

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ
ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Пояснювальна записка

До кваліфікаційної роботи бакалавра

**На тему: «Підприємство із переробки відходів в
м. Харкові»**

Виконав студент 4 курсу, групи ПЦБ22-1
спеціальність 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

Петренко Владислав Вячеславович

Керівник

к.т.н., доц. Рюмін Володимир Володимирович

Рецензент

к.т.н., доц. Бутенко Сергій Володимирович

Харків – 2026 р.

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА**
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ
ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівельних
конструкцій

 к.т.н., доц. Спіранде К.В.

« 1 » червня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Петренко Владислав Вячеславович

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво

Тема кваліфікаційної роботи: «Підприємство із переробки відходів в м. Харкові»
затверджена наказом ректора ХНУМГ від « 26 » травня 2026 р. № 447-03

Термін подання завершеної роботи на кафедру « 17 » червня 2026р.

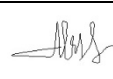
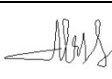
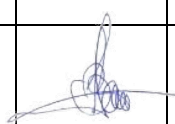
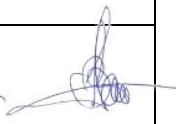
Вихідні дані до кваліфікаційної роботи Місто *будівництва – Харків; Розміри будівлі в плані 24*36 м, крок колон – 6 м, кількість прольотів – 1. Покрівля-профлист по прогонах.*

Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Характеристика району будівництва, об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі, що проектується. Теплотехнічний розрахунок конструкції огороження. Збір навантажень, статичний розрахунок, експертиза поперечних перерізів основних конструкцій (балки, колони), розрахунок окремих вузлів., проектування фундаментів. Вибір монтажного крану, опис процесів монтажу основних конструкцій. Розробка основних питань з охорони праці

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина *Фасад 1-7, розріз 1-1, план на відм. 0.000, план покрівлі;*
- розрахунково-конструктивна частина: *Монтажна схема елементів, схеми зв'язків (стадія КМ); Відправна марка ферми (стадія КМД);*
- основи та фундаменти: *план фундаментів, опалубочне креслення фундаменту, схема армування фундаменту;*
- технологічні рішення та організація будівництва: *Технологічні карти, схема проходок крану.*

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		Завальний О.В., доцент		
2. Розрахунково-конструктивна частина	2.1 Розрахунок підземної частини об'єкта	Александрович В.А., доцент		
	2.2 Розрахунок надземної частини об'єкта	Рюмін В.В., доцент		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		Ватуля Г.Л., професор		
4. Охорона праці		Косенко Н. О., доцент		
Нормоконтроль		Пустовойтова О.М., доцент		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурно-будівельна частина	02.06-04.06.2026	виконано
2.	Розрахунково-конструктивна частина	05.06-12.06.2026	виконано
3.	Технологічні рішення та організація будівництва	13.06-16.05.2026	виконано
4.	Охорона праці	15.06-16.06.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____



к.т.н., доц. Рюмін В.В.

Завдання прийняв до виконання _____



ст. гр. ПЦБ22-1 Петренко В.В.

ЗМІСТ

Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина.....	6
1.1 Вихідні дані	7
1.2 Генеральний план.....	8
1.3 Об'ємно-планувальні рішення.....	9
1.4 Конструктивне рішення.....	10
1.5 Теплотехнічний розрахунок стінової панелі.....	11
Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина.....	13
2.1 Розрахунок підземної частини об'єкта.....	14
2.1.1 Аналіз ґрунтових умов.....	14
2.1.2 Характеристика ґрунтів	14
2.1.3 Розрахунок фундаменту	17
2.1.4 Розрахунок осадки.....	18
2.2 Розрахунок надземної частини об'єкта.....	21
2.2.1 Збір навантажень.....	21
2.2.2 Статичний розрахунок поперечної рами.....	27
2.2.3 Результати експертизи перерізів.....	32
2.2.4 Розрахунок зварних з'єднань елементів ферми.....	42
2.2.5 Розрахунок і проектування вузлів ферми.....	44
Розділ 3 Технологічні рішення та організація будівництва.....	51
3.1 Технологічна карта з монтажу елементів каркаса будівлі.....	52
3.2 Організація та технологія виконання робіт.....	54
3.3 Монтаж колон.....	55
3.4 Монтаж ферм.....	56
3.5 Вибір крана та комплектів машин і механізмів.....	58
3.6 Розрахунок вантажозахоплювального пристосування для монтажу сталевий ферми.....	61
Розділ 4 Охорона праці.....	63
4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні.....	64
4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проектування.....	65

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування.....	67
4.4 Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проектування.....	69
Перелік літератури.....	74

Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина

1.1 Вихідні дані

Об'єкт, що проектується (рис1.1) «Підприємство із переробки відходів» розташовується на території м. Харкова. Відповідно до ДСТУ Н.Б.В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»:

Будівництво здійснюється у І кліматичному районі (м. Харків).

Середня температура повітря за січень – від -5°C до -8°C .

Середня температура повітря за липень – від 18°C до 20°C .

Середня температура повітря за рік – $7,6^{\circ}\text{C}$.

Найхолодніша доба із забезпеченістю 0,92 дорівнює -28°C .

Найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю 0,92 дорівнює -23°C .

Тривалість періоду із середньою добовою температурою $< 8^{\circ}\text{C}$ – 179.

Глибина промерзання ґрунту (характеристичне значення) - 1,1 м.

Рельєф будівельного – схил з перепадом висот в межах ділянки забудови – 1,2 м.

Згідно з ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2 «Навантаження і впливи»:

Сніговий район – 5.

Характеристичне значення снігового навантаження – $1,6 \text{ кН/м}^2$.

Вітровий район – 2.

Характеристичне значення вітрового тиску – $0,45 \text{ кН/м}^2$.

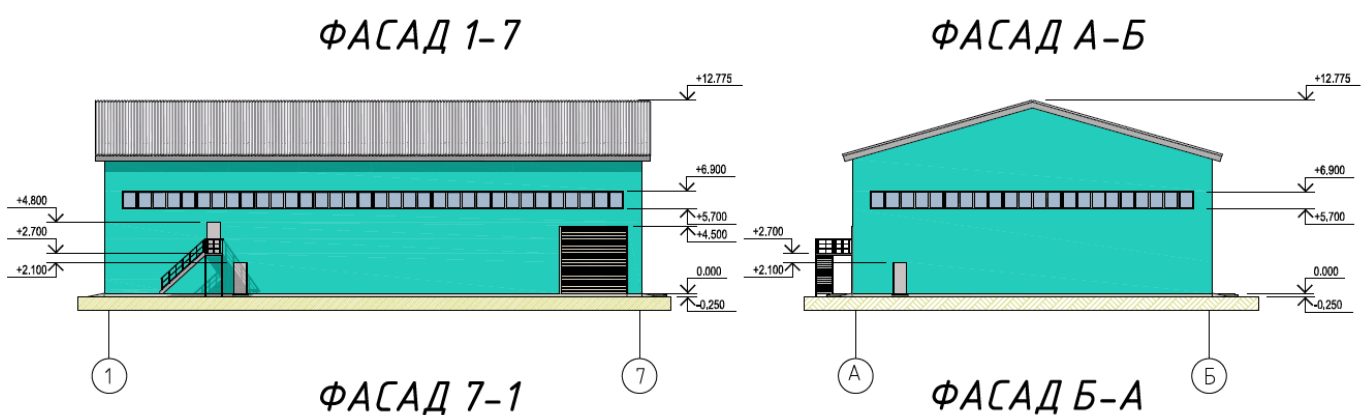


Рисунок 1.1 – Будівля із переробки відходів

1.2 Генеральний план

Генеральним планом будівельного майданчика є територія вільна від забудови. Будівля буде розташована у західній частині екологічного центру; загальна виділена територія має розміри 230×90 м, площа становить 20 700 м². Довга сторона орієнтована з півдня на північ з відхиленням на північний захід у 12 градусів. З півдня, заходу та півночі територія обмежена внутрішньо майданчиковими під'їзними дорогами з твердим асфальтобетонним покриттям, шириною проїжджої частини 6 метрів. В'їзди на майданчик організовані з південного, західного та східного боків.

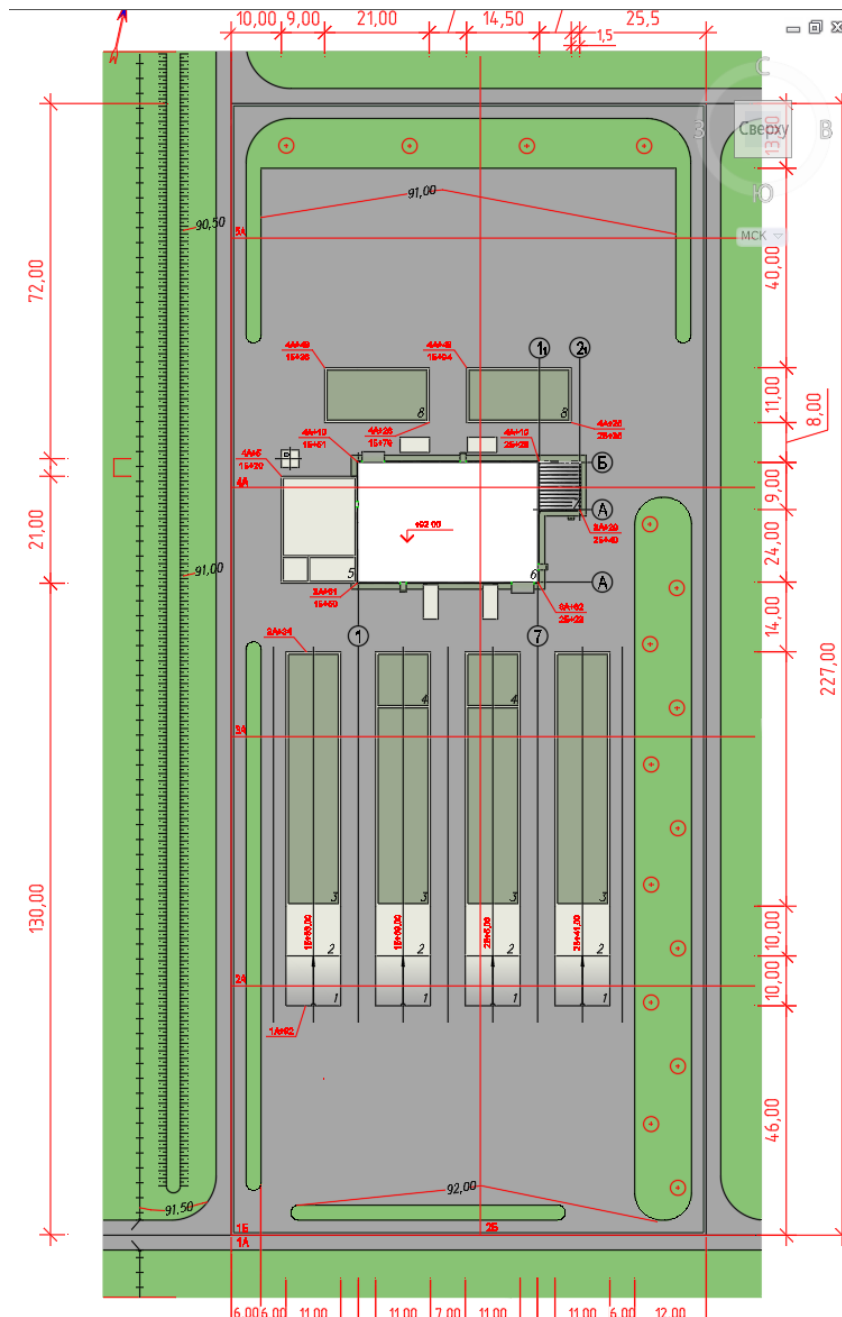


Рисунок 1.2 – Генплан із об'єктом будівництва

Рельєф місцевості спокійний, з рівномірним пониженням місцевості з півдня на північ, загальний перепад висот не перевищує 1,5 метра. Дана площадка була

вирівняна та спланована під час закладення екологічного центру. На території заводу з переробки відходів заплановано облаштувати такі будівлі та споруди:

Секції прийому та тимчасового зберігання твердих відходів, розміри в плані 51x11 метрів, загальна кількість – 4 одиниці, 2 секції розділені перегородкою для організації додаткового об'єму вирівнювання складу бурових відходів перед переробкою. Кожна секція обладнана майданчиком для розвантаження автотранспорту та під'їзними пандусами. Максимальний проектний об'єм зберігання, без урахування об'єму технологічних відсіків для вирівнювання складу відходів – 3600 м³.

Секції прийому та зберігання перероблених відходів, розміри в плані 21x11 метрів, загальна кількість — 2 одиниці. Максимальний проектний об'єм — 800 м³.

Майданчик резервного генератора, розміри в плані 15x21,5 метра, призначений для встановлення резервних генеруючих потужностей із супутнім обладнанням.

Блок підготовки повітря, являє собою блок-контейнерну будівлю, що містить обладнання для підготовки повітряної суміші перед подачею в основну будівлю. Автодороги та проїзди на території заводу спроектовані з твердим асфальтобетонним покриттям на жорсткій щебеневій подушці.

Мінімальна ширина проїздів і доріг прийнята 6; радіуси заокруглення 12 м. Покриття автодоріг та розворотних майданчиків асфальтоване. Максимальні ухили пандусів – не більше 0,07. По периметру територія заводу обрамлена газонами з озелененням.

1.3 Об'ємно-планувальні рішення

Будівля заводу з переробки твердих бурових відходів — одноповерхова, однопролітна, зі сталевим каркасом, безкранова. Корпус будівлі прямокутний, розміри в осях у плані становлять 36x24 м, крок колон — 6 м.

Висота будівлі до нижнього поясу кроквяної ферми 8,4 м, по конику 12,78 м. Для доступу персоналу до будівлі встановлено чотири одностулкові двері розмірами 2,1x1,0 м, для монтажу обладнання та доступу техніки до будівлі передбачено встановлення двох ролетних воріт з розмірами отвору 4,5x4,5 м. Евакуаційні виходи розташовані з кожного боку будівлі. Водопостачання передбачається від мережі виробничого водопроводу екологічного центру, точка врізки розташована з

південного боку ділянки. Проектом передбачено водопостачання будівлі для задоволення виробничих потреб у воді.

Для протипожежних цілей використовується існуюча система протипожежних гідрантів, розташованих по периметру проектованої ділянки з кроком 50 метрів.

Каналізація виробнича у зовнішню мережу.

Опалення – повітряне, електричне.

Вентиляція – припливна та витяжна з механічним приводом.

Гаряче водопостачання – не передбачено.

Електропостачання – основне від центральної трансформаторної підстанції, резервне – від генераторів.

Площа будівлі – 880 м².

1.4 Конструктивні рішення

Будівля, запроєктована з повним сталевим каркасом. Каркас включає сталеві колони, встановлені з кроком 6 м, прив'язка колон – «0» мм. Колони прийнято суцільностінними, постійного перерізу по висоті. Перерізи колон виконані з двотаврових балок з паралельними гранями полиць. Відмітка верху фундаменту для встановлення колон прийнята мінус 0,175 м.

Ширина прольоту будівлі 24 м, конструкції покриття – сталеві трикутні кроквяні ферми, тип опори – шарнірний, тип елементів – парні кутники. Висота ферми в опорній частині 450 мм, у коньковій – 3860 мм.

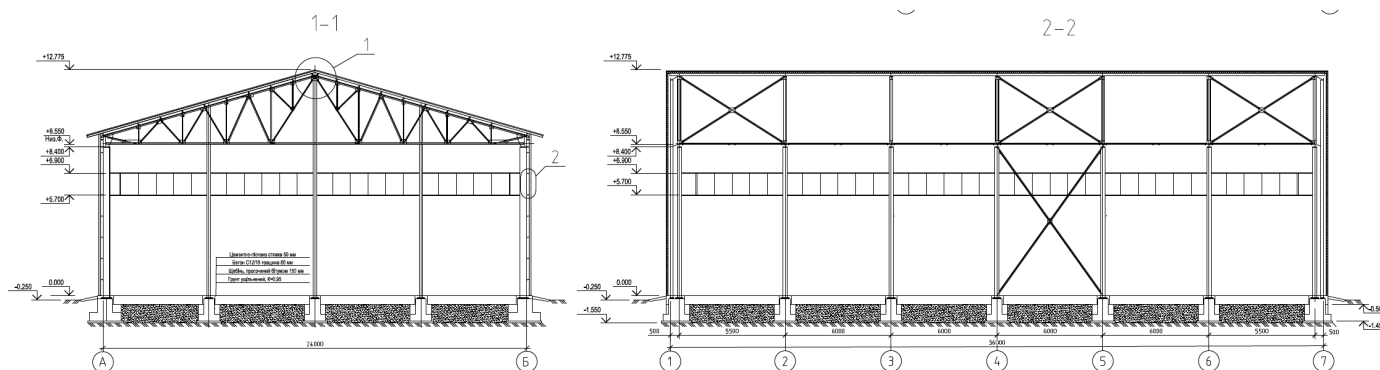


Рисунок 1.3 – Каркас будівлі

Верхні пояси ферм закріплені зв'язками по периметру будівлі на додаток до прогонів з гарячекатаних швелерів, що передають навантаження від покрівельних панелей. Тип застосовуваної покрівлі – покрівельні панелі типу «Сендвіч», що

складаються з шару теплоізоляції товщиною 100 мм, облицьованого сталевими профільованими листами. Водовідведення неорганізоване.

Зв'язки в площині колон в осях 4-5 прийняті хрестоподібні з парних гарячекатаних кутиків. Фундаменти під колони основного каркаса будівлі ФМ-1 — монолітні залізобетонні, стовпчастого типу. Підшва висотою 400 мм. Основа підшви 1,2х1,8 м, підколонник 0,6х0,9 м.

1.5 Теплотехнічний розрахунок стінової панелі

Район будівництва – місто Харків. Відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 територія належить до І зони. Подібне зонування визначає основні вимоги до проектування зовнішніх огорожувальних конструкцій, а також врахування снігового навантаження та середньої температури. Обов'язкова умова проектування теплової оболонки будівлі регламентується вимогами за ДБН В.2.6-31:2021. Опір теплопередачі конструкції R_{Σ} має бути не меншим від мінімального допустимого значення опору $R_{q \min}$

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q, \min}$$

Розраховуємо $R_{q, \min}$ відповідно до параметру D , який знайдемо користуючись наступною формулою:

$$D = \sum_{i=1}^n (R_i \cdot s_i)$$

Величину, яка є відношенням товщини δ шару до коефіцієнта теплопровідності λ його матеріалу, називають *тепловим (термічним) опором шару* R_i і визначають за формулою:

$$R_i = \delta_i / \lambda_i$$

Опір теплопередачі всієї огорожувальної конструкції (термічно однорідної непрозорої) розраховують за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_z} = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_z},$$

де α_e, α_z – коефіцієнти теплообміну (тепловіддачі) внутрішньої і зовнішньої поверхонь конструкції з внутрішнім та зовнішнім повітрям, $Вт/(м^2 \cdot К)$.

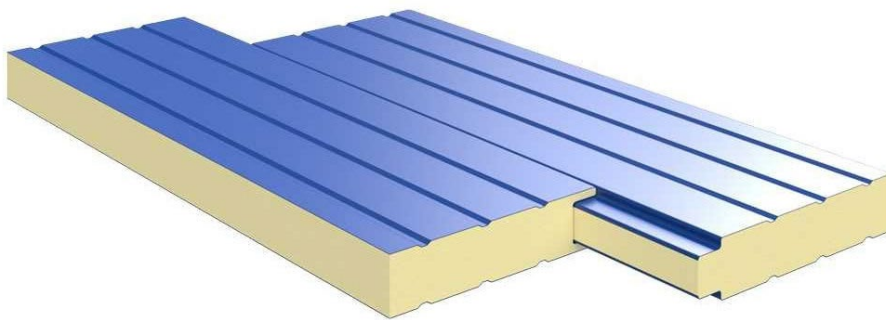


Рисунок 1.4 - Прийнятий тип сендвіч панелі

Таблиця 1.1 – Матеріали сендвич панелі

№ шару	Найменування матеріалу	Товщина шару $\delta, м$	Коефіцієнт теплопровідності, $\lambda, \frac{Вт}{м \cdot К}$	Термічний опір шару $R = \frac{\delta}{\lambda}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	Коефіцієнт теплозасвоєння матеріалу $Вт/(м^2 \cdot К)$
1	Металевий лист	0,001	58	1,03e-5	-
2	Утеплювач	0,15	0,062	2,66	0,3
3	Металевий лист	0,001	58	1,03e-5	-

$$D = \left(\frac{0,15}{0,062} \right) * 0,3 = 0,725$$

$D < 1,5$, відповідно $R_{q \min} = 2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ (за табл. 2 ДБН В. 2.6 –31: 2021)

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} =$$

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{58} + \frac{0,15}{0,062} + \frac{0,001}{58} + \frac{1}{23} = 2,57 > 2,2 - \text{Умова виконується}$$

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}; \alpha_3 = 23 \text{ Вт/м} \cdot \text{К} \text{ (за дод. Е при } \frac{h}{b} < 0.3)$$

Для огорожувальної конструкції стіни прийняті наступні параметри:

Товщина панелі=150мм.;

Розрахункова вага панелі = 22,4 кг/м²;

Підібрані габаритні розміри панелей 6х1,2 м.

