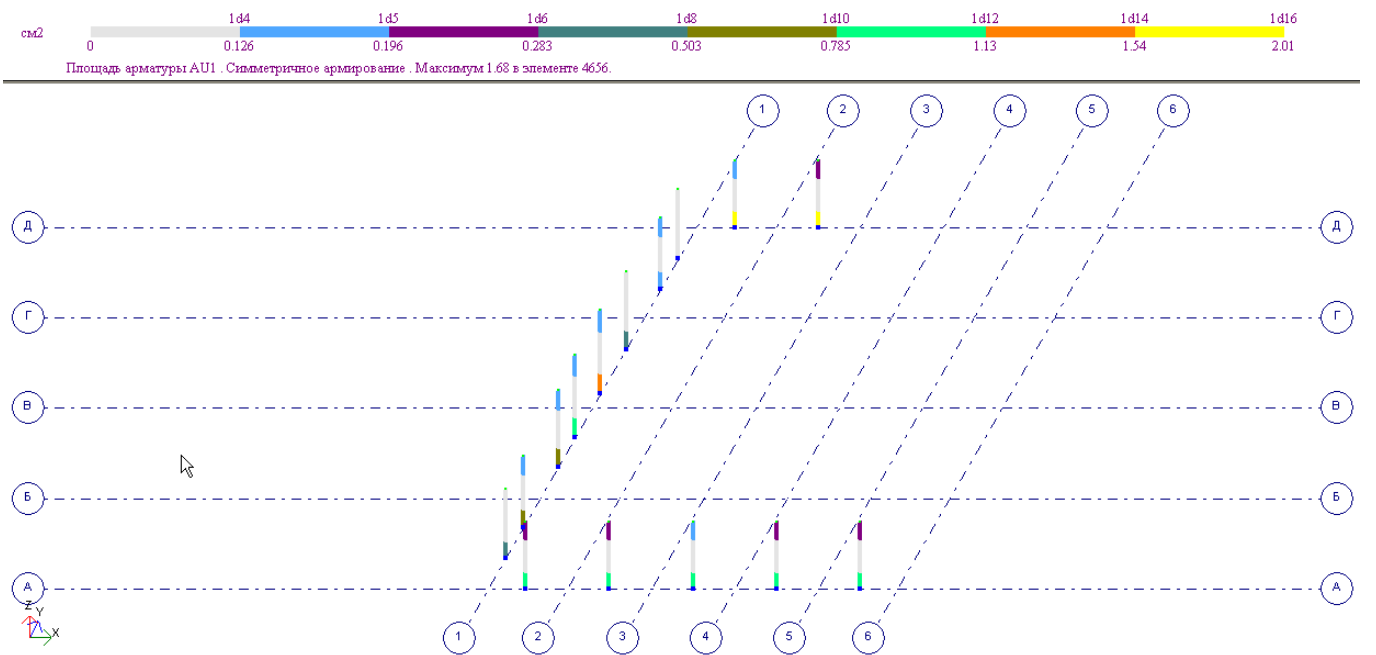
Площадь арматуры AU1. Симметричное армирование. Максимум 2.74 в элементе 4652.