Розділ 2

Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Розрахунок підземної частини об'єкта

2.1.1 Аналіз ґрунтових умов

Таблиця 2.1 — Основні характеристики ґрунтів

Номер ґрунту		ІГЕ-1	ІГЕ-2	ІГЕ-3
Характеристика				
Вміст частинок, % за вагою, діаметром, мм	>2	6	-	13
	2-0,5	16	-	53
	0,5-0,25	18	4	7
	0,25-0,1	18	-	19
	0,1-0,05	15	-	6
	0,05-0,005	20	26	2
	<0,005	7	70	-
ρ_s , т/м ³		2,65	2,74	2,64
ρ , т/м ³		1,92	2,1	2,02
w		0,2	0,13	0,18
w_L		0,25	0,31	-
w_p		0,18	0,13	-
K , м/с		1,81	4,11	60,12
ϕ^H		2	22	42
C^H , кПа		6,84	91,07	-
Наявність компресійних випробувань		-	+	-

2.1.2 Характеристика ґрунтів

Ґрунт ІГЕ-1

Ґрунт за кількістю глинистих частинок 7% за масою – супісок. Щільність скелета ґрунту визначимо за формулою

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+w} = \frac{1,92}{1+0,2} = 1,6 \text{ т/м}^3.$$

Коефіцієнт пористості визначимо за формулою

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + w) - 1 = \frac{2,65}{1,92} (1 + 0,2) - 1 = 0,656.$$

Ступінь вологості визначимо за формулою

$$S_R = \frac{w\rho_s}{e\rho_w} = \frac{0,2 \cdot 2,65}{0,656 \cdot 1} = 0,81 > 0,8.$$

Число пластичності визначимо за формулою

$$J_p = w_L - w_p = 0,25 - 0,18 = 0,07.$$

За числом пластичності ґрунт за класифікацією межує з суглинком. Показник текучості визначимо за формулою:

$$J_L = \frac{w - w_p}{w_L - w_p} = \frac{0,2 - 0,18}{0,25 - 0,18} = 0,286.$$

Супісок класифікується як пластичний. За вмістом частинок: зустрічаються частинки розміром понад 2 мм – супісок з великими включеннями мінеральних частинок. За ступенем водопроникності $0,30 < K < 3$ – водопроникний.

Ґрунт ІГЕ-2

Ґрунт за кількістю глинистих частинок 70% за масою – глина. Щільність скелета ґрунту визначимо за формулою:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+w} = \frac{2,1}{1+0,13} = 1,86 \text{ т/м}^3.$$

Коефіцієнт пористості визначимо за формулою

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + w) - 1 = \frac{2,74}{2,1} (1 + 0,13) - 1 = 0,474.$$

Ступінь вологості визначимо за формулою

$$S_R = \frac{w\rho_s}{e\rho_w} = \frac{0,13 \cdot 2,74}{0,474 \cdot 1} = 0,75 < 0,8.$$

Ґрунт має середній ступінь водонасичення. Коефіцієнт пластичності визначимо за формулою:

$$J_p = w_L - w_p = 0,31 - 0,13 = 0,18 > 0,17.$$

За показником пластичності ґрунт класифікується як глина. Показник текучості визначаємо за формулою:

$$J_L = \frac{w - w_p}{w_L - w_p} = \frac{0,13 - 0,13}{0,31 - 0,13} = 0.$$

За показником текучості глина класифікується як напівтверда глина. За вмістом частинок: частинок розміром понад 2 мм немає — глина без великих включень мінеральних частинок.

За показником текучості глина класифікується як напівтверда глина. За вмістом частинок: частинок розміром понад 2 мм немає – глина без великих включень мінеральних частинок.

Грунт ІГЕ-3

У ґрунті переважає фракція 2-0,5, тобто ґрунт можна віднести до піщаних.

Щільність скелета ґрунту визначимо за формулою

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+w} = \frac{2,02}{1+0,18} = 1,71 \text{ т/м}^3$$

Коефіцієнт пористості визначимо за формулою

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + w) - 1 = \frac{2,64}{2,02} (1 + 0,18) - 1 = 0,54.$$

Ступінь вологості визначимо за формулою

$$S_R = \frac{w\rho_s}{e\rho_w} = \frac{0,18 \cdot 2,64}{0,54 \cdot 1} = 0,88 > 0,8.$$

За ступенем вологості ґрунт насичений водою. За вмістом частинок: зустрічаються частинки розміром понад 2 мм – пісок з великими включеннями мінеральних частинок. За ступенем водопроникності $K = 60,12$ пісок дуже сильно водопроникний. Геологічний розріз із зазначенням глибин розташування ґрунтів наведено на рисунку 2.1.

Інженерно-геологічний розріз

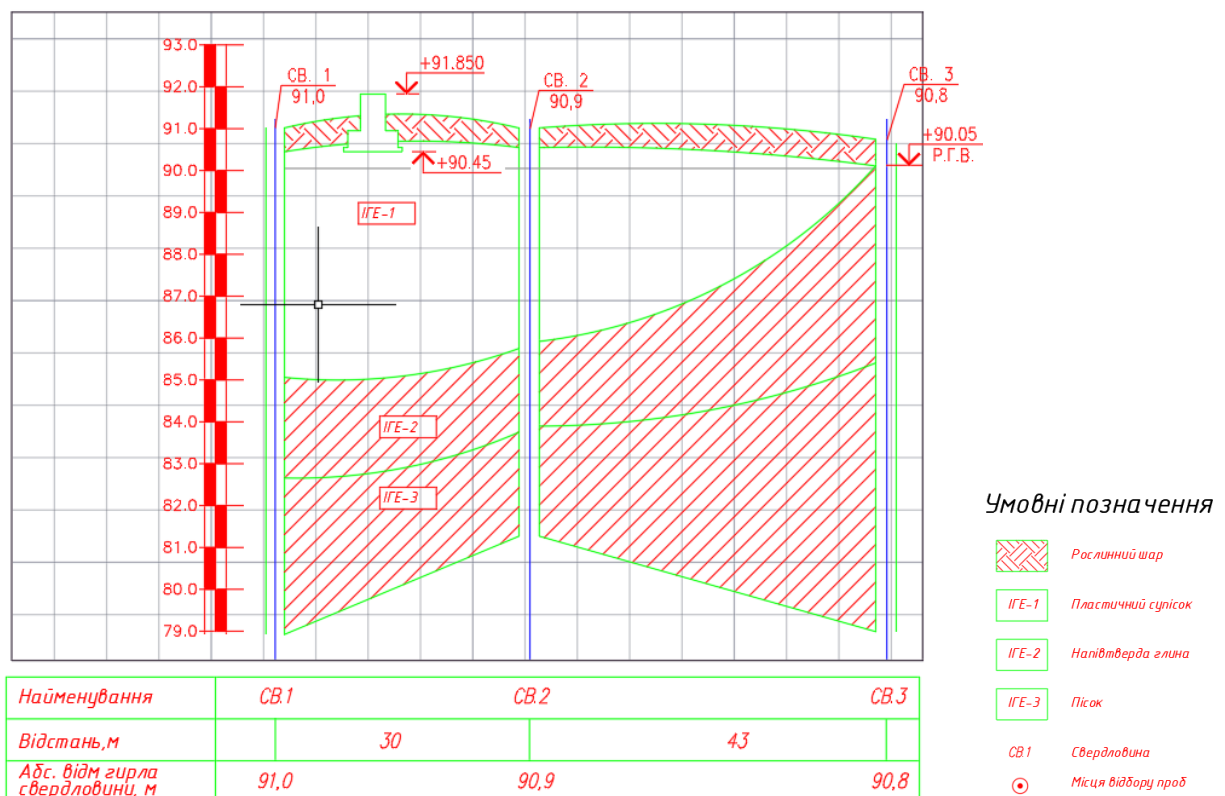


Рисунок 2.1 – Інженерно-геологічний розріз

2.1.3 Розрахунок фундаменту

Діючі навантаження на фундамент: $N = 157,9$ кН, $M = 83,1$ кН, $Q = 26,1$ кН.

Розрахункове навантаження від фундаментної балки отримаємо за формулою:

$$G_3 = 0,3 \cdot 0,5 \cdot 5,3 \cdot 2500 \cdot 9,8 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 20,4 \text{ кН},$$

Для розрахунку основ розрахункове навантаження приймається за формулою:

$$G_3^n = \frac{20,4}{1,1} = 18,5 \text{ кН}.$$

Ексцентриситет прикладання даного навантаження отримаємо за формулою:

$$e_3 = \frac{700}{2} + 0,15 = 500 \text{ мм}.$$

Вагу фундаменту та покриттів на його уступах у першому наближенні приймаємо $N_y = 52,6$ кН, тоді повне зусилля біля підосви фундаменту приймемо за формулою:

$$N_f^n = 52,6 + 157,9 + 18,5 = 229 \text{ кН}.$$

Визначимо моменти на рівні підосви за формулою

$$M_{f1}^n = M - Qh_f - G_3^n e_3 = 83,1 - 26,1 \cdot 1,5 - 18,5 \cdot 0,5 = 42,5 \text{ кНм}.$$

$$e_0 = \frac{M_{f2}^n}{N_{f2}^n} = \frac{42,5}{229} = 0,186 \text{ м}$$

Розрахунковий опір пилувато-глинистого ґрунту спочатку приймемо

$$R_0 = 230 \text{ КПа}.$$

Попередні розміри фундаменту обчислюємо за формулою:

$$b = \frac{N}{2 \cdot R_0 \cdot a} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{24 R_0 e_0 a}{N}} \right) = 1,8 \text{ м},$$

де a – довжина фундаменту, яку в першому наближенні приймаємо рівною $a = 1,2$ метра.

Ширину фундаменту приймемо $b = 1,2$ м.

Розрахунковий опір основи фундаменту отримаємо за формулою:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} (M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c C_{II})$$

де

$$\gamma_{c1} = 1,2 \text{ оскільки } \Pi_L = 0,286; \gamma_{c2} = 1$$

k приймаємо рівним 1,1, оскільки випробування на стискання відсутні;

k_z приймаємо рівним 1;

M_γ, M_q, M_c для кута внутрішнього тертя, який дорівнює 26° , відповідно отримуємо $M_\gamma = 0,84$, $M_q = 4,37$, $M_c = 6,9$;

$\gamma_{II}, \gamma'_{II}$ усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів вище та нижче підшови фундаментів $\gamma'_{II} = 18,86 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^3$; $\gamma_{II} = 20,58 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^3$;

d_1 - глибина закладення фундаменту, 1,5 м;

d_b - глибина підвалу, оскільки підвалу немає, то ;

C_{II} - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, $C_{II} = 6,84 \cdot 10^3 \text{ Па}$.

Розрахунковий опір ґрунту при ширині фундаменту 1,2 метра дорівнює $R = 181,8 \text{ кПа}$.

Геометричні характеристики підшови фундаменту розрахуємо за формулою:

$$W_f = \frac{ba^2}{6} = \frac{1,2 \cdot 1,8^2}{6} = 0,648 \text{ м}^3$$

$$A_f = ab = 1,2 \cdot 1,8 = 2,16 \text{ м}^2$$

Тиск на основу обчислимо за формулою:

$$p = \frac{N_f^n}{A_f} = \frac{229}{2,16} = 106 \text{ кПа} < R = 181,8 \text{ кПа}.$$

Максимальні граничні тиски підшови фундаменту визначимо за формулою:

$$p_{max} = p + \frac{M_{f1}^n}{W_f} = 106 + \frac{42,5}{0,648} = 171,7 \text{ кПа} < 1,2R = 218,2 \text{ кПа}$$

Мінімальні граничні тиски підшови фундаменту визначимо за формулою:

$$p_{min} = p - \frac{M_{f1}^n}{W_f} = 106 - \frac{42,5}{0,648} = 4,0 \text{ кПа} > 0 \text{ кПа}.$$

2.1.4 Розрахунок осадки

Розрахунок проводимо згідно з додатком Д до ДБН В.2.1-10-2009. Осідання окремо стоячого фундаменту визначається з використанням розрахункової схеми у вигляді лінійно-деформованого півпростору методом пошарового підсумовування за формулою Д1:

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{z\gamma,i})h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{z\gamma,i}h_i}{E_{e,i}},$$

Оскільки глибина котловану менше 5.0 м, тому розрахунок осідання виконуємо за формулою:

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zg,i}) h_i}{E_i},$$

Розрахунок фундаментів здійснюється виходячи з умови:

$$S \leq S_u,$$

де S – сукупна деформація фундаменту та споруди, що визначається розрахунком,

S_u – граничне значення сукупної деформації фундаменту та споруди.

Осідання фундаменту розраховуються методом пошарового підсумовування за формулою:

де $\beta=0,8$ – безрозмірний коефіцієнт,

$\sigma_{zp,i}$ – середнє значення додаткового вертикального напруження в i -тому шарі ґрунту, рівне півсумі зазначених напружень на верхній та нижній межі шару;

$\sigma_{zg,i}$ – середнє значення вертикального напруження від власної ваги ґрунту, витягнутого з котловану, в i -тому шарі ґрунту на вертикалі, що проходить через центр підосви, на глибині z від підосви фундаменту.

h_i та E_i – відповідно товщина та модуль деформації шару ґрунту;

n – кількість шарів, на які розбита стислива товща основи.

Вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на межі шару, розташованого на глибині z , від підосви фундаменту визначається за формулою:

$$\sigma_{zg} = \sigma_{zg,0} + \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i = \gamma' \cdot d_n + \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i,$$

де γ – питома вага ґрунту, розташованого вище підосви фундаменту;

γ_i – питома вага та товщина i -го шару ґрунту;

σ_{zg} – вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на рівні підосви фундаменту.

Ширина підосви фундаменту дорівнює 1200 мм, тоді висоту шару ґрунту приймаємо рівною $h_i = (0,2 \dots 0,4) \cdot 1,2 = 0,24 \dots 0,48$ м. Приймаємо $h_i = 0,4$ м.

Модуль деформації ґрунту приймаємо $E=16$ МПа.

Зважувальний вплив води враховується з глибини $z_i=0,4$ метра за формулою:

$$\gamma_i = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + h_i = 0,4 e}$$

Розрахунок наведено у вигляді таблиці. Стиснуту товщу враховуємо тільки в

діапазоні до $0,2\sigma_{zgi} > \sigma_{zpi}$ (z_i від 0 до 3,6). Осідання в даній товщі дорівнює 5,4 мм при допустимому значенні в 12 см, відповідно фундамент може бути застосований.

Таблиця 2.2 — Розрахунок осадки

$Z_i, \text{ м}$	$\frac{2z_i}{b}$	α_i	$\sigma_{zpi} = \alpha_i P_0$ КПа	$\sigma_{zpi}^m = \frac{\sigma_{zpi-1} + \sigma_{zpi}}{2}$ КПа	$\sigma_{zgi} = \gamma_i' d_1 + \sum \gamma_i h_i$ КПа	$0,2\sigma_{zgi}$ КПа	E, МПа	$S_i = 0,8 \frac{\sigma_{zpi}^m h_i}{E_i}$, м
0	0	1	83368		24696	4939	16	
0,4	0,667	0,853	71140,693	77254,347	32928	6586		0,001545
0,8	1,333	0,554	46158,083	61706,215	35531,865	7106		0,001234
1,2	2	0,336	28011,648	44858,931	38135,729	7627		0,000897
1,6	2,667	0,22	18313,171	31586,051	40739,594	8148		0,000632
2,0	3,333	0,15	12505,2	22045,625	43343,459	8668		0,000441
2,4	4	0,108	9003,744	15524,685	45947,324	9189		0,00031
2,8	4,667	0,082	6808,387	11166,536	48551,188	9710		0,000223
3,2	5,333	0,063	5279,973	8223,3	51155,053	10231		0,000164
Σ								5,4 мм

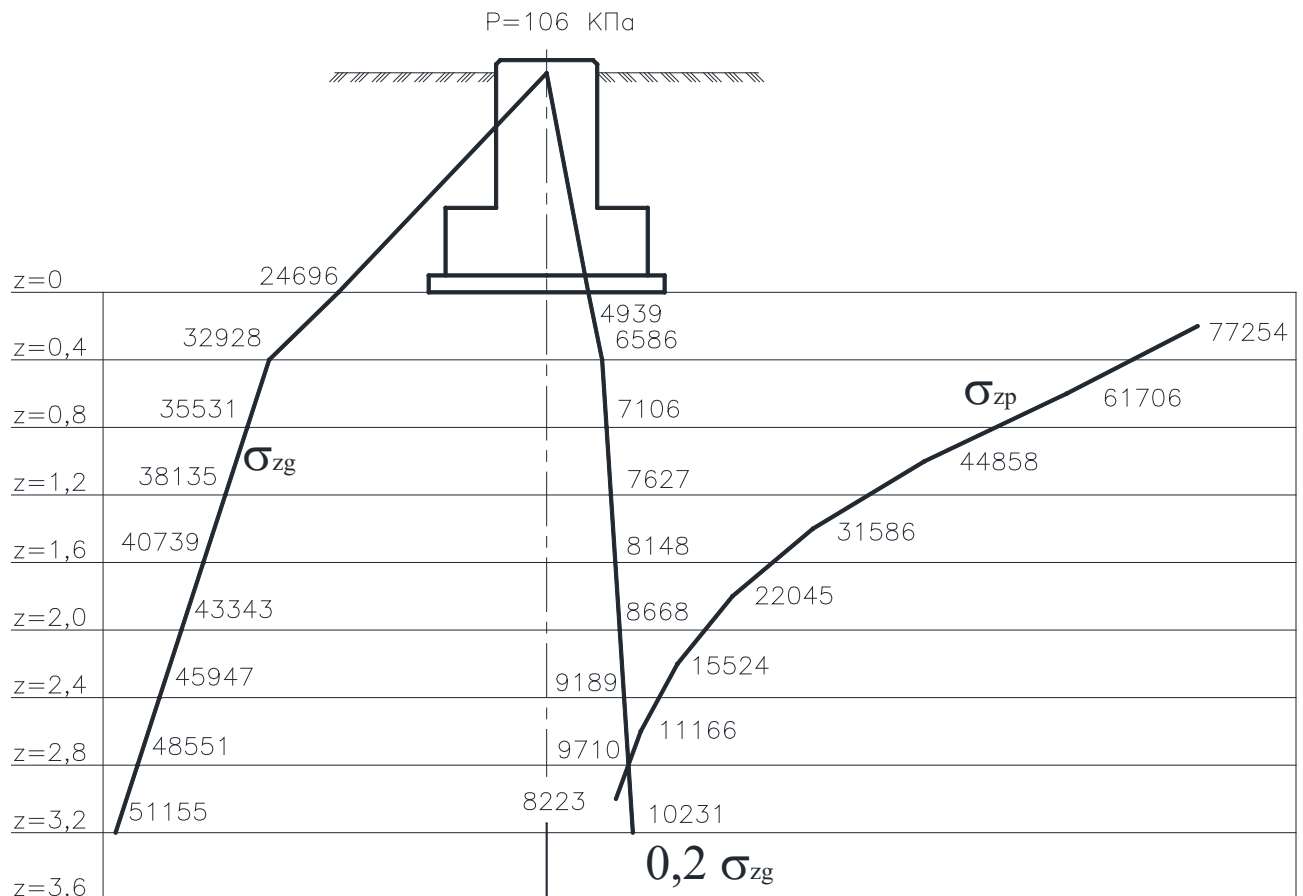


Рисунок 2.2 — Розрахункова схема визначення осідання фундаменту методом пошарового підсумовування