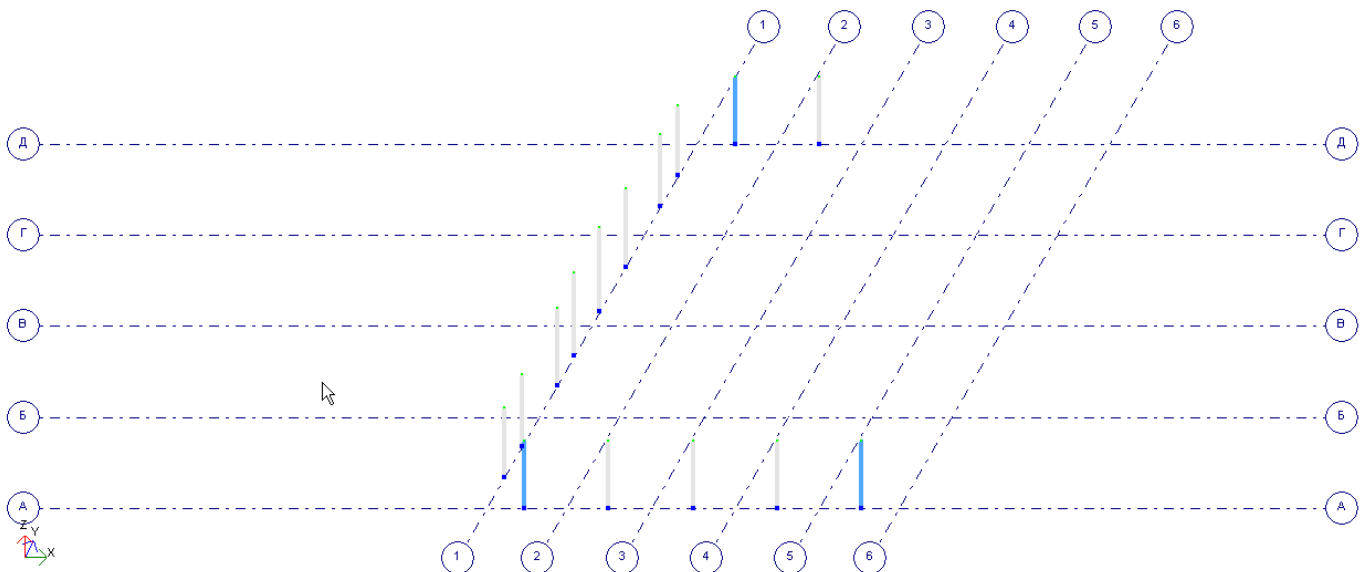
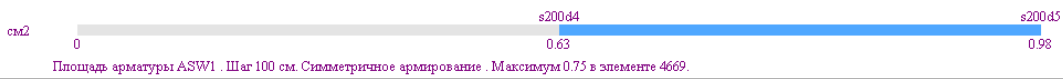
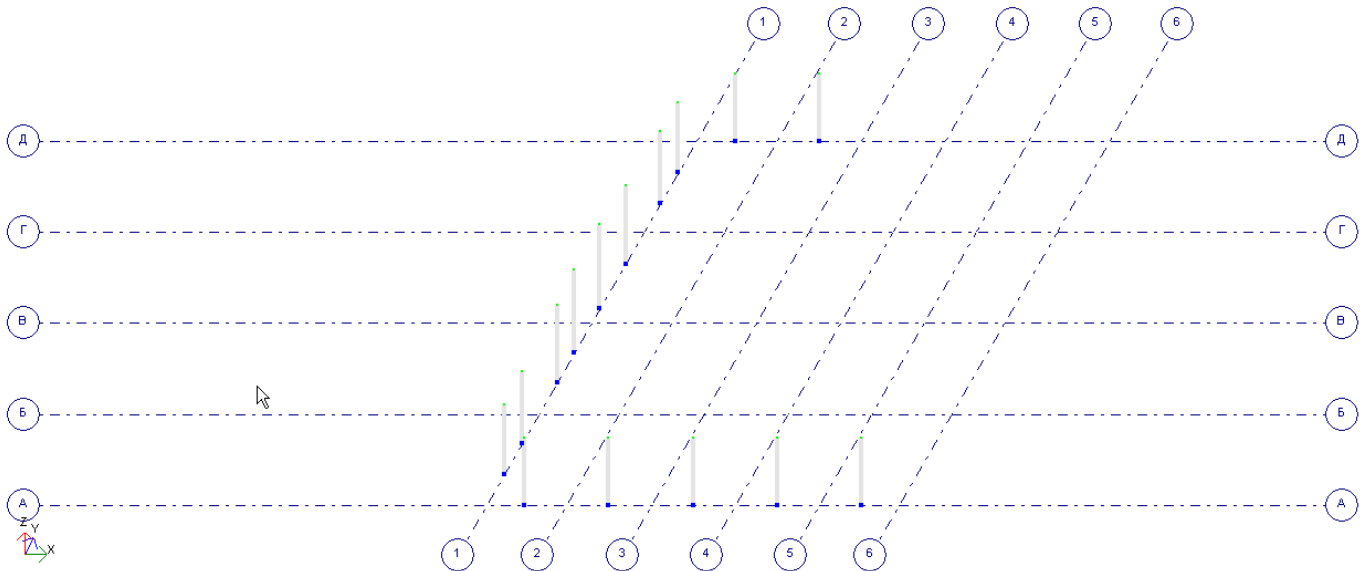