2.2 Розрахунок надземної частини об'єкта

2.2.1 Збір навантажень

Постійні навантаження

Постійні навантаження від власної ваги конструкцій покрівлі на 1 м² горизонтальної поверхні покрівлі визначаємо у табличній формі

Таблиця – Збір постійних навантажень

Найменування	Характеристич. значення $g_n, \text{кПа}$ ($\text{кН} / \text{м}^2$)	γ_{fe} - коеф. надійності за експлуатац. розрахунк. навантаження	Експлуатаційне значення $g_e,$ $\text{кН} / \text{м}^2$	γ_{fn} - коеф. надійності за граничн. розрахунковим навантаження	Розрахункове значення $g_m,$ $\text{кН} / \text{м}^2$
Сендвіч панель	0,224	1	0,224	1,2	0,270
Прогони	0,122	1	0,122	1,05	0,130
Власна вага конструкцій покрівлі (ферми + в'язі)	0,150	1	0,150	1,05	0,160
Всього	0,5				0,560

Інтенсивність лінійно рівномірно розподіленого навантаження на верхній пояс кроквяної ферми при кроці ферм $b = 6$ м та куті нахилу верхнього поясу ферми горизонту 18° становить:

$$q_m = \frac{g_m \cdot b}{\cos 18^\circ} = \frac{0.56 \cdot 6}{0.95} = 3.53 \text{ кН/м}^2$$

Вузлове навантаження $P = 3.53 \cdot 2.5 = 9.0$ кН

На крайні вузли $P_{оп} = 9 \cdot 0.5 = 4.5$ кН

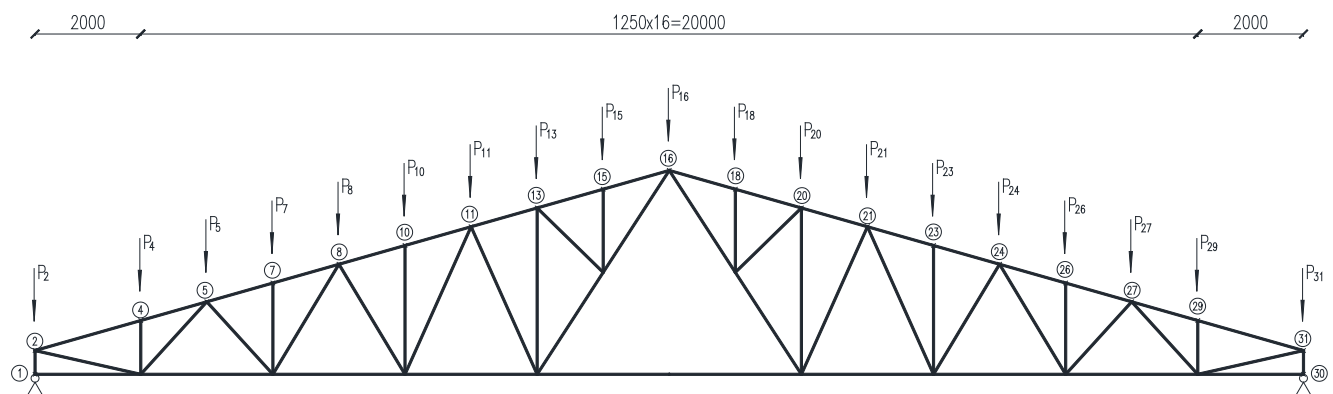
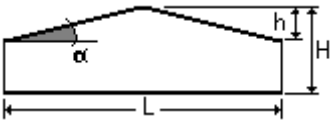
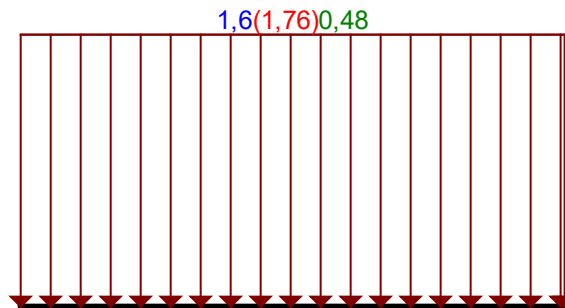


Рисунок 2.3 – Геометрична схема ферми із прикладеним постійним навантаженням у вузлах верхнього поясу

Сніг

Розрахунок виконано за ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2

Параметр	Значення	Одиниці вимірювання
Місцевість		
Сніговий район	5	
Характеристичне значення снігового навантаження	1,6	кПа
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0	км
Будівля		
		
Висота будівлі Н	10	м
Ширина будівлі В	36	м
h	3,899	м
α	18	град
L	24	м
Незаглиблена конструкція з підвищеним тепловиділенням	Ні	
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням γ_{fm}	1,1	
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням γ_{fe}	1	



Одиниці вимірювання : кПа

- Експлуатаційне значення
- Граничне значення
- Квазістале значення

Інтенсивність лінійно рівномірно розподіленого навантаження на верхній пояс кроквяної ферми при кроці ферм $b = 6$ м та куті нахилу верхнього поясу ферми горизонту 18° становить:

$$q_{сн,т} = g_{сн,т} \cdot B \cdot \gamma_n \cdot \cos 18^\circ = 1,76 \cdot 6 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 11 \text{ кН/м}$$

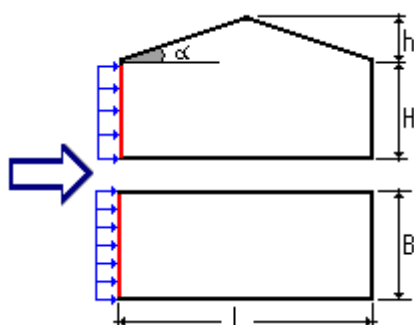
$$\text{Вузлове навантаження } P = 11 \cdot 2,5 = 27,5 \text{ кН}$$

$$\text{На крайні вузли } P_{оп} = 27,5 \cdot 0,5 = 13,75 \text{ кН}$$

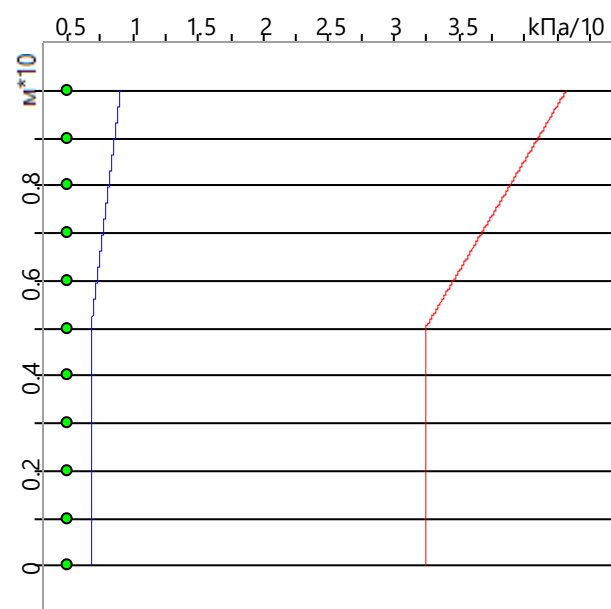
Вітер

Розрахунок виконано за ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2

Вхідні дані	
Вітровий район	2
Характеристичне значення вітрового тиску	0,45 кПа
Тип місцевості	III - приміські та виробничі зони й протяжні лісові масиви
Тип споруди	Однопрогінні будівлі без ліхтарів
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0,1 км



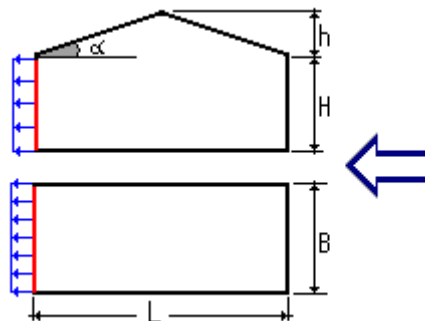
Параметри		
Поверхня		Ліва стіна
Крок сканування		1 м
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням γ_{fm}		1
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням γ_{fe}		0,21
H	10	м
B	36	м
α	18	град
L	24	м



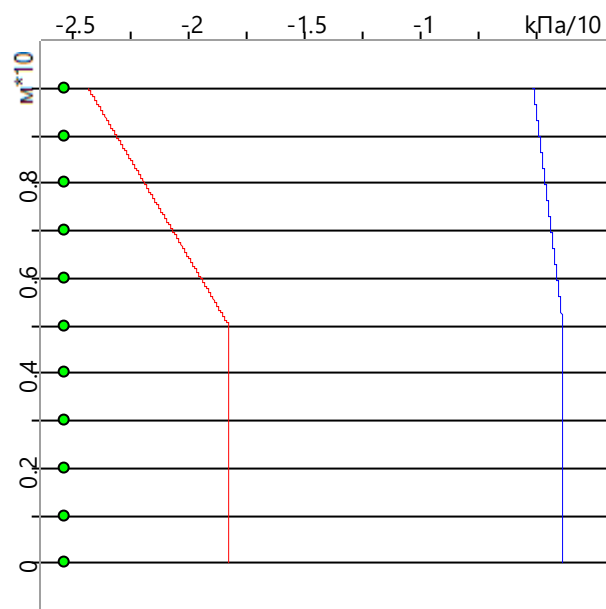
Висота (м)	Експлуатаційне значення (кПа)	Граничне значення (кПа)
0	0,068	0,324
1	0,068	0,324
2	0,068	0,324
3	0,068	0,324
4	0,068	0,324
5	0,068	0,324
6	0,073	0,346
7	0,077	0,367
8	0,082	0,389
9	0,086	0,41
10	0,091	0,432

Розрахунок виконано за ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2

Вхідні дані	
Вітровий район	2
Характеристичне значення вітрового тиску	0,45 кПа
Тип місцевості	III - приміські та виробничі зони й протяжні лісові масиви
Тип споруди	Однопрогінні будівлі без ліхтарів
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0,1 км



Параметри		
Поверхня		Ліва стіна
Крок сканування		1 м
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням γ_{fm}		1
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням γ_{fe}		0,21
H	10	м
B	36	м
α	18	град
L	24	м

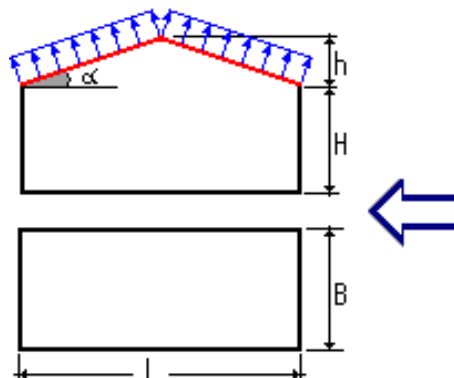


Висота (м)	Експлуатаційне значення (кПа)	Граничне значення (кПа)
0	-0,038	-0,182
1	-0,038	-0,182
2	-0,038	-0,182
3	-0,038	-0,182
4	-0,038	-0,182
5	-0,038	-0,182
6	-0,041	-0,194
7	-0,043	-0,207
8	-0,046	-0,219
9	-0,048	-0,231
10	-0,051	-0,243

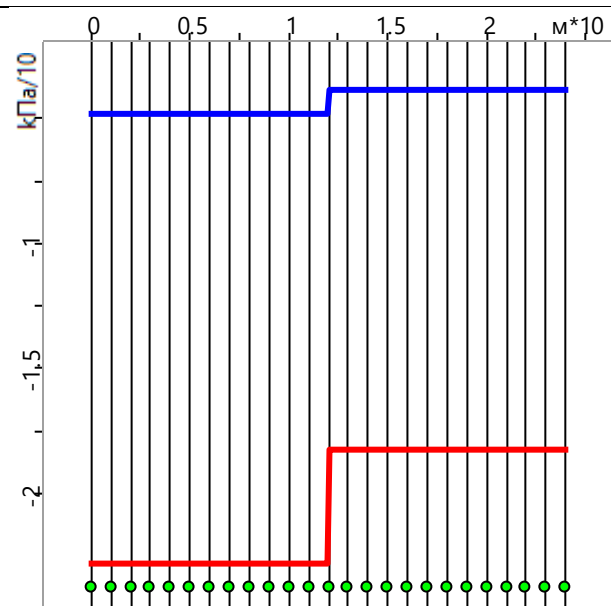
Розрахунок виконано за ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2

Вхідні дані	
Вітровий район	2
Характеристичне значення вітрового тиску	0,45 кПа
Тип місцевості	III - приміські та виробничі зони й протяжні лісові масиви
Тип споруди	Однопрогінні будівлі без ліхтарів
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0,1 км

Вітер на покрівлю



Параметри	
Поверхня	Покрівля
Крок сканування	1 м
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням γ_{fm}	1
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням γ_{fe}	0,21



Відстань від краю покрівлі (м)	Експлуатаційне значення (кПа)	Граничне значення (кПа)
0	-0,048	-0,228
1	-0,048	-0,228
2	-0,048	-0,228
3	-0,048	-0,228
4	-0,048	-0,228
5	-0,048	-0,228
6	-0,048	-0,228
7	-0,048	-0,228
8	-0,048	-0,228
9	-0,048	-0,228
10	-0,048	-0,228
11	-0,048	-0,228
12	-0,038	-0,183
13	-0,038	-0,183
14	-0,038	-0,183
15	-0,038	-0,183
16	-0,038	-0,183
17	-0,038	-0,183
18	-0,038	-0,183
19	-0,038	-0,183
20	-0,038	-0,183
21	-0,038	-0,183
22	-0,038	-0,183
23	-0,038	-0,183
24	-0,038	-0,183

2.2.2 Статичний розрахунок поперечної рами

Розрахунок рами виконуємо у програмному комплексі СКАД ОФФІС. Тип схеми 2. Тип скінченних елементів для колон – 2; для стрижнів ферми – 1. Створена розрахункова схема наведена на рисунку 2.4.