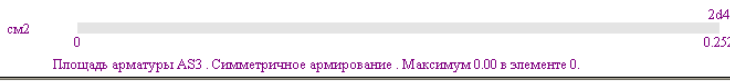
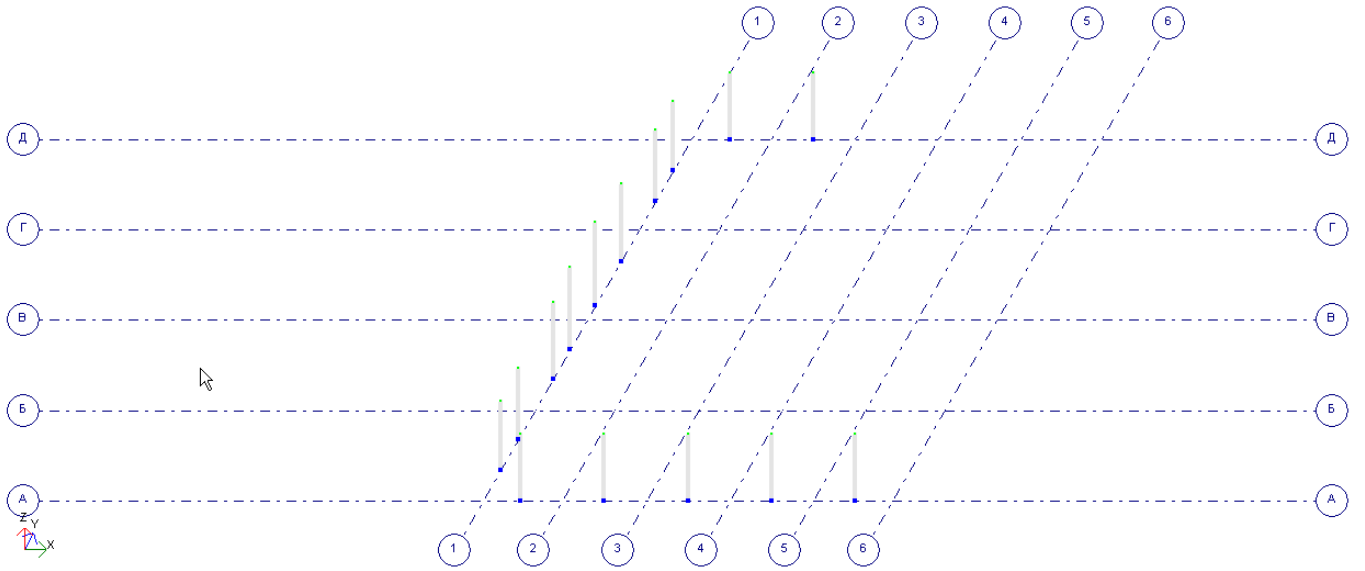
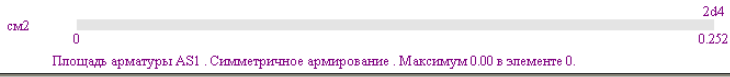