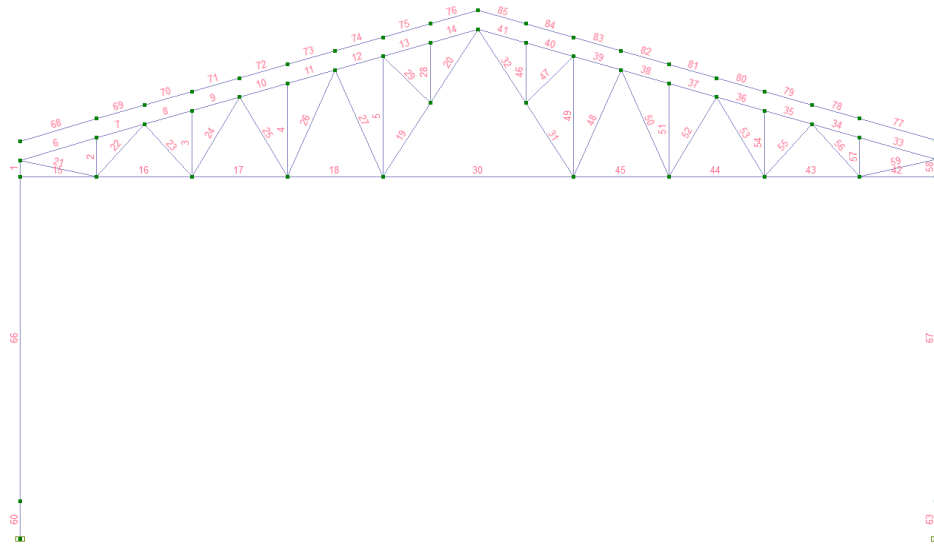


Рисунок 2.4 – розрахункова схема поперечника будівлі

Навантаження на раму

Схеми навантажень на раму наведені на рис 2.5-2.9

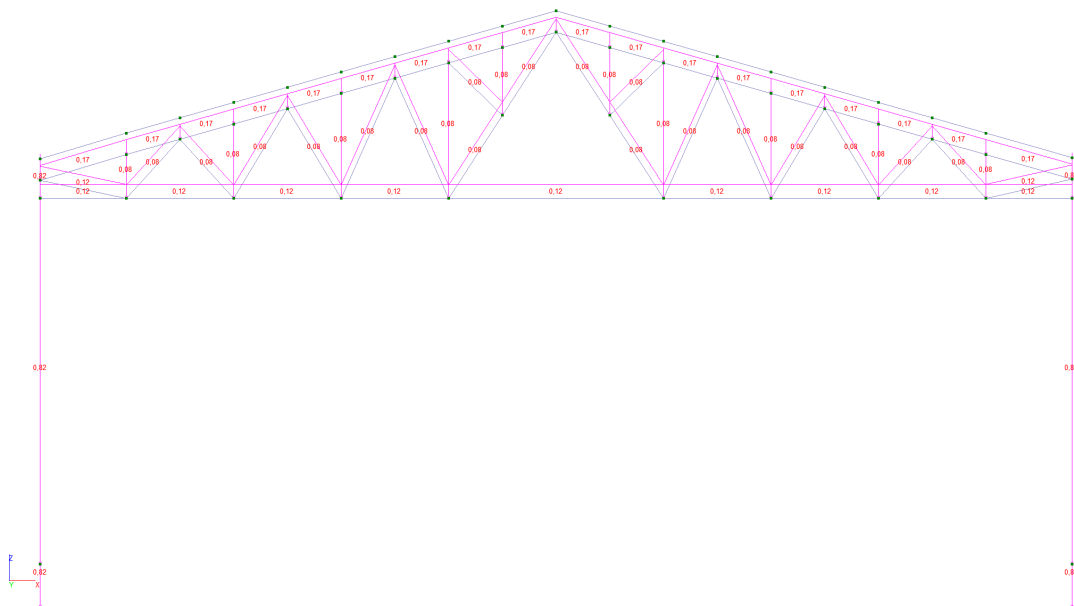


Рисунок 2.5 – Навантаження від власної ваги металевих конструкцій

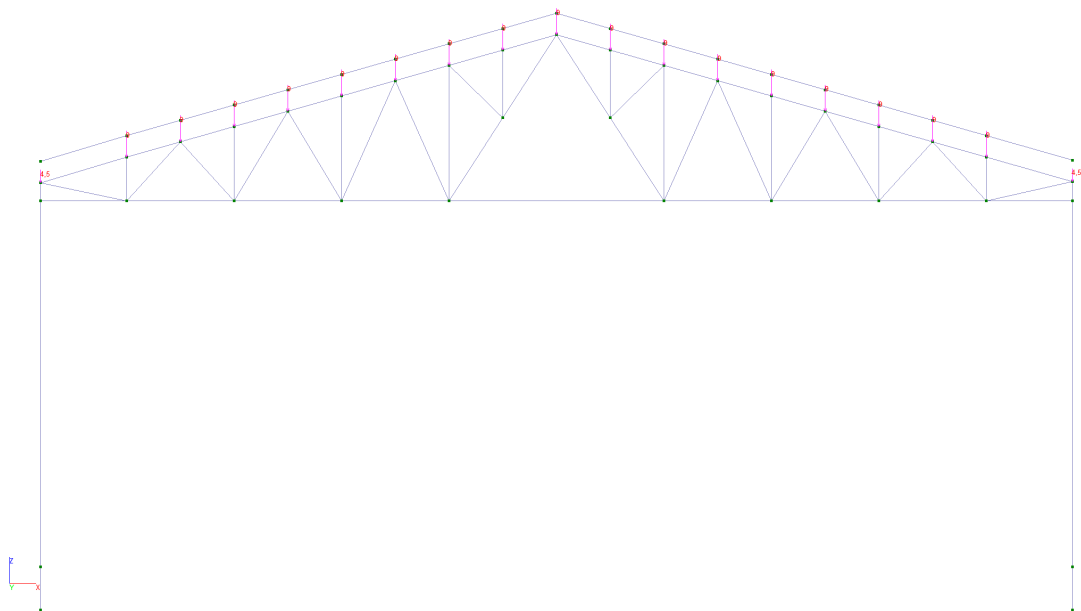


Рисунок 2.6 – Навантаження від власної ваги покрівлі

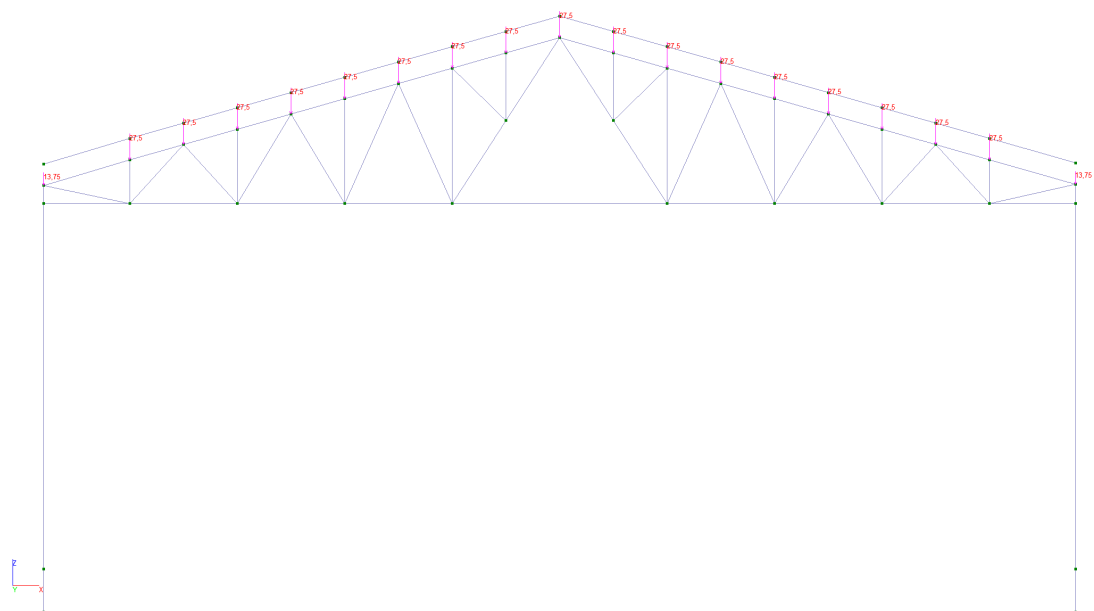


Рисунок 2.7 – Навантаження від снігу

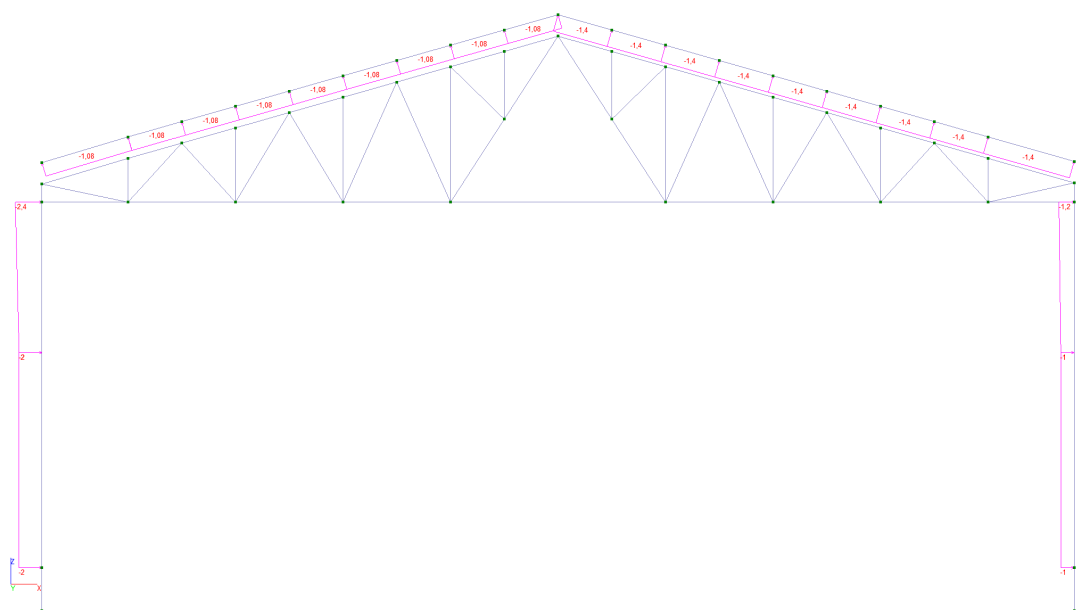


Рисунок 2.8 – Навантаження вітер ліворуч

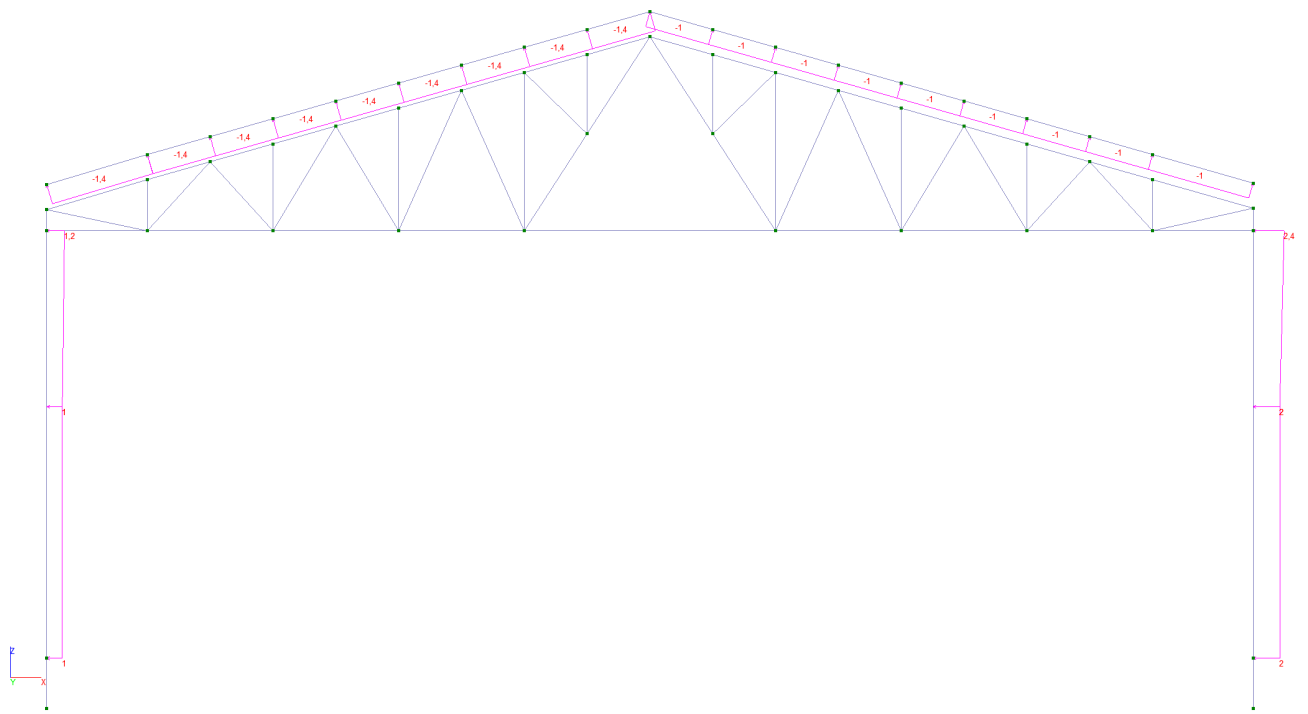


Рисунок 2.9 – Навантаження вітер праворуч

Таблиця - Розрахункові сполучення зусиль

№	Активне заванта ження	Активне заванта ження в РСР	Назва	Тип завантаженн я	Вид навантаженн я	Взаєм овикл юченн я	Коеф. надійнос ті
1	+	+	Власна вага МК	Постійні навантаженн я	Вага металевих конструкцій		1,05
2	+	+	Власна вага покрівлі	Постійні навантаженн я	Вага металевих конструкцій		1,05
3	+	+	Снігове навантаженн я	Короткочасні навантаженн я	Повні снігові навантаженн я		1,4
4	+	+	Вітер ліворуч	Короткочасні навантаженн я	Вітрові навантаженн я	+	1,2
5	+	+	Вітер праворуч	Короткочасні навантаженн я	Вітрові навантаженн я	+	1,2

Взаємовиключення

	Назва	4	5
4	Вітер ліворуч		+
5	Вітер праворуч	+	

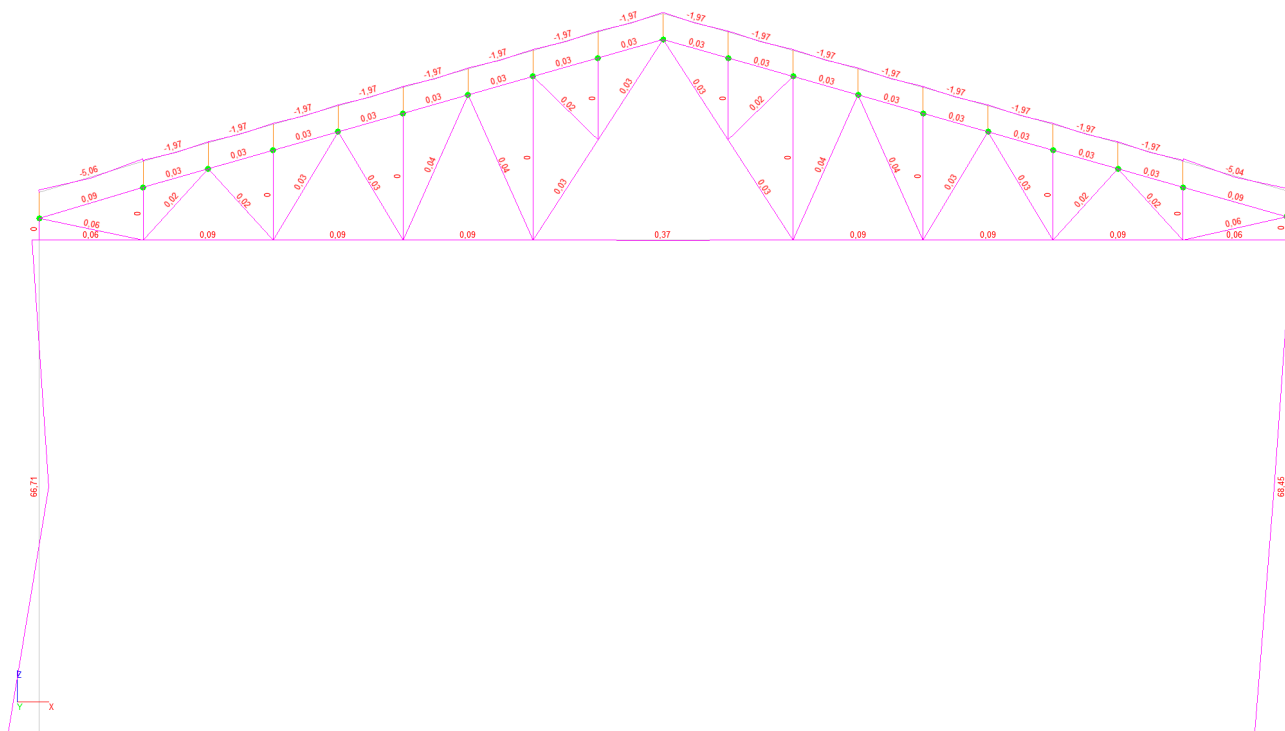


Рисунок 2.11 – Огибающая епюра M ($\text{кН}\cdot\text{м}$),

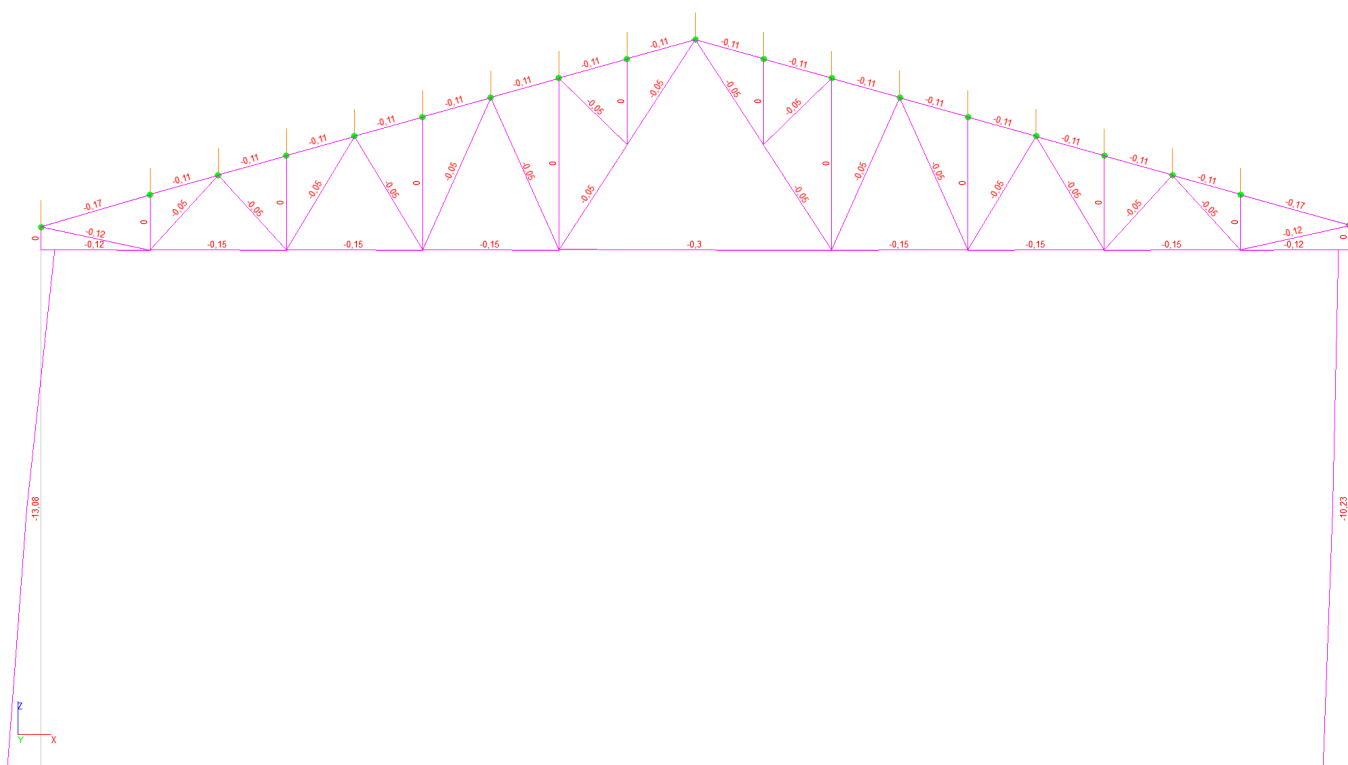
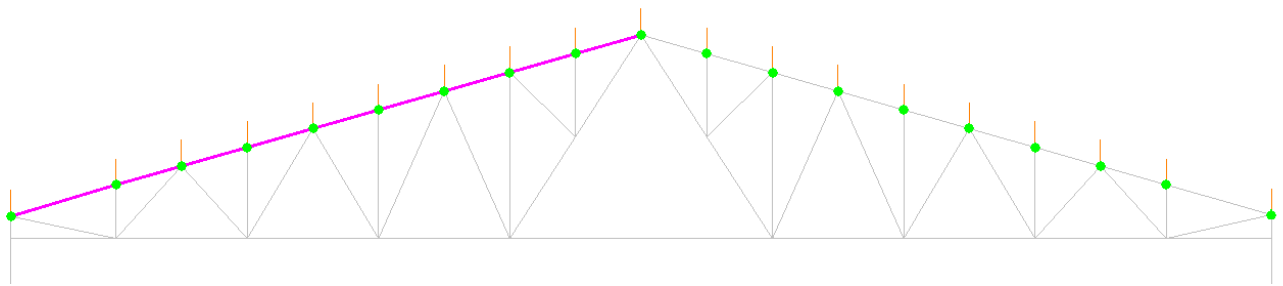


Рисунок 2.12 – Огибающая епюра Q (кН),

2.2.3 Результати експертизи перерізів

Конструктивний елемент Верхній пояс ліворуч



Відстань між точками розкріплення із площини перевищує довжину елемента.

Елементи: 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Елементи: 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Тип елемента: Елемент загального виду

Сталь: C255

Довжина елемента 12,48 м

Гранична гнучкість для стиснених елементів: $180 - 60\alpha$

Гранична гнучкість для розтягнутих елементів: 400

Коефіцієнт умов роботи 1

Кількість закріплень стиснутого пояса в прольоті	Вид навантаження в прольоті	Епюра М	Пояс, до якого прикладене навантаження
Без закріплень	Рівномірно розподілена		Стиснутий

Коефіцієнт надійності з відповідальності 1

Коефіцієнт надійності з відповідальності (аварійний стан) 1

Додаткові коефіцієнти умов роботи	
Розрахунок на міцність за сейсміки	0
Розрахунок на стійкість за сейсміки	0

Непружна робота перерізу не допускається

Розрахункова довжина в площині X_1OZ_1 3 м

Розрахункова довжина в площині X_1OY_1 3 м

Відстань між точками розкріплення із площини згину:

коефіцієнт до геометричної довжини = 3

Тип епюри моментів



Положення навантаження



Відстань між розкріпленнями із площі згину:

коефіцієнт до геометричної довжини = 3

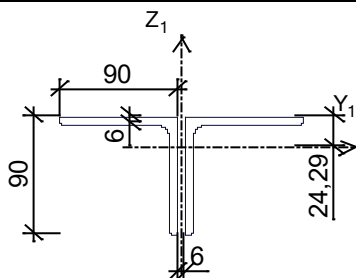
Коефіцієнти розрахункової довжини, що залежать від умов закріплення опорних перерізів:

поворот із площини згину = 1

депланція = 1

Співвідношення кінцевих моментів $\psi = 0$

Переріз

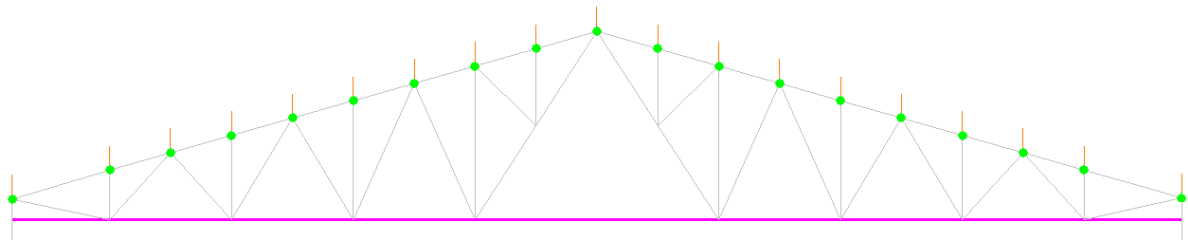


Профіль: Кутик сталевий гарячекатаний рівнополічний за ДСТУ 2251:2018
L90x6

Результати розрахунку	Перевірка	Коефіцієнт використання	Комбінація
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального моменту M_y	0,01	L1+L2+L5
п. 9.2.1	Міцність при дії поперечної сили Q_z	$1,5 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L5
п. 10.1.1	Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	0,41	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOY (XOU)	0,66	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOZ (XOV)	0,94	L1+L2+L3
пп. 10.2.2, 10.2.10	Стійкість у площині дії моменту M_y при позacentровому стискові	0,94	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.2.1	Міцність при центральному стискові/розтягу	0,41	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.1.5, 8.2.2, 8.2.5	Загальна стійкість наскрізного стержня при центральному стискові у площині XOY	0,66	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.1.5, 8.2.2, 8.2.5	Загальна стійкість наскрізного стержня при центральному стискові у площині XOZ	0,41	L1+L2+L3
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOY	0,55	L1+L2+L3
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOZ	0,87	L1+L2+L3
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	0,58	L1+L2+L5

Коефіцієнт використання 0,94 - Стійкість при стискові у площині XOZ (XOV)