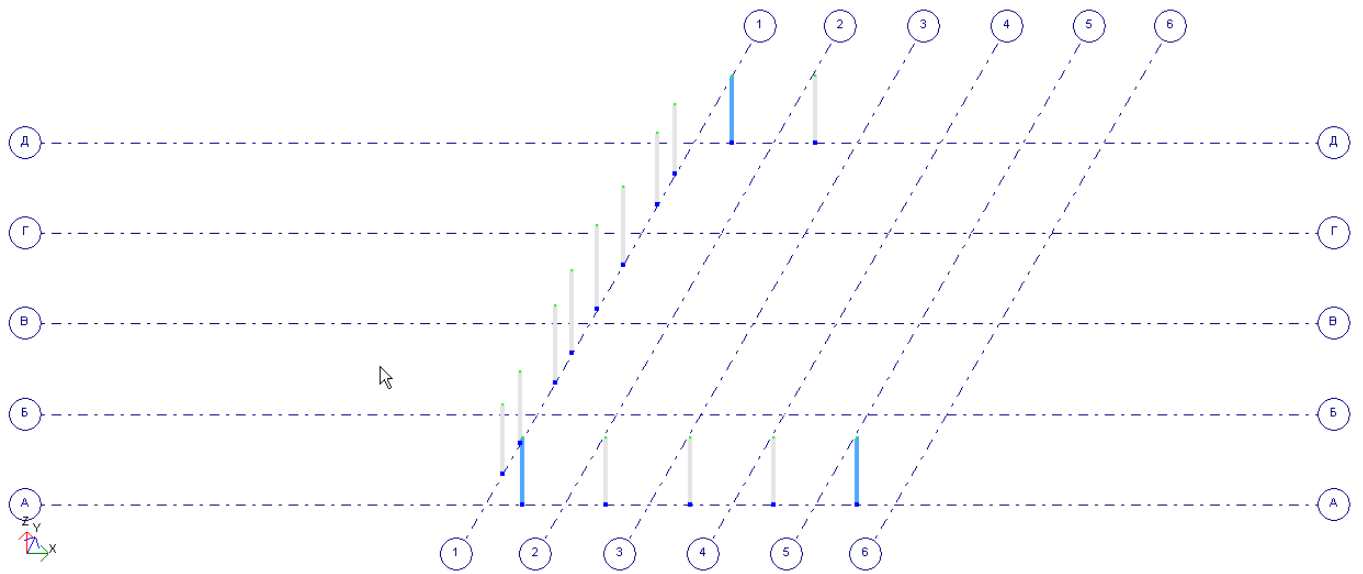




Элементы фахверка 400х400







ДОДАТОК Б. Результати підбору перерізів кроквяних ферм

ЛИРА 9.6 (ЛИР-СТК). ЗАДАЧА СХЕМА, ШИФР СХЕМА. ОСНОВНАЯ СХЕМА.

Фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГУ 1	ГЗ 1	У С	У П	1П С	2П С	М. У	
Сечение: 8. Два уголка 125 x 125 x 8; стыковка 1 см															
Профиль: 125 x 125 x 8; ГОСТ 8509 – 86															
Сталь: ВСтЗГпс5; ГОСТ 380-71*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
627	1		1.55		12	44	25	75	53	0	51	44	75	51	5.81
627	2		1.55		12	44	25	75	53	0	51	44	75	51	5.81
628	1		3.09		24	0	0	52	37	0	0	24	52	0	6.05
628	2		3.09		24	0	0	52	37	0	0	24	52	0	6.05
629	1		3.09		26	0	0	53	37	0	0	26	53	0	6.14
629	2		3.09		26	0	0	53	37	0	0	26	53	0	6.14
630	1		3.09		33	0	0	26	18	0	0	33	26	0	3.01
630	2		3.09		33	0	0	26	18	0	0	33	26	0	3.01
631	1		1.55		11	15	13	39	28	0	60	15	39	60	3.01
631	2		1.55		11	15	13	39	28	0	60	15	39	60	3.01
632	1		1.55		11	16	13	39	28	0	60	16	39	60	3.01
632	2		1.55		11	16	13	39	28	0	60	16	39	60	3.01
633	1		1.55		34	48	41	39	28	0	60	48	39	60	3.01
633	2		1.55		34	48	41	39	28	0	60	48	39	60	3.01
634	1		1.55		34	48	41	39	28	0	60	48	39	60	3.01
634	2		1.55		34	48	41	39	28	0	60	48	39	60	3.01
635	1		3.09		5	0	0	26	18	0	0	5	26	0	3.01
635	2		3.09		5	0	0	26	18	0	0	5	26	0	3.01
645	1		1.55		14	58	31	81	57	0	51	58	81	51	6.25
645	2		1.55		14	58	31	81	57	0	51	58	81	51	6.25
646	1		3.09		7	0	0	52	37	0	0	7	52	0	6.02
646	2		3.09		7	0	0	52	37	0	0	7	52	0	6.02
647	1		1.55		5	18	10	75	53	0	51	18	75	51	5.8
647	2		1.55		5	18	10	75	53	0	51	18	75	51	5.8
648	1		3.09		33	0	0	26	18	0	0	33	26	0	3.01
648	2		3.09		33	0	0	26	18	0	0	33	26	0	3.01
649	1		1.55		5	7	6	39	28	0	60	7	39	60	3.01
649	2		1.55		5	7	6	39	28	0	60	7	39	60	3.01
650	1		1.55		5	6	6	39	28	0	60	6	39	60	3.01
650	2		1.55		5	6	6	39	28	0	60	6	39	60	3.01
651	1		1.55		8	12	10	39	28	0	60	12	39	60	3.01
651	2		1.55		8	12	10	39	28	0	60	12	39	60	3.01
652	1		1.55		8	11	10	39	28	0	60	11	39	60	3.01
652	2		1.55		8	11	10	39	28	0	60	11	39	60	3.01
653	1		3.09		18	0	0	26	18	0	0	18	26	0	3.01
653	2		3.09		18	0	0	26	18	0	0	18	26	0	3.01
654	1		1.55		14	57	31	81	57	0	51	57	81	51	6.25
654	2		1.55		14	57	31	81	57	0	51	57	81	51	6.25
655	1		3.09		7	0	0	52	37	0	0	7	52	0	6.02
655	2		3.09		7	0	0	52	37	0	0	7	52	0	6.02
656	1		1.55		5	18	10	75	53	0	51	18	75	51	5.8
656	2		1.55		5	18	10	75	53	0	51	18	75	51	5.8
657	1		3.09		33	0	0	26	18	0	0	33	26	0	3.01
657	2		3.09		33	0	0	26	18	0	0	33	26	0	3.01

658	1		1.55		5	7	6	39	28	0	60	7	39	60	3.01
658	2		1.55		5	7	6	39	28	0	60	7	39	60	3.01
659	1		1.55		5	6	5	39	28	0	60	6	39	60	3.01
659	2		1.55		5	6	5	39	28	0	60	6	39	60	3.01
660	1		1.55		8	12	10	39	28	0	60	12	39	60	3.01
660	2		1.55		8	12	10	39	28	0	60	12	39	60	3.01
661	1		1.55		8	11	10	39	28	0	60	11	39	60	3.01
661	2		1.55		8	11	10	39	28	0	60	11	39	60	3.01
662	1		3.09		18	0	0	26	18	0	0	18	26	0	3.01
662	2		3.09		18	0	0	26	18	0	0	18	26	0	3.01
663	1		3.09		26	0	0	53	37	0	0	26	53	0	6.13
663	2		3.09		26	0	0	53	37	0	0	26	53	0	6.13
664	1		3.09		24	0	0	52	37	0	0	24	52	0	6.05
664	2		3.09		24	0	0	52	37	0	0	24	52	0	6.05
665	1		1.55		13	48	26	75	53	0	51	48	75	51	5.82
665	2		1.55		13	48	26	75	53	0	51	48	75	51	5.82
666	1		1.55		3	1	1	39	28	0	60	3	39	60	3.01
666	2		1.55		3	1	1	39	28	0	60	3	39	60	3.01
667	1		1.55		34	48	41	39	28	0	60	48	39	60	3.01
667	2		1.55		34	48	41	39	28	0	60	48	39	60	3.01
668	1		1.55		34	48	41	39	28	0	60	48	39	60	3.01
668	2		1.55		34	48	41	39	28	0	60	48	39	60	3.01
669	1		1.55		11	16	13	39	28	0	60	16	39	60	3.01
669	2		1.55		11	16	13	39	28	0	60	16	39	60	3.01
670	1		1.55		11	15	13	39	28	0	60	15	39	60	3.01
670	2		1.55		11	15	13	39	28	0	60	15	39	60	3.01
671	1		3.09		33	0	0	26	18	0	0	33	26	0	3.01
671	2		3.09		33	0	0	26	18	0	0	33	26	0	3.01