Конструктивний елемент Нижній пояс



Елементи: 15 16 17 18 30 42 43 44 45

Тип елемента: Елемент загального виду

Сталь: С255

Довжина елемента 24 м

Гранична гнучкість для стиснених елементів: $180 - 60\alpha$

Гранична гнучкість для розтягнутих елементів: 400

Коефіцієнт умов роботи 1

Кількість закріплень стиснутого пояса в прольоті	Вид навантаження в прольоті	Епюра М	Пояс, до якого прикладене навантаження
Без закріплень	Рівномірно розподілена		Стиснутий

Коефіцієнт надійності з відповідальності 1

Коефіцієнт надійності з відповідальності (аварійний стан) 1

Додаткові коефіцієнти умов роботи	
Розрахунок на міцність за сейсміки	0
Розрахунок на стійкість за сейсміки	0

Непружна робота перерізу не допускається

Розрахункова довжина в площині X_1OZ_1 1,5 м

Розрахункова довжина в площині X_1OY_1 3 м

Відстань між точками розкріплення із площини згину:

відстань = 3 м

Тип епюри моментів



Положення навантаження



Відстань між розкріпленнями із площі згину:

відстань = 3 м

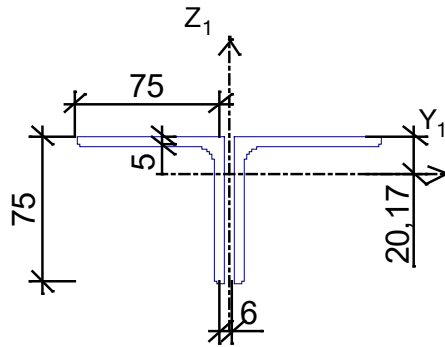
Коефіцієнти розрахункової довжини, що залежать від умов закріплення опорних перерізів:

поворот із площини згину = 1

депланція = 1

Співвідношення кінцевих моментів $\psi = 0$

Переріз

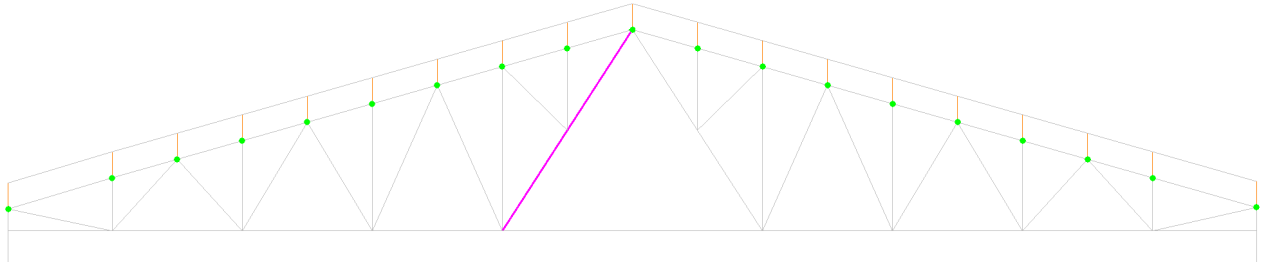


Профіль: Кутик сталевий гарячекатаний рівнополичний за ДСТУ 2251:2018 L75x5

Результати розрахунку	Перевірка	Коефіцієнт використання	Комбінація
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального моменту M_y	0,1	L1+L2+L3
п. 9.2.1	Міцність при дії поперечної сили Q_z	$3,76 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3
п. 10.1.1	Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	0,59	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOY (XOU)	0,01	L1+L2+0.9*L3+L4
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOZ (XOV)	0,01	L1+L2+0.9*L3+L4
пп. 10.2.2, 10.2.10	Стійкість у площині дії моменту M_y при позацентровому стискові	0,02	L1+L2+0.9*L3+L4
пп. 8.1.3, 8.2.1	Міцність при центральному стискові/розтягу	0,56	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.1.5, 8.2.2, 8.2.5	Загальна стійкість наскрізного стержня при центральному стискові у площині XOY	0,01	L1+L2+0.9*L3+L4
пп. 8.1.3, 8.1.5, 8.2.2, 8.2.5	Загальна стійкість наскрізного стержня при центральному стискові у площині XOZ	0,01	L1+L2+0.9*L3+L4
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOY	0,61	L1+L2
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOZ	0,43	L1+L2
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	0,63	L1+L2

Коефіцієнт використання 0,63 - Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості

Конструктивний елемент Середній розкос ліворуч



Елементи: 19 20

Тип елемента: Елемент загального виду

Сталь: С255

Довжина елемента 4,6 м

Гранична гнучкість для стиснених елементів: $220 - 40\alpha$

Гранична гнучкість для розтягнутих елементів: 300

Коефіцієнт умов роботи 0,8

Кількість закріплень стиснутого пояса в прольоті	Вид навантаження в прольоті	Епюра М	Пояс, до якого прикладене навантаження
Без закріплень	Рівномірно розподілена		Стиснутий

Коефіцієнт надійності з відповідальності 1

Коефіцієнт надійності з відповідальності (аварійний стан) 1

Додаткові коефіцієнти умов роботи	
Розрахунок на міцність за сейсміки	0
Розрахунок на стійкість за сейсміки	0

Непружна робота перерізу не допускається

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині X_1OZ_1 1

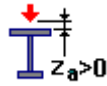
Коефіцієнт розрахункової довжини в площині X_1OY_1 1

Відстань між точками розкріплення із площини згину:
коефіцієнт до геометричної довжини = 1

Тип епюри моментів



Положення навантаження



Відстань між розкріпленнями із площі згину:

коефіцієнт до геометричної довжини = 1

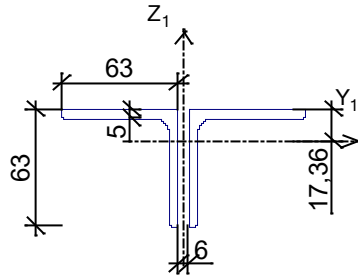
Коефіцієнти розрахункової довжини, що залежать від умов закріплення опорних перерізів:

поворот із площини згину = 1

депланція = 1

Співвідношення кінцевих моментів $\psi = 0$

Переріз

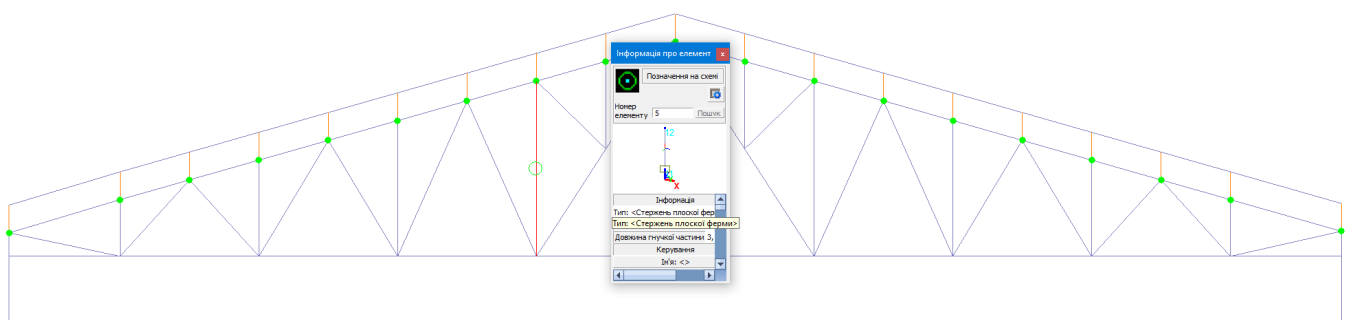


Профіль: Кутик сталевий гарячекатаний рівнополічний за ДСТУ 2251:2018
L63x5

Результати розрахунку	Перевірка	Коефіцієнт використання	Комбінація
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального моменту M_y	0,02	L1+L2+L3
п. 9.2.1	Міцність при дії поперечної сили Q_z	$1,17 \cdot 10^{-003}$	L1+L2+L3
п. 10.1.1	Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	0,23	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.2.1	Міцність при центральному стискові/розтягу	0,21	L1+L2+L3
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOY	0,55	L1+L2+L3
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOZ	0,79	L1+L2+L3

Конструктивна група Стояки. Елемент № 5

Тип елемента: Елемент загального виду



Тип елементу: Елемент загального виду

Сталь: С235

Довжина елементу 3,15 м

Гранична гнучкість для стиснених елементів: $210 - 60\alpha$

Гранична гнучкість для розтягнутих елементів: 300

Коефіцієнт умов роботи 1

Кількість закріплень стиснутого пояса в прольоті	Вид навантаження в прольоті	Епюра М	Пояс, до якого прикладене навантаження
Без закріплень	Рівномірно розподілена		Стиснутий

Коефіцієнт надійності з відповідальності 1

Коефіцієнт надійності з відповідальності (аварійний стан) 1

Додаткові коефіцієнти умов роботи	
Розрахунок на міцність за сейсміки	0
Розрахунок на стійкість за сейсміки	0

Непружна робота перерізу не допускається

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині X_1OZ_1 1

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині X_1OY_1 1

Відстань між точками розкріплення із площини згину:
коефіцієнт до геометричної довжини = 1

Тип епюри моментів



Положення навантаження



Відстань між розкріпленнями із площі згину:

коефіцієнт до геометричної довжини = 1

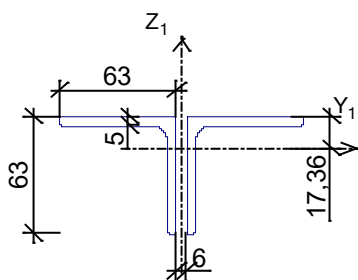
Коефіцієнти розрахункової довжини, що залежать від умов закріплення опорних перерізів:

поворот із площини згину = 1

депланація = 1

Співвідношення кінцевих моментів $\psi = 0$

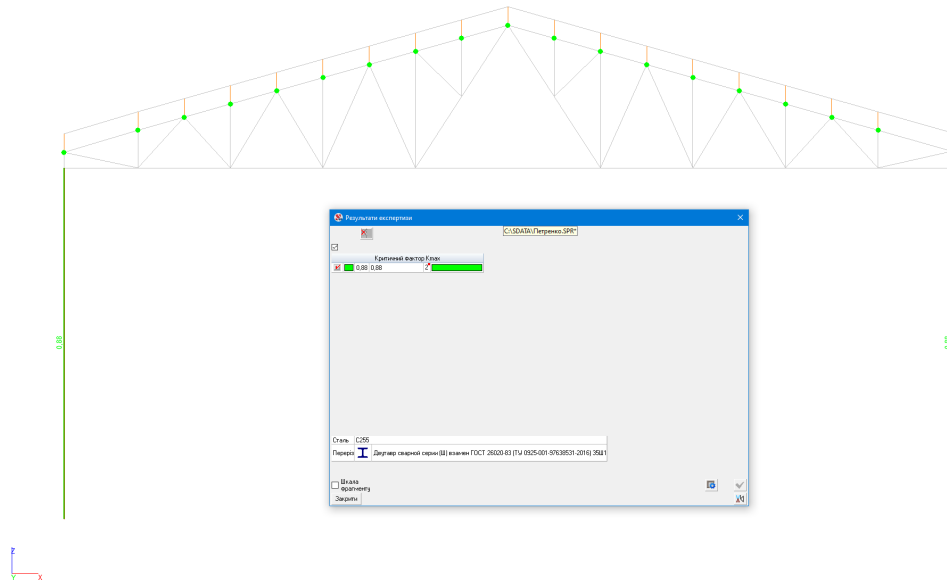
Переріз



Профіль: Кутник сталевий гарячекатаний рівнополічний за ДСТУ 2251:2018
L63x5

Результати розрахунку	Перевірка	Коефіцієнт використання	Комбінація
п. 10.1.1	Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	0,05	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стисковій у площині XOY (XOU)	0,12	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стисковій у площині XOZ (XOV)	0,2	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.2.1	Міцність при центральному стисковій/розтягу	0,05	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.1.5, 8.2.2, 8.2.5	Загальна стійкість наскрізного стержня при центральному стисковій у площині XOY	0,12	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.1.5, 8.2.2, 8.2.5	Загальна стійкість наскрізного стержня при центральному стисковій у площині XOZ	0,05	L1+L2+L3
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOY	0,62	L1+L2+L3
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOZ	0,9	L1+L2+L3
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	0,45	L1+L2+L3

Коефіцієнт використання 0,9 - Гранична гнучкість у площині XOZ



Тип елемента: Елемент загального виду

Сталь: C255

Довжина елемента 9,5 м

Гранична гнучкість для стиснених елементів: $180 - 60\alpha$

Гранична гнучкість для розтягнутих елементів: 400

Коефіцієнт умов роботи 1

Кількість закріплень стиснутого пояса в прольоті	Вид навантаження в прольоті	Епюра М	Пояс, до якого прикладене навантаження
Без закріплень	Рівномірно розподілена		Стиснутий

Коефіцієнт надійності з відповідальності 1

Коефіцієнт надійності з відповідальності (аварійний стан) 1

Додаткові коефіцієнти умов роботи	
Розрахунок на міцність за сейсміки	0
Розрахунок на стійкість за сейсміки	0

Непружна робота перерізу не допускається

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині X_1OZ_1 2

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині X_1OY_1 0,5

Відстань між точками розкріплення із площини згину:

відстань = 5 м

Тип епюри моментів



Положення навантаження



Відстань між розкріпленнями із площі згину:

відстань = 5 м

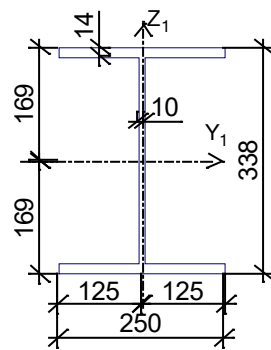
Коефіцієнти розрахункової довжини, що залежать від умов закріплення опорних перерізів:

поворот із площини згину = 1

депланція = 1

Співвідношення кінцевих моментів $\psi = 0$

Переріз



Профіль: Двотавр зварний серії (Ш) на заміну ГОСТ 26020-83 (ТУ 0925-001-97638531-2016) 35Ш1

Результати розрахунку	Перевірка	Коефіцієнт використання	Комбінація
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального моменту M_y	0,23	L1+L2+L4
п. 9.2.1	Міцність при дії поперечної сили Q_z	0,03	L1+L2+L4
п. 10.1.1	Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	0,25	L1+L2+0.9*L3+L4
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOY (XOU)	0,06	L1+L2+L3
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOZ (XOV)	0,11	L1+L2+L3
пп. 10.2.2, 10.2.10	Стійкість у площині дії моменту M_y при позацентровому стискові	0,31	L1+L2+0.9*L3+L4
пп. 10.2.4, 10.2.5, 10.2.8	Стійкість із площини дії моменту M_y при позацентровому стискові	0,29	L1+L2+0.9*L3+L4
пп. 8.1.3, 8.2.1	Міцність при центральному стискові/розтягу	0,04	L1+L2+L3
п. 9.4.1	Стійкість плоскої форми згину	0,23	L1+L2+L4
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOY	0,53	L1+L2+L4
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOZ	0,88	L1+L2+L4
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки з умови місцевої стійкості	0,42	L1+L2
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	0,38	L1+L2+0.9*L3+L5

Коефіцієнт використання 0,88 - Гранична гнучкість у площині XOZ

2.2.4 Розрахунок зварних з'єднань елементів ферми.

Для зварних з'єднань застосовуємо напівавтоматичне зварювання під флюсом дротом СВ-08А d=2 мм. Коефіцієнти та розрахункові опори, що приймаються при розрахунку за металом шва: $\beta_f=0,9$; $\gamma_{\omega f}=1$; $R_{\omega f}=180$ МПа

$$\beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} = 0,9 \cdot 1 \cdot 180 = 162 \text{ МПа.}$$

При розрахунку по металу межі сплавлення $\beta_z = 1,05$, $\gamma_{\omega z} = 1$.

$$R_{\omega z} = 0,45 R_{un} = 0,45 \cdot 380 = 171 \text{ МПа,}$$

$$\text{де } R_{un} = 380 \text{ МПа,}$$

$$\beta_z \gamma_{\omega z} R_{\omega z} = 1,05 \cdot 1 \cdot 171 = 179,6 \text{ МПа;}$$

$$B_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} = 162 \text{ МПа} < \beta_z \gamma_{\omega z} R_{\omega z} = 179,6 \text{ МПа.}$$

Несуча здатність зварних швів визначається міцністю металу зварного шва і обчислюється за формулою

$$l_{\omega} = \frac{N_{об}}{n K_f \beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + a,$$

де $N_{об}$ – зусилля, що діє на обушки (перо) кутиків

n – кількість швів ($n=2$);

a – довжина шва на непровар ($a=1-2$ см);

K_f – катет шва.

Величина зварного шва повинна бути в межах нерівності

$$K_{f,min} \leq K_f \leq K_{f,max},$$

де $K_{f,min}$ – мінімальний катет згідно з , табл. 16.1 ДБН В.2.6-198:2014, приймаємо $K_{f,min}=5$ мм ;

$K_{f,max}$ – максимальний катет шва, що дорівнює: для шва по обушку $1,2 t_{кут}$;

для шва по перу $K_{f,max} = t_{кут} - 1$, при $t_{кут} \leq 6$ мм;

$$K_{f,max} = t_{кут} - 2, \text{ при } t_{кут} = 7 - 16 \text{ мм,}$$

Величину зусилля на обушку приймаємо з коефіцієнтом 0,7 від загального зусилля, на перо – з коефіцієнтом 0,3.

Розрахунок довжин зварних швів елементів решітки ферми наводимо в таблиці

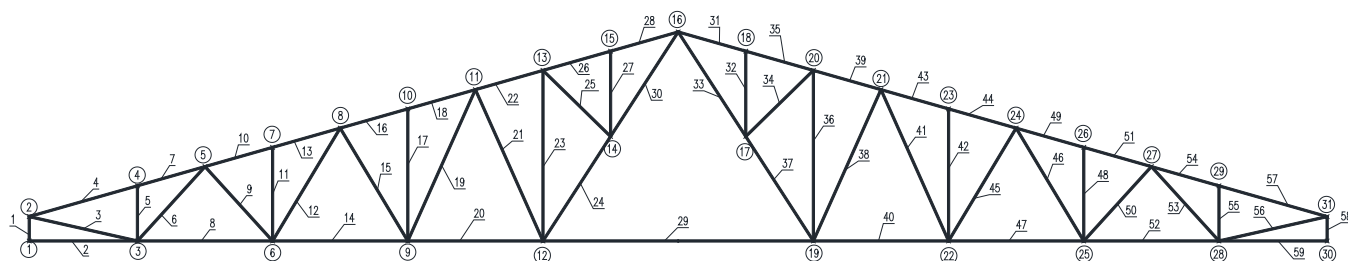


Рисунок 2.13 – Номера стрижнів

Таблиця -Таблиця розрахунку швів

Номер стрижня	Переріз	N, кН	Шов по обушку			Шов по перу		
			N, кН	kf, мм	l, см	N, кН	kf, мм	l, см
3	2L75x5	298,13	208,69	5,00	14,56	89,44	5,00	6,81
5	2L63x5	21,87	15,31	5,00	1,99	6,56	5,00	1,43
6	2L63x5	58,91	41,24	5,00	3,68	17,67	5,00	2,15
9	2L63x5	16,62	11,64	5,00	1,76	4,99	5,00	1,32
11	2L63x5	16,83	11,78	5,00	1,77	5,05	5,00	1,33
12	2L63x5	17,24	12,07	5,00	1,78	5,17	5,00	1,34
15	2L63x5	28,99	20,29	5,00	2,32	8,70	5,00	1,57
17	2L63x5	16,83	11,78	5,00	1,77	5,05	5,00	1,33
19	2L63x5	45,67	31,97	5,00	3,08	13,70	5,00	1,89
21	2L63x5	51,73	36,21	5,00	3,35	15,52	5,00	2,01
23	2L63x5	25,25	17,67	5,00	2,15	7,57	5,00	1,49
24	2L63x5	86,33	60,43	5,00	4,93	25,90	5,00	2,68
25	2L63x5	9,33	6,53	5,00	1,42	2,80	5,00	1,18
27	2L63x5	16,83	11,78	5,00	1,77	5,05	5,00	1,33
30	2L63x5	98,62	69,03	5,00	5,49	29,59	5,00	2,92
32	2L63x5	16,83	11,78	5,00	1,77	5,05	5,00	1,33
33	2L63x5	91,92	64,34	5,00	5,18	27,57	5,00	2,79
34	2L63x5	9,33	6,53	5,00	1,42	2,80	5,00	1,03
36	2L63x5	25,25	17,67	5,00	2,15	7,57	5,00	1,04
37	2L63x5	79,63	55,74	5,00	4,62	23,89	5,00	2,55
38	2L63x5	45,56	31,89	5,00	3,07	13,67	5,00	1,06
41	2L63x5	37,71	26,40	5,00	2,72	11,31	5,00	1,74
42	2L63x5	16,83	11,78	5,00	1,77	5,05	5,00	1,03
45	2L63x5	20,52	14,36	5,00	1,93	6,15	5,00	1,40
46	2L63x5	12,56	8,79	5,00	1,57	3,77	5,00	1,24
48	2L63x5	16,83	11,78	5,00	1,77	5,05	5,00	1,33
50	2L63x5	16,62	11,64	5,00	1,76	4,99	5,00	1,32
53	2L63x5	58,92	41,24	5,00	3,68	17,67	5,00	1,07
55	2L63x5	21,87	15,31	5,00	1,99	6,56	5,00	1,04
56	2L75X5	298,13	208,69	5,00	14,56	89,44	5,00	6,81

2.2.5 Розрахунок і проектування вузлів ферми

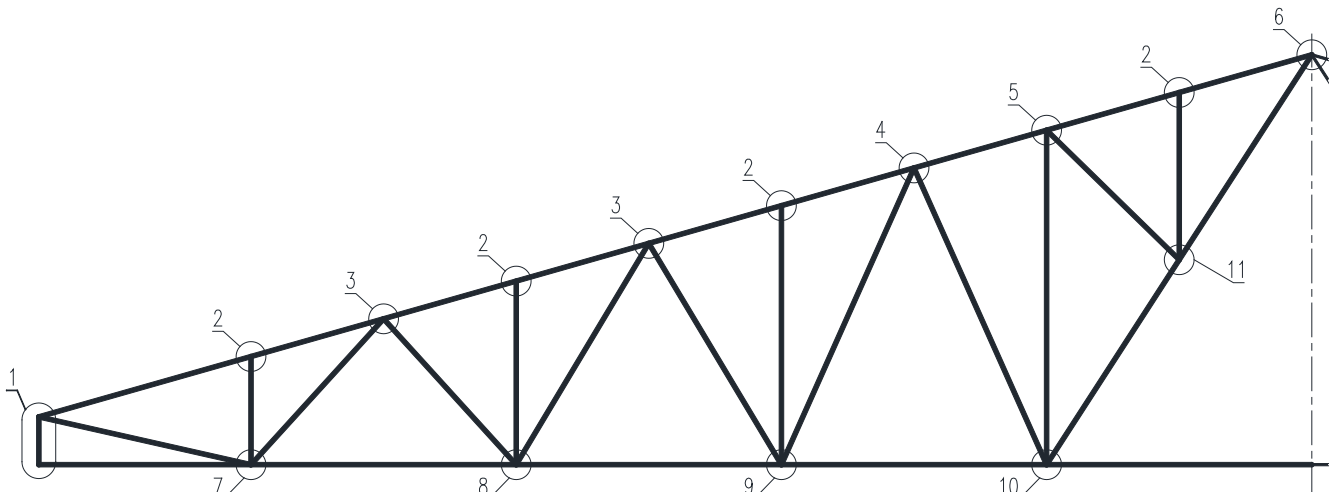


Рисунок 2.14 — Позначення вузлів ферми з парних кутиків

Вузол 1

Максимальне зусилля в елементах решітки — $N = 298,8$ кН. Відповідно, максимальна розрахункова довжина зварного шва з катетом 5 мм по обушку визначається за виразом:

$$l = 14,56 \text{ см.} > l_{\min} = 6 \text{ см.}$$

Приймаємо довжину шва 15 см.

Максимальне поясне зусилля $N=302,4$ кН. Вертикальне зусилля на пояс $P=16,83$ кН. Відповідно, максимальне розрахункове зусилля визначається за формулою:

$$N = \sqrt{302,4^2 + 16,8^2} = 302,9 \text{ кН.}$$

Довжина зварного шва, катетом 5 мм по обушку, визначається за формулою:

$$l_{\omega} = \frac{N}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{302900}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = \\ = 0,207 \text{ м} > l_{\min} = 6 \text{ см}$$

Приймаємо довжину шва конструктивно не менше 21 см.

Конструкція вузла 1 представлена на рисунку 2.15

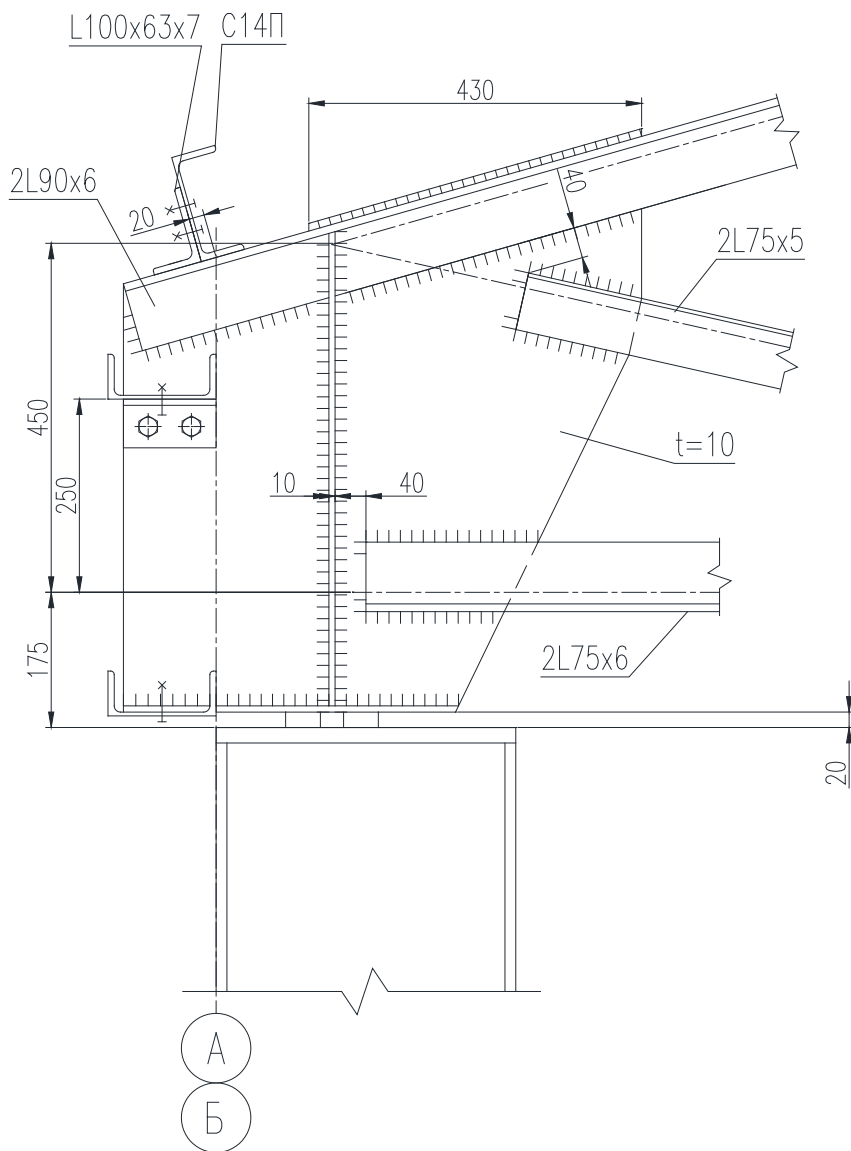


Рисунок 2.15— Вузол 1

Вузол 2

Максимальне зусилля у вертикальному елементі (стрижні 5 і 55) становить $N = 21,87$ кН. Відповідно, максимальна розрахункова довжина зварного шва з катетом 5 мм по обушку визначається нерівністю:

$$l = 1,99 \text{ см.} < l_{min} = 6 \text{ см.}$$

Приймаємо довжину шва 6 см.

Різницю зусиль між поясними зусиллями визначаємо за формулою:

$$\Delta N = N_{\text{лев.стерж}} - N_{\text{прав.стерж}} = 0$$

Вертикальне зусилля на пояс $P = 21,97$ кН.

Максимальне розрахункове зусилля визначаємо за формулою

$$N = \sqrt{(\Delta N)^2 + P^2} = 21,97 \text{ кН.}$$

Довжина зварного шва, катетом 5 мм по обушку, визначається за формулою:

$$l_{\omega} = \frac{N}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{21970}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = \\ = 0,02 \text{ м.} < l_{min} = 6 \text{ см}$$

Приймаємо довжину шва не менше 6 см.

Мінімальну відстань між зварними швами кутиків поясів і решітки

$$\alpha = 6t_{\phi} - 20 = 6 \cdot 10 - 20 = 40 \text{ мм,}$$

де $t_{\phi}=10$ мм – товщина фасонки. Конструкція вузла 2 представлена на рисунку 2.16

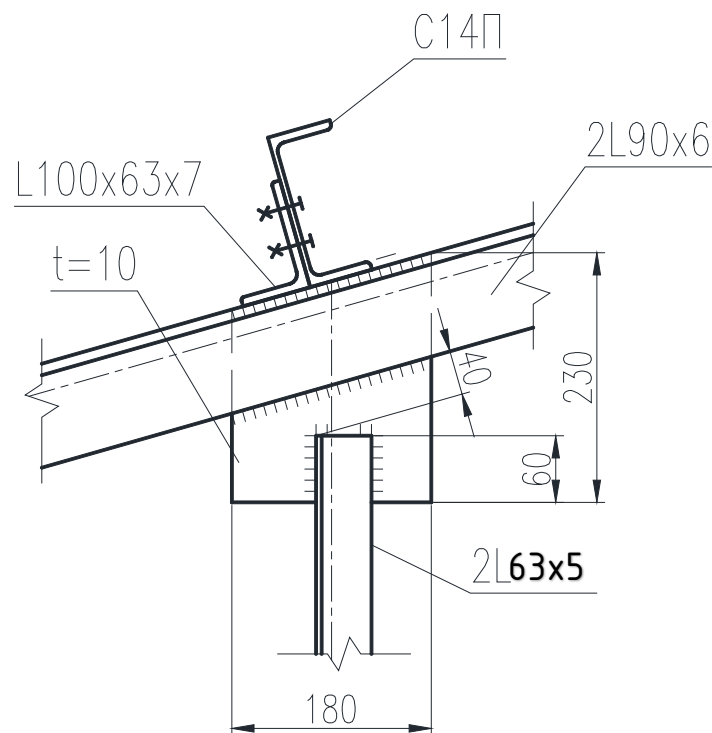


Рисунок 2.16 — Вузол 2

Вузол 3

Максимальне зусилля в елементах решітки (стрижні 6 і 53) — $N = 58,92 \text{ кН.}$

Відповідно, максимальна розрахункова довжина зварного шва з катетом 5 мм по ободку визначається нерівністю:

$$l = 3,68 \text{ см.} < l_{min} = 6 \text{ см.}$$

Приймаємо довжину шва 6 см.

Різницю зусиль між поясними зусиллями визначимо за формулою:

$$\Delta N = N_{\text{лів.стрж}} - N_{\text{прав.стрж}} = N_{10} - N_7 = 355,2 - 302,4 = 52,8$$

Вертикальне зусилля на пояс $P = 16,83 \text{ кН}$. Відповідно, максимальне розрахункове зусилля розрахуємо за формулою:

$$N = \sqrt{52,8^2 + 16,8^2} = 55,41 \text{ кН}$$

Довжина зварного шва, катетом 5 мм, по оболуці визначається за формулою:

$$l_{\omega} = \frac{N}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{55410}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = 0,035 \text{ м.} < l_{\min} = 6 \text{ см}$$

Приймаємо довжину шва призначаємо не менше 6 см. Конструкція вузла 3 представлена на рисунку 2.17

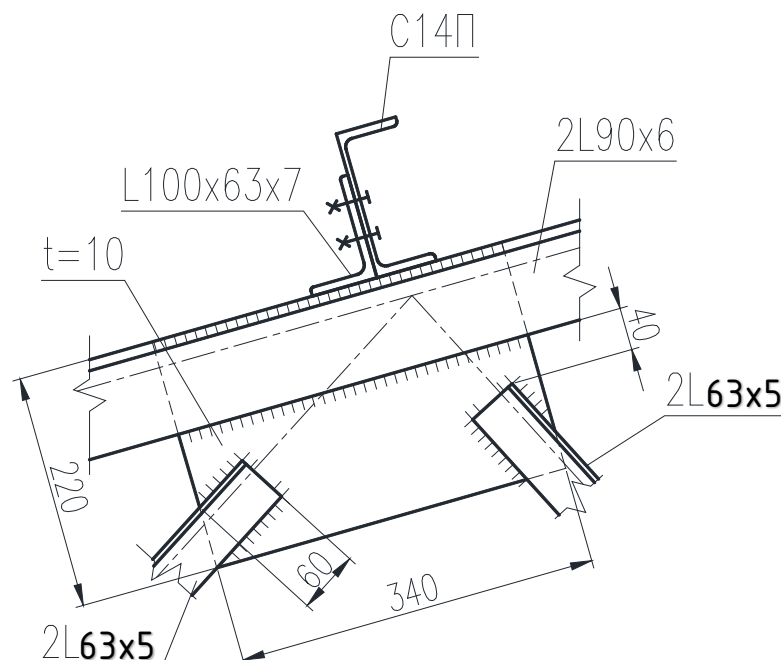


Рисунок 2.17 — Вузол 3

Вузол 4

Максимальне зусилля в елементах решітки (стрижні 19 і 21) — $N = 51,7 \text{ кН}$.
Відповідно, максимальна розрахункова довжина зварного шва з катетом 5 мм по обуху визначається з нерівності:

$$l = 3,35 \text{ см.} < l_{\min} = 6 \text{ см.}$$

Приймаємо довжину шва 6 см.

Різницю зусиль між поясними зусиллями визначимо за формулою:

$$\Delta N = N_{\text{лів.стрж}} - N_{\text{прав.стрж}} = N_{18} - N_{22} = 341,4 - 306,1 = 35,3 \text{ кН}$$

Вертикальне зусилля на пояс $P_7 = 16,83 \text{ кН}$.

Відповідно максимальне розрахункове зусилля визначається за формулою:

$$N = \sqrt{35,3^2 + 16,8^2} = 39,1 \text{ кН.}$$

Довжину зварного шва з катетом 5 мм по обуху визначаємо за формулою:

$$l_{\omega} = \frac{N}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} + a = \frac{39100}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,01 = 0,028 \text{ м.} < l_{\min} = 6 \text{ см}$$

Приймаємо довжину шва не менше 6 см. Конструкція вузла 4 представлена на рисунку 2.18

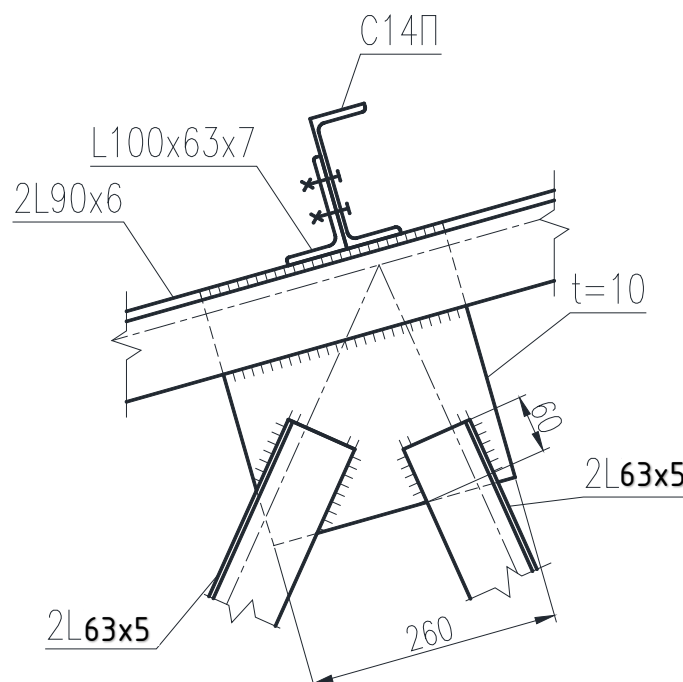


Рисунок 2.18 — Вузол 4

Вузол 6

Зусилля в стику визначимо за формулою:

$$N_c = 1,2N = 1,2 \cdot 313,03 = 375,6 \text{ кН.}$$

Ширина накладки визначається за формулою:

$$l_n = 2l_{yt} + t_\phi + 2c = 2 \cdot 90 + 10 + 2 \cdot 20 = 230 \text{ мм,}$$

де $l_{yt} = 90$ – ширина поясних кутиків;

$t_\phi = 10$ – товщина фасонки;

$c=20$ – випуски.

Товщина накладки визначається за формулою:

$$t_{tn} = \frac{\alpha N_c}{R_y b_n} = \frac{0,7 \cdot 375,6 \cdot 10^3}{240 \cdot 10^6 \cdot 230 \cdot 10^{-3}} = 0,0047 \text{ м} < t_\phi = 10 \cdot 10^{-3}.$$

Приймаємо $t_n = t_\phi = 10 \text{ мм.}$

Монтажний стик двох відправних марок ферм здійснюється за допомогою ручного електродугового зварювання електродами Е42А.

Розрахунок зварних швів за металом шва: $\beta_f = 0,7$; $\gamma_{\omega f} = 1$; $R_{\omega f} = 180 \text{ МПа}$

$$\beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} = 0,7 \cdot 1 \cdot 180 = 126 \text{ МПа.}$$

При розрахунку по металу межі сплавлення: $\beta_z = 1$, $\gamma_{\omega z} = 1$.

де $R_{un} = 380 \text{ МПа,}$

$$\beta_z \gamma_{\omega z} R_{\omega z} = 1 \cdot 1 \cdot 171 = 171 \text{ МПа;}$$

$$\beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} = 126 \text{ МПа} < \beta_z \gamma_{\omega z} R_{\omega z} = 171 \text{ МПа.}$$

Розрахунок проводимо для металу шва.

Необхідна довжина швів кріплення накладки до полиць поясних куточків визначається за формулою:

$$l_\omega = \frac{N}{K_f \beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 0,04 = \frac{313,03 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 126 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,04 = 0,56 \text{ м}$$

Довжина зварних швів кріплення верхнього поясу до фасонної деталі

визначається за формулою:

$$l_{\omega} = \frac{(1-\alpha)N_c}{nK_f\beta_f\gamma_{\omega f}R_{\omega f}\gamma_c} = \frac{(1-0,7)375,6 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 162 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,073 \text{ м.}$$

Перевірка міцності вузла верхнього поясу ферми. Характеристики перерізу визначаємо за формулами:

$$z_0 = \frac{\sum S}{\sum A} = \frac{230 \cdot 10,4 \cdot (265 + 0,5 \cdot 10,4) + 265 \cdot 10 \cdot 265 \cdot 0,5}{230 \cdot 10,4 + 265 \cdot 10} = 197,8 \text{ мм.}$$

$$I_x = 3,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4.$$

$$W_x = \frac{3,9 \cdot 10^{-5}}{197,8 \cdot 10^{-3}} = 1,97 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

Ексцентриситет прикладання сили (приймаємо, що зусилля прикладено вздовж центру ваги куточків поясу $x_0=25,1$ мм) визначимо за формулою:

$$e = 265 - 25,1 - 197,8 = 42,1 \text{ мм.}$$

Найбільше стискаюче напруження отримаємо за формулою:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{Ne}{W_x} = \frac{313,03 \cdot 10^3}{5,04 \cdot 10^{-3}} + \frac{313,03 \cdot 10^3 \cdot 42,1 \cdot 10^{-3}}{1,97 \cdot 10^{-4}} = 129 \text{ МПа} < R_y \gamma_c = 240 \cdot 0,95 = 228 \text{ МПа.}$$

Катет кутових швів для приєднання вертикальних накладок визначимо за формулою:

$$k_f = \frac{R_y t_{\phi}}{2\beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f}} = \frac{240 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 126 \cdot 10^6} = 9,5 \text{ мм,}$$

приймаємо $k_f = 10$ мм.