Сечение: 9. Два уголка 100 x 100 x 7; стыковка 1 см

Профиль: 100 x 100 x 7; ГОСТ 8509 – 86

Сталь: ВСтЗГпс5; ГОСТ 380-71*

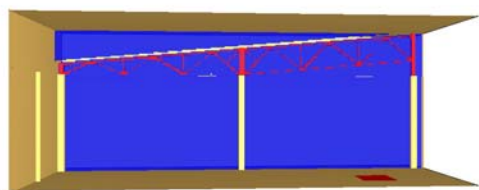
Сортамент: Уголок равнополочный

3500	1		1.23		47	56	52	26	18	0	60	56	26	60	1.62
3500	2		1.23		47	56	52	26	18	0	60	56	26	60	1.62
3501	1		1.23		47	56	52	27	18	0	59	56	27	59	1.64
3501	2		1.23		47	56	52	27	18	0	59	56	27	59	1.64
3502	1		1.23		41	53	47	32	22	0	56	53	32	56	2
3502	2		1.23		41	53	47	32	22	0	56	53	32	56	2
3503	1		1.23		41	54	48	35	24	0	55	54	35	55	2.15
3503	2		1.23		41	54	48	35	24	0	55	54	35	55	2.15
3504	1		1.23		42	53	47	32	22	0	57	53	32	57	1.97
3504	2		1.23		42	53	47	32	22	0	57	53	32	57	1.97
3505	1		1.23		42	51	47	30	21	0	58	51	30	58	1.83
3505	2		1.23		42	51	47	30	21	0	58	51	30	58	1.83
3506	1		1.23		29	36	32	30	21	0	58	36	30	58	1.83
3506	2		1.23		29	36	32	30	21	0	58	36	30	58	1.83
3507	1		1.23		29	37	33	32	22	0	57	37	32	57	1.97
3507	2		1.23		29	37	33	32	22	0	57	37	32	57	1.97
3508	1		1.23		29	37	33	32	22	0	57	37	32	57	1.96
3508	2		1.23		29	37	33	32	22	0	57	37	32	57	1.96
3509	1		1.23		29	36	33	30	21	0	58	36	30	58	1.84
3509	2		1.23		29	36	33	30	21	0	58	36	30	58	1.84
3510	1		1.23		41	51	46	30	20	0	58	51	30	58	1.82
3510	2		1.23		41	51	46	30	20	0	58	51	30	58	1.82
3511	1		1.23		41	53	47	32	22	0	57	53	32	57	1.98
3511	2		1.23		41	53	47	32	22	0	57	53	32	57	1.98
3512	1		1.23		41	54	48	35	24	0	55	54	35	55	2.14
3512	2		1.23		41	54	48	35	24	0	55	54	35	55	2.14

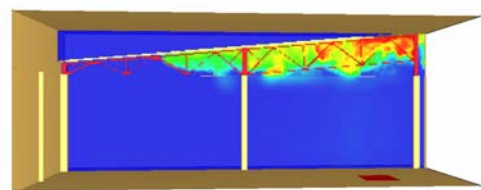
3513	1		1.23		41	53	47	33	23	0	56	53	33	56	2.01
3513	2		1.23		41	53	47	33	23	0	56	53	33	56	2.01
3514	1		1.23		47	56	52	27	18	0	59	56	27	59	1.64
3514	2		1.23		47	56	52	27	18	0	59	56	27	59	1.64
3515	1		1.23		47	55	51	26	18	0	60	55	26	60	1.62
3515	2		1.23		47	55	51	26	18	0	60	55	26	60	1.62
Сечение: 10. Два уголка 75 х 75 х 5; стыковка 1 см															
Профиль: 75 х 75 х 5; ГОСТ 8509 – 86															
Сталь: ВСтЗГпс5; ГОСТ 380-71*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
236	1		0.93		21	27	24	33	22	0	59	27	33	59	1.54
236	2		0.93		21	27	24	33	22	0	59	27	33	59	1.54
239	1		0.93		23	38	29	45	30	0	54	38	45	54	2.07
239	2		0.93		23	38	29	45	30	0	54	38	45	54	2.07
242	1		1.85		0	0	0	30	20	0	0	0	30	0	2.09
242	2		1.85		0	0	0	30	20	0	0	0	30	0	2.09
245	1		1.85		72	0	0	53	36	0	0	72	53	0	3.66
245	2		1.85		72	0	0	53	36	0	0	72	53	0	3.66
248	1		0.93		46	18 0	91	79	53	0	61	18 0	79	61	3.65
248	2		0.93		46	18 0	91	79	53	0	61	18 0	79	61	3.65
251	1		1.85		25	0	0	49	33	0	0	25	49	0	3.38
251	2		1.85		25	0	0	49	33	0	0	25	49	0	3.38
254	1		1.85		21	0	0	49	33	0	0	21	49	0	3.38
254	2		1.85		21	0	0	49	33	0	0	21	49	0	3.38
257	1		1.85		1	0	0	22	15	0	0	1	22	0	1.55
257	2		1.85		1	0	0	22	15	0	0	1	22	0	1.55
260	1		1.85		54	0	0	57	39	0	0	54	57	0	3.97
260	2		1.85		54	0	0	57	39	0	0	54	57	0	3.97
263	1		0.93		19	89	43	86	58	0	57	89	86	57	3.97
263	2		0.93		19	89	43	86	58	0	57	89	86	57	3.97
266	1		0.93		4	17	8	86	58	0	48	17	86	48	3.97
266	2		0.93		4	17	8	86	58	0	48	17	86	48	3.97
269	1		1.85		39	0	0	57	39	0	0	39	57	0	3.97
269	2		1.85		39	0	0	57	39	0	0	39	57	0	3.97
272	1		0.93		23	48	31	56	38	0	50	48	56	50	2.59
272	2		0.93		23	48	31	56	38	0	50	48	56	50	2.59
275	1		0.93		16	33	21	56	38	0	50	33	56	50	2.59
275	2		0.93		16	33	21	56	38	0	50	33	56	50	2.59
278	1		1.85		0	0	0	30	20	0	0	0	30	0	2.1
278	2		1.85		0	0	0	30	20	0	0	0	30	0	2.1
281	1		0.93		0	0	0	41	28	0	55	0	41	55	1.91
281	2		0.93		0	0	0	41	28	0	55	0	41	55	1.91
292	1		0.93		21	27	24	33	22	0	59	27	33	59	1.54
292	2		0.93		21	27	24	33	22	0	59	27	33	59	1.54
295	1		0.93		23	38	29	45	30	0	54	38	45	54	2.07
295	2		0.93		23	38	29	45	30	0	54	38	45	54	2.07
298	1		0.93		0	0	0	45	30	0	54	0	45	54	2.08
298	2		0.93		0	0	0	45	30	0	54	0	45	54	2.08
301	1		1.85		72	0	0	53	36	0	0	72	53	0	3.65
301	2		1.85		72	0	0	53	36	0	0	72	53	0	3.65
304	1		0.93		46	18 1	91	79	54	0	61	18 1	79	61	3.66
304	2		0.93		46	18 1	91	79	54	0	61	18 1	79	61	3.66
307	1		1.85		24	0	0	49	33	0	0	24	49	0	3.38
307	2		1.85		24	0	0	49	33	0	0	24	49	0	3.38
310	1		1.85		21	0	0	49	33	0	0	21	49	0	3.39