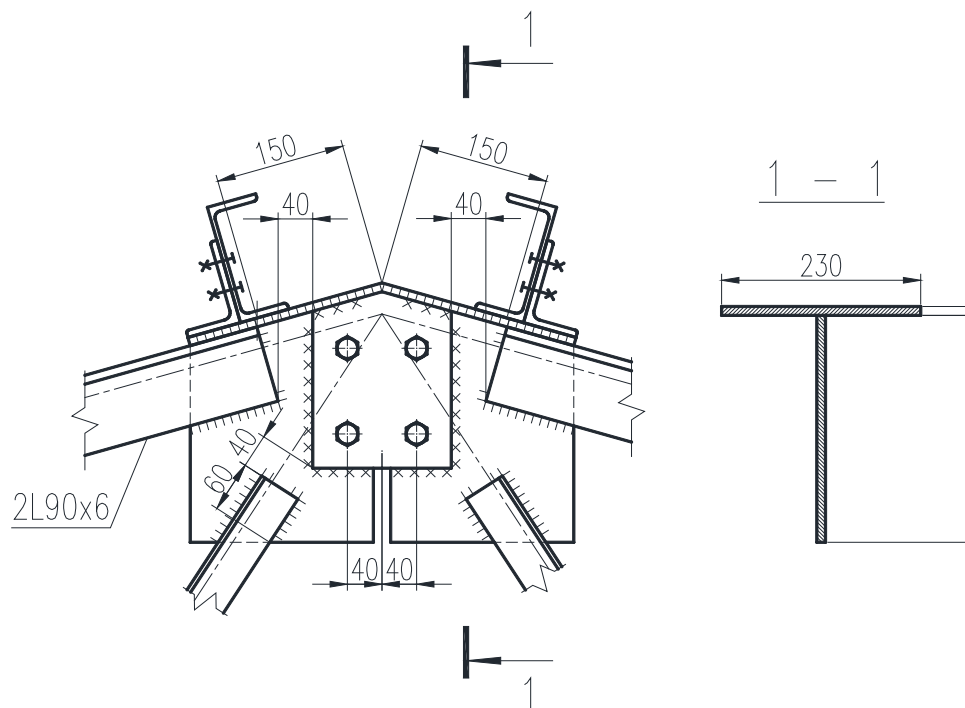


Рисунок 2.19 — Вузол 6

Розділ 3

Технологічні рішення та організація будівництва

3.1 Технологічна карта з монтажу елементів каркаса будівлі

Технологічна карта містить порядок виконання комплексу робіт з монтажу одноповерхової промислової будівлі заводу з переробки бурових відходів з металевим каркасом методом монтажу окремих готових конструктивних елементів у вигляді колон, ферм, зовнішніх стін та покриття з сендвіч-панелей. Стіни виконують лише огорожувальну функцію.

До складу робіт, що послідовно виконуються під час монтажу будівлі, входять:

Підготовчі роботи:

1. оформлення дозвільної, виконавчої та технічної документації;
2. організація робочої зони будівельного майданчика;
3. транспортування та складування обладнання, матеріалів і конструкцій,

Основні роботи:

1. стропування та розстропування конструкцій;
2. підйом, наведення та встановлення конструкцій на опори;
3. вирівнювання та тимчасове закріплення конструкцій;
4. постійне закріплення конструкцій.

Заключні роботи:

1. прибирання та відновлення благоустрою території,

Обсяги основних робіт, описаних у цій технологічній карті, наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Об'єм робіт по монтажу металоконструкцій каркасу

Найменування	Од. вим.	Всього
1	2	3
Монтаж стінових сендвіч-панелей	м ²	980
Монтаж покрівельних сендвіч-панелей	од	970
Монтаж колон	тн	11,2
Монтаж прогонів	тн	19,2
Монтаж вязів	тн	0,88
Монтаж ферм	тн	11,2

Підставою для початку робіт з монтажу металоконструкцій будівель є акт технічної готовності нульового циклу (фундаментів) до монтажу. До акта приймання додають виконавчі геодезичні схеми з нанесенням положення опорних поверхонь у

плані та по висоті.

До початку монтажу колон повинні бути повністю закінчені та прийняті замовником такі роботи:

- улаштування фундаментів під монтаж колон;
- здійснено зворотне засипання пазух траншей і ям;
- ґрунт сплановано в межах нульового циклу;
- влаштовано тимчасові під'їзні дороги для автотранспорту;
- підготовлено майданчики для складування конструкцій та роботи крана;
- повинна бути організована робоча зона будівельного майданчика.

До початку монтажу каркаса будівлі необхідно виконати наступні підготовчі роботи:

- виконати огороження будівельного майданчика, облаштувати майданчики для складування конструкцій та матеріалів, підготувати майданчики для роботи машин, встановити побутові та підсобні приміщення;
- виконати підведення та облаштування внутрішньо майданчикових інженерних мереж, необхідних на час виконання будівельно-монтажних робіт, забезпечити майданчик зв'язком для оперативно-диспетчерського управління виконанням робіт;
- виконати монтаж зовнішнього та внутрішнього освітлення, потужність світильників зовнішнього освітлення по 300 Вт;
- виконати детальну геодезичну розбивку з нанесенням головних осей та осей елементів, що встановлюються, на обноску, а також закріплення вертикальних відміток на тимчасових реперах;
- доставити збірні конструкції на будівельний майданчик із заводів-постачальників, а також перевезти в межах будівельного майданчика від складів до місць їх встановлення;
- підготувати конструкції та з'єднувальні деталі, необхідні для монтажу будівлі, що пройшли вхідний контроль;
- нанести риси установчих, поздовжніх осей на бічних гранях конструкцій та на рівні низу опорних поверхонь. Лінії наносяться олівцем або маркером. Неприпустимо нанесення подряпин або надрізів на поверхні конструкцій.

3.2 Організація та технологія виконання робіт

Розбивку основних осей будівлі виконують з винесення в натуру двох крайніх точок, що визначають положення найдовшої поздовжньої осі будівлі. На розбивочному кресленні вказують усі відстані між осями, прив'язку конструкцій. Осі будівлі на обноску переносять за допомогою теодоліта. На випадок пошкодження обноски головні осі закріплюють на місцевості. Для цього в їхньому створі на відстані 5–10 м від майбутньої будівлі встановлюють тимчасові, виносні контрольні знаки з осьовими рисками. Для вертикальної розбивки поблизу будівлі, що споруджується, влаштовують робочий репер. Відмітку такого репера визначають від найближчих реперів державної нівелірної мережі. Щоб спростити обчислення відміток, відліки висот ведуть від умовної нульової відмітки — рівня підлоги першого поверху, знаючи абсолютну відмітку робочого репера, визначають абсолютну відмітку рівня підлоги першого поверху,

До початку монтажу конструкцій надземної частини на монтажний горизонт цоколя виносять базові осі та виконують детальні розбивочні роботи.

Металоконструкції доставляються безпосередньо до об'єкта робіт у розібраному вигляді, далі сортуються та розкладаються в порядку, зручному для монтажу будівлі.

Під час вантажно-розвантажувальних робіт, транспортування та зберігання металеві конструкції необхідно захищати від механічних пошкоджень, для чого їх слід укласти у стійкому положенні на дерев'яні підкладки та закріплювати (під час перевезень) за допомогою інвентарних кріплень, таких як затискачі, хомути, турнікети, касети тощо. Деформовані конструкції слід виправляти методом холодної або гарячої правки. Забороняється скидати конструкції з транспортних засобів або волочити їх по будь-якій поверхні.

Зони складування розділяють наскрізними проходами шириною не менше 1,0 м через кожні два штабелі в поздовжньому напрямку та через кожні 25,0 м у поперечному. Для проходу до торців виробів між штабелями влаштовують проміжки шириною 0,7 м. Між окремими штабелями залишають зазор шириною не менше 0,2 м, щоб уникнути пошкоджень елементів під час вантажно-розвантажувальних операцій. Монтажні петлі конструкцій повинні бути звернені вгору, а монтажні маркування — у бік проходу.

3.3 Монтаж колон

Насамперед за допомогою крана КС-35714 встановлюються опорні плити на фундаменти. На опорну плиту наносяться осьові риски та встановлюється пристосування для вирівнювання. Поверхня фундаменту очищається від сміття. Опорна плита подається краном на верхній край фундаменту, фундаментні болти пропускаються через отвори в плиті. Збігаються осьові риски фундаменту і плити. Плита вирівнюється у двох площинах за допомогою болтів пристосування. Контроль проектної відмітки проводиться нівеліром. Здійснюється заливка опорної плити дрібнозернистим бетоном, фундаментні болти захищаються сталевими ковпаками.

МОНТАЖ ОПОРНИХ ПЛИТ

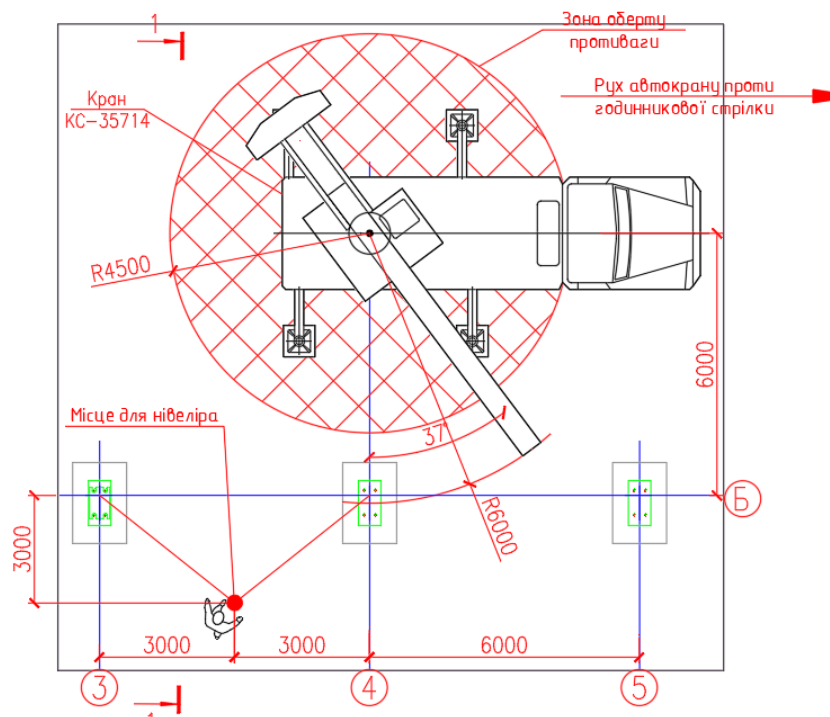


Рисунок 3.1 – Схема монтажу опорних плит

Монтаж колони починається з подачі колони в зону роботи монтажного крана. Колони розкладають так, щоб у процесі монтажу необхідні переміщення та обсяг допоміжних робіт були мінімальними, щоб до колон забезпечувався вільний доступ для огляду, навішування оснащення та стропування. Колони розкладають не плашмя, а так, щоб у процесі підйому згинальний момент від ваги колони та оснащення діяв у площині найбільшої жорсткості колони. Підйом здійснюють поворотом, після якого колона повинна висіти на гаку крана у вертикальному положенні. Закріплення колон здійснюють, не відпускаючи гака крана. Проектне положення колон перевіряють у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

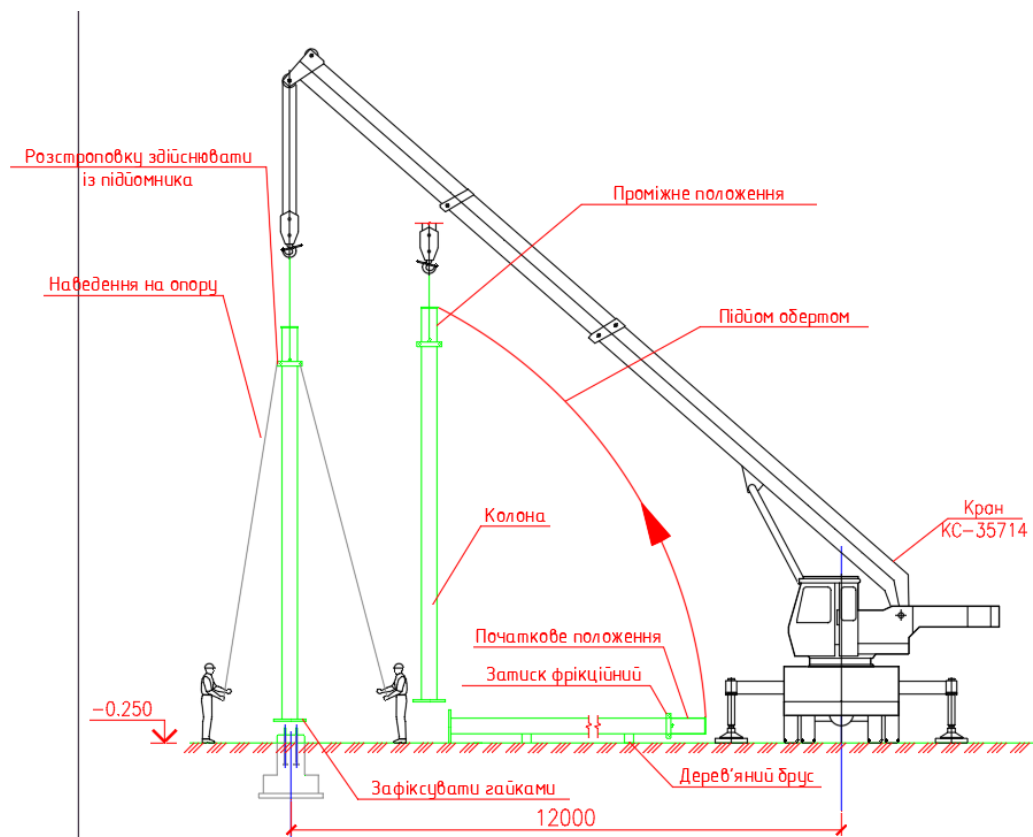


Рисунок 3.2 – Схема монтажу колон

3.4 Монтаж ферм

Перед підйомом ферми очищають і перевіряють оголовки колон та опорних майданчиків ферм, наносять риски осей. Для вирівнювання та тимчасового закріплення ферм виконують відповідне оснащення монтажними пристосуваннями: для переміщення монтажників по нижньому поясу вздовж решітки натягують і закріплюють сталевий трос, для прикріплення карабінів монтажних поясів; для підйому до верхнього поясу ферми, при встановленні розпірок, використовують підйомники.

Процес монтажу ферм включає подачу відправних марок до стенду для укрупнювального складання, складання ферми, підготовку до підйому, стропування, підйом, установку на опори, вирівнювання та тимчасове закріплення, остаточне закріплення в проектному положенні. Доставку відправних марок до складального стенду здійснюють автотранспортом.

Монтаж ферм ведеться «на кран», який послідовно відступає зі стоянки на стоянку. Стропування ферми здійснюють траверсою зі стропами, обладнаними замками з дистанційним керуванням для розстропування. Стропують ферми у вузлах в обхват верхнього поясу. Поворот ферми виконують вручну за допомогою відтяжок.

Для тимчасового закріплення першої ферми в проектному положенні використовують розчалки, для наступних ферм — інвентарні розпірки. Для постійного закріплення встановлюють: по нижньому поясу зв'язки, по верхньому — прогони з тяжами. Знімають розпірки тільки після остаточного закріплення ферми та укладання прогонів покриття.

Закріплення ферм здійснюють шляхом затягування болтів у вузлах опори та зварюванням, після чого проводять розстропування ферм. Роботи виконують у такій послідовності:

1. Встановлення першої ферми.
2. Встановлення другої ферми.
3. Встановлення зв'язків по нижньому поясу ферми.
4. Встановлення прогонів по верхньому поясу ферми.
5. Демонтаж тимчасових розпірок.
6. Встановлення укрупнених покрівельних панелей.
7. Встановлення наступної ферми та перехід до кроку 3

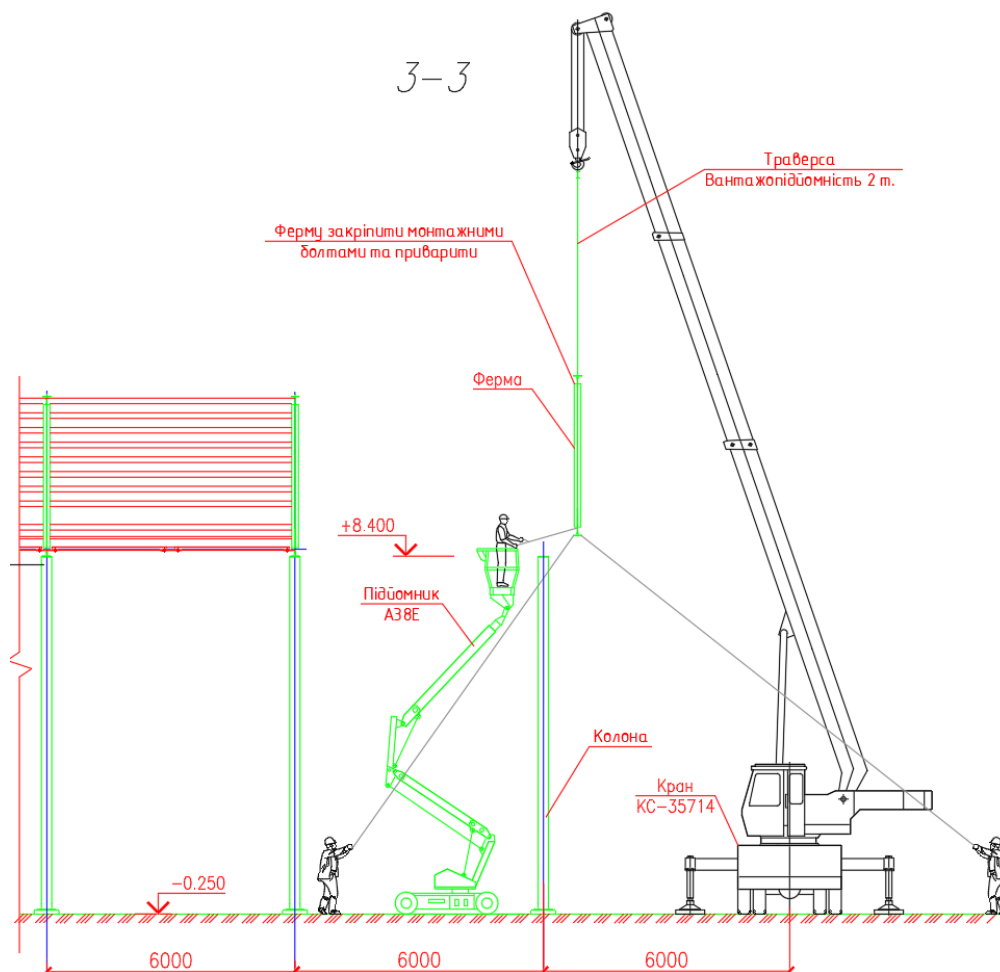


Рисунок 3.3 – Схема монтажу ферм

3.5 Вибір крана та комплектів машин і механізмів

Основними робочими параметрами монтажного крана є:

Вантажопідйомність визначаємо за формулою

$$Q = P_e + P_c,$$

де Q – маса найбільшого вантажу, який може бути піднятий при збереженні необхідного запасу стійкості та міцності конструкцій, т.;

P_e – вага елемента, т.;

P_c – маса встановленого на ньому оснащення (маса стропа), т.

висоту підйому гака визначимо за формулою

$$H_{тр} = h + h_3 + h_c + H_0,$$

де $H_{тр}$ – відстань від рівня стоянки крана до гака при стягнутому вантажному поліспасти та визначеному вильоті гака, м;

H_0 – перевищення рівня установки елемента над рівнем стоянки;

h – висота елемента, м;

h_3 – запас по висоті або безпечна висота переміщення елемента (0,5 м);

h_c – висота стропування в робочому положенні від верху монтованого елемента до низу гака крана, м;

виліт гака визначимо за формулою:

$$l_{тр} = \frac{(a+d)(H_{тр}-h_{ш})}{h_{п}+h_c} + c,$$

де a – відстань від центру стропування підійманого елемента до його точки, найближчої до стріли крана, м;

d – половина розміру монтованого елемента, м;

$h_{ш}$ – висота шарніра п'яти крана (приймаємо не менше 1 м);

$h_{п}$ – висота поліспасти в стягнутому стані (приймаємо не менше 1 м);

h_c – висота стропування в робочому положенні від верху монтованого елемента до низу гака крана;

c – відстань від осі обертання крана до осі шарніра п'яти стріли (не менше 1 м).