310	2		1.85		21	0	0	49	33	0	0	21	49	0	3.39
313	1		1.85		1	0	0	22	15	0	0	1	22	0	1.55
313	2		1.85		1	0	0	22	15	0	0	1	22	0	1.55
316	1		1.85		55	0	0	57	39	0	0	55	57	0	3.97
316	2		1.85		55	0	0	57	39	0	0	55	57	0	3.97
319	1		0.93		19	88	43	86	58	0	57	88	86	57	3.97
319	2		0.93		19	88	43	86	58	0	57	88	86	57	3.97
322	1		0.93		4	17	8	86	58	0	48	17	86	48	3.97
322	2		0.93		4	17	8	86	58	0	48	17	86	48	3.97
325	1		1.85		38	0	0	57	39	0	0	38	57	0	3.97
325	2		1.85		38	0	0	57	39	0	0	38	57	0	3.97
328	1		0.93		16	34	22	56	38	0	50	34	56	50	2.59
328	2		0.93		16	34	22	56	38	0	50	34	56	50	2.59
331	1		0.93		22	48	31	56	38	0	50	48	56	50	2.59
331	2		0.93		22	48	31	56	38	0	50	48	56	50	2.59
334	1		0.93		0	0	0	45	31	0	54	0	45	54	2.09
334	2		0.93		0	0	0	45	31	0	54	0	45	54	2.09
337	1		1.85		0	0	0	28	19	0	0	0	28	0	1.92
337	2		1.85		0	0	0	28	19	0	0	0	28	0	1.92

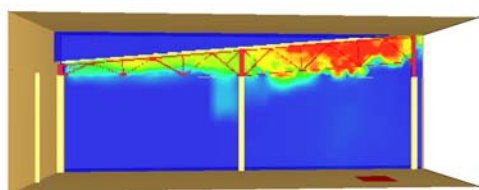
ДОДАТОК В. Розподіл температур в площині встановлення ферм при моделюванні пожежі



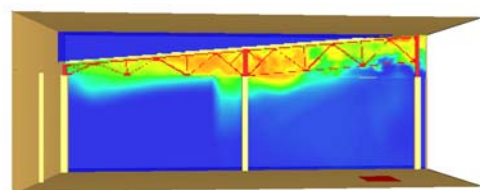
t = 0 c



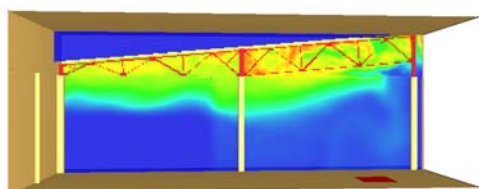
t = 60 c



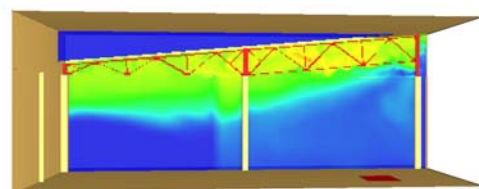
t = 120 c



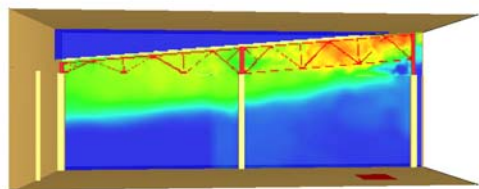
t = 180 c



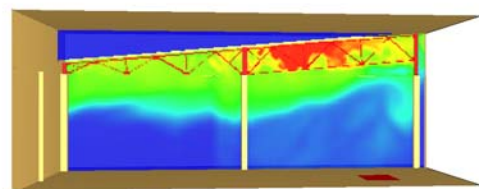
t = 240



t = 300



t = 420 c



t = 600 c



20.0 29.5 39.0 48.5 58.0 67.5 77.0 86.5 96.0 106 115 °C