Необхідні параметри для самохідного стрілового крана розраховуються для всіх елементів, що монтуються, окремо. Результати розрахунків заносимо до таблиці

3.2

Таблиця 3.2 — Результати розрахунку параметрів кранів

Елементи	Вихідні данні						Параметри кранів, що визначаються		
	$P_{э},$	$P_c,$	$h_c,$	$h,$	$h_3,$	$d,$	$H_{mp},$	$l_{mp},$	$Q_{mp},$
	т.	т.	м.	м.	м.	м.	м.	м.	т.
1	2	3	5	6	7	8	9	10	11
Фундаментна балка	0,7	0,01	2	0,3	0,5	0,1	2,8	0,96	0,71
Колона	0,7	0,01	2	8,55	0,5	0,2	11,05	5,7	0,71
Ферма	1,6	0,1	5	4	0,5	0,05	17,9	4,7	1,7
Панели покрівлі	0,3	0,01	2	0,15	0,5	6	13,25	13	0,31

На підставі аналітично визначених параметрів кранів за таблицями та графіками вантажопідйомності, вильоту та висоти підйому гака підбираємо кран КС-35714 (16 т), робочі параметри якого дорівнюють або дещо перевищують необхідні; вантажопідйомні характеристики наведено на рисунку 3.14

ХАРАКТЕРИСТИКИ
КРАНУ КС-35714

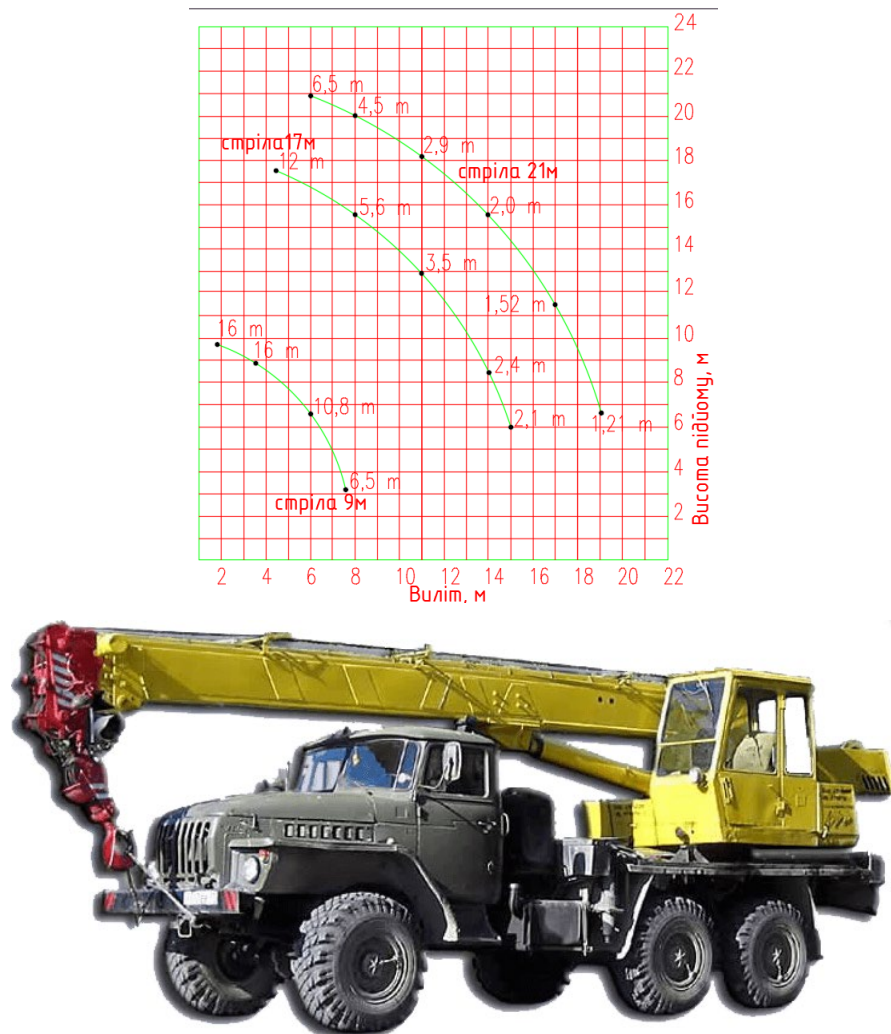


Рисунок 3.4 -Кран КС-35714

Також під час будівництва використовуються інші машини та засоби механізації робіт; їх перелік наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3– Перелік потреб у будівельних машинах та засобах малої механізації

Назва машин і механізмів	Тип, марка	Кількість	Номінальна потужність, кВт
1	2	3	4
Бульдозер на базі трактора	T-130	1	-
Екскаватор	E-3211E	1	-
Автомобільний кран	КС-35714	1	
Автосамоскид	JAC N90	1	-
Дорожній каток	ДУ-101	1	-
Одноковшовий пневмоколісний навантажувач, 4 т	TO28A	3	109
Компресорна установка	БКП LB 440-10-200	1	-
Електротрамбувальна машина	BOMAG BPR 25/50	4	2
Зварювальний трансформатор з регулятором	ТСД-1000-4	2	78
Глибинний вібратор	BVR 500	4	-
Електродріль	Caterpillar DX18	2	0,8
Будівельно-монтажний шуруповерт	Makita 6830	4	0,65
Загальна потужність, кВт	-	-	100

3.6 Розрахунок вантажозахоплювального пристосування для монтажу сталеві ферми

Вантажозахоплювальне пристосування проектуємо з траверси-балки довжиною 4 м і канатів для монтажу ферм масою $G_0 = 1,6$ т. Схема стропування, розрахункова схема траверси представлені на рисунку 3.5

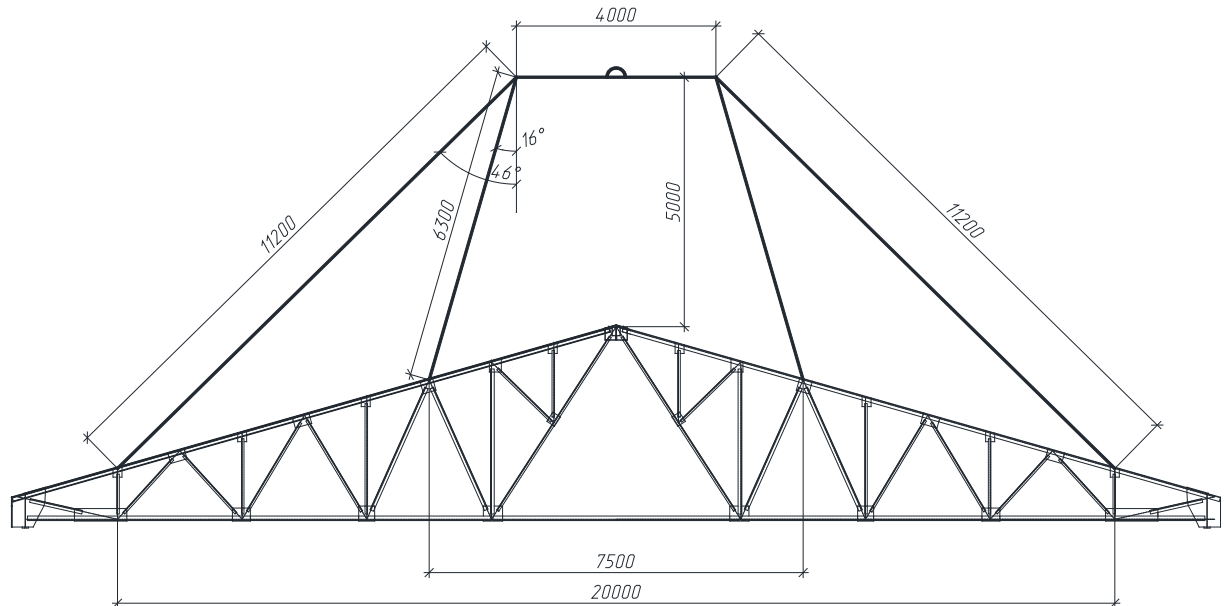


Рисунок 3.5 – Схема стропування ферми

Зусилля, що виникають у канатах, визначимо за формулою

$$N = \frac{G_0 \gamma_f k_d}{4 \cos(\alpha)}$$

де γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням,

k_d – коефіцієнт динамічності,

α – кут нахилу каната до вертикалі.

$$N_1 = 1,6 \cdot 9,8 \cdot 10^3 \cdot 1,05 \cdot 1,1 / (4 \cos((46))) = 6828 \text{ Н.}$$

$$N_2 = 1,6 \cdot 9,8 \cdot 10^3 \cdot 1,05 \cdot 1,1 / (4 \cos((16))) = 4934 \text{ Н.}$$

За зусиллям 6828 Н підбираємо канат 3,8-Г-1-ОЖ-Н-1570, діаметром 3,8 мм і розрахований на зусилля $8400 \cdot 0,85 = 7140$ Н (0,85 – коефіцієнт умов роботи для вантажозахватних пристосувань), довжиною 11,2 м, масою $m = 0,0551 \cdot 11,2 = 0,62$ кг.

Підберемо переріз балки траверси, що працює як розтягнуто-згинальний

елемент з відстанню між місцями кріплення стропів $l = 4$ м.

Силу розтягування отримаємо за формулою:

$$N_x = N_1 \cdot \sin(46) + N_2 \cdot \sin(16) = 6,8 \sin(46) + 4,9 \sin(16) = 6,2 \text{ кН.}$$

Поперечну силу визначимо за формулою

$$N_y = N_1 \cdot \cos(46) + N_2 \cdot \cos(16) = 6,8 \cos(46) + 4,9 \cos(16) = 9,4 \text{ кН.}$$

Згинальний момент визначимо за формулою:

$$M_y = \frac{N_y l}{2} = \frac{9,4 \cdot 4}{2} = 18800 \text{ Нм}$$

Умова міцності згідно з формулою

$$\sigma = \frac{N_x}{A} + \frac{M_x}{W} > [\sigma] = R_y \gamma_c,$$

де $\gamma_c = 0,85$ — коефіцієнт умов експлуатації для вантажозахоплювальних пристосувань.

Підбираємо траверсу-балку з двотавра № 16 ДСТУ 8768:2018 за зі сталі С255 ($R_y = 255$ МПа) з $W_x = 109 \text{ см}^3$ і $A_x = 20,2 \text{ см}^2$, масою 64 кг.

Перевіримо умову міцності за формулою:

$$\sigma = \frac{N_x}{A} + \frac{M_x}{W} = \frac{6200}{20,2 \cdot 10^{-4}} + \frac{18800}{109 \cdot 10^{-6}} = 175,5 \text{ МПа} > [\sigma] = R_y \gamma_c = 255 \cdot 0,85 = 216,75 \text{ МПа.}$$

Кріплення ферми до канатів здійснюється за допомогою замкових пристроїв.

Кріплення канатів до траверси здійснюється через поліспаст, траверси до гака крана — через сталеву пластину загальною масою 40 кг.

Маса стропувальних пристосувань розраховується за формулою:

$$m = 64 + 0,62 \cdot 3 + 40 = 105,9 \text{ кг.}$$

Розділ 4
Охорона праці

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Державна політика України щодо охорони праці виходить із конституційного права кожного громадянина на належні безпечні і здорові умови праці та пріоритету життя і здоров'я працівника по відношенню до результатів виробничої діяльності. Реалізація цієї політики має забезпечити постійне поліпшення умов і безпеки праці, зменшення рівнів травматизму та професійної захворюваності. Верховною Радою України прийнятий Закон України «Про охорону праці» [1] Цей Закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їхнього життя та здоров'я в процесі трудової діяльності, на належні, безпечні та здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Згідно зі ст. 1 Закону України «Про охорону праці» визначені поняття та терміни.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Роботодавець – власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю.

Працівник – особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом).

Дія цього Закону поширюється на всіх юридичних і фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих. Законодавство про охорону праці складається з Закону «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» [2] та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Охорона праці містить три основних складових частини: правові норми трудового законодавства в цій галузі, виробничу санітарію, гігієну та безпеку

виробничих процесів, а також протипожежний захист. В основному законі України – Конституції, - питанням охорони праці присвячені три статті: 43, 45 та 46 [3].

Стаття 43 Конституції декларує, що кожен має право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку людина вільно обирає або вільно погоджується. Кожен має право на безпечні і здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом.

Стаття 45 Конституції гарантує працюючим право на відпочинок шляхом встановлення щорічної основної та додаткової відпустки, наданням обов'язкових щотижневих днів відпочинку, скороченого часу роботи в шкідливих умовах та нічний час.

В тексті статті 46 Конституції йдеться про право громадян на соціальний захист у випадку повної чи тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття, по старості та інших випадках, передбачених законом.

Вказані статті Конституції конкретизуються відповідними законодавчими актами. Загальними законами України, які визначають основні положення охорони праці є:

Кодекс законів про працю (КЗпП) [4].

Закон України "Про охорону праці" .

До законодавчої бази в галузі охорони праці також належать Закони України:

Кодекс законів про працю (КЗпП).

До законодавчої бази в галузі охорони праці також належать Закони України:

"Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування ".

"Про охорону здоров'я"[5].

«Про систему громадського здоров'я» [6],

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проектування

Випускною кваліфікаційною роботою передбачено виконання проєкту підприємства із переробки відходів в м. Харкові.

Роботи повинні виконуватися виключно на підставі дозвільної системи нарядів-допусків. Керівники робіт на місцях повинні своєчасно проходити навчальні курси та складати кваліфікаційні іспити з питань знання та застосування систем оцінки й

мінімізації ризиків на виробництві.

Безпосередньо під час проведення будівельних робіт виникає низка небезпечних і шкідливих факторів, що негативно впливають на здоров'я людей. Ці фактори можна умовно поділити на такі:

Фактори, пов'язані з роботою обладнання. Під час будівництва будівлі та прилеглих об'єктів використовуються різні види будівельних машин, такі як монтажні крани, автобетоновози, бетонозмішувачі, вібратори, підйомники тощо. Небезпечними зонами є: зона можливого переміщення конструкцій, зона можливого падіння конструкції.

Фактори, пов'язані з використанням електроенергії. Під час роботи з електроустановками різного типу можливі ураження електричним струмом, що використовується для живлення електроприводів, освітлення, зварювання.

Фактори, пов'язані з виникненням джерел шуму та вібрації. Цими джерелами є машини та механізми, а саме крани, бетономішалки, компресори та інші агрегати. Рівень шуму цих машин та агрегатів під час роботи може сягати 93–101 дБА і часто наближається до больового порогу людини. У ряді випадків підвищення рівня шуму та вібрації є порушенням правил експлуатації механічного обладнання, оскільки допустимий рівень шуму становить 80 дБА згідно з ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму [7]. Шум знижує працездатність людини та викликає виникнення глухоти, головного болю тощо.

Фактори, пов'язані з взаємодією з будівельними матеріалами. Виробничий пил, що виникає під час проведення земляних робіт, під час завантаження ґрунту в самоскид, під час розвантаження/завантаження сипучих матеріалів, під час транспортування речовин, що виділяють пил, тощо погіршує видимість у межах робочої зони, а також призводить до швидкого руйнування тертьових частин будівельних машин. Також речовини, що використовуються в будівництві, можуть викликати ряд професійних захворювань, хронічні отруєння, хвороби легенів тощо. Досить шкідливими з точки зору охорони здоров'я можна визнати такі роботи, як транспортування цементу та вапна, приготування бетону, фарб, роботи з токсичними речовинами (бензин, ацетон, розчинник).

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування

Небезпечним вважається виробничий фактор, вплив якого на працівника призводить до травми. Шкідливим вважається виробничий фактор, вплив якого на працівника призводить до захворювання.

На будівельному майданчику до зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів, пов'язаних з роботою монтажних і вантажопідіймальних машин, відносяться місця, над якими відбувається переміщення вантажів вантажопідійомними кранами. Небезпечні зони в радіусі роботи будівельних кранів повинні бути огорожені сигнальним огороженням. Фактори ризику при виконанні будівельно монтажних робіт наведені у табл. 4.1.

Оцінювання ризиків за матрицею Для визначення рівня ризику використано методи оцінки, засновані на поєднанні категорії серйозності небезпеки (I–IV) та ймовірності її реалізації (A–E). На підставі цього визначено індекс небезпеки та рівень ризику: від допустимого до неприпустимого.

Оскільки місто Харків знаходиться в зоні військового ураження, то під час виконання будівельно монтажних робіт передбачаються наступні заходи із охорони праці під час загрози обстрілів та бомбардувань (постановою Кабінету Міністрів України від 20 вересня 2024 р. № 1074). Попередженням про загрозу ракетного обстрілу або нальоту авіації, є сигнал «Повітряна тривога» (безперервні сирени). Він означає, що треба негайно переміститися в захисні споруди (сховища, споруди подвійного призначення та найпростіші укриття, швидкосторуджувані захисні споруди), які є основним засобом колективного захисту, або в умовно безпечні місця.

Перебувати в укриттях потрібно до сигналу «Відбій», про який також сповіщають сирени, радіо та телебачення або спеціальні мобільні застосунки. У разі недотримання цієї умови, потенційна небезпека для життя збільшується в рази.

Табл. 4.1 - Фактори ризику при виконанні будівельно монтажних робіт.

Найменування фактору	Спосіб виключення небезпечного фактору
Під час роботи з електроустановками різного типу можливі ураження електричним струмом, що використовується для живлення електроприводів, освітлення, зварювання.	Основні заходи з виключення небезпечного фактору передбачають використання діелектричних засобів, захисного заземлення та суворе дотримання інструкцій з охорони праці
Виробничий пил, що виникає під час проведення земляних робіт, під час завантаження ґрунту в самоскид, під час розвантаження/завантаження сипучих матеріалів.	Застосування непроникненого протипилового спецодягу, респіраторів і захисних окулярів. Контроль за станом повітря робочої зони відповідно до Наказу 08.04.2014 № 248 Зареєстровано в Міністерстві юстиції України
Падіння з висоти при земляних та висотних роботах	Встановлення знаків безпеки, обмеження зон падіння, огороження, монтажних поясів.
Хронічні отруєння, хвороби легенів тощо при транспортуванні цементу та вапна, приготування бетону, фарб, роботи з токсичними речовинами (бензин, ацетон, розчинник).	Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): обов'язкове носіння респіраторів з високим ступенем фільтрації (класу FFP2 або FFP3) для захисту від пилу, а також спеціальних масок із вугільними фільтрами для роботи з парами розчинників.
Наявність шуму і вібрації від ручних машин. Гранично допустимий рівень звуку на робочому місці - 80 дБ. Гранично допустимий рівень локальної вібрації - 109дБ.	Застосування засобів індивідуального захисту від шуму - протишуми і заглушки, а від вібрації - спеціальні рукавички і рукавиці. Контроль за вібрацією здійснюється відповідно до ДСН 3.3.6.039-99
Виділення шкідливих речовин при ручному електродуговому зварювання електродами і газовому різанні.	Застосування засобів індивідуального захисту- спецодяг і взуття, щиток і маска-шолом ПШ1 для захисту особи, брезентові рукавиці, окуляри для захисту від електричної дуги. Контроль за станом повітря робочої зони.

Таблиця 4.2 – Оцінка ризиків

№	Небезпечний фактор	Категорія серйозності	Ймовірність	Індекс ризику	Рівень ризику
1	Контакт з робочими органами машин та механізмів	II – Критична	B – Вірогідна	2B	Неприпустимий
2	Виділення шкідливих газів при зварювальних роботах	III – Гранична	A – Часто	3A	Неприпустимий
3	Опіки шкіряного покриву та органів зору при виконанні зварювальних робіт	II – Критична	C – Іноді	2C	Небажаний
4	Порізи від гострих крайок при виконанні монтажних робіт металевих конструкцій	III – Гранична	B – Вірогідна	3B	Небажаний
5	Рівень шуму від роботи машин (бульдозер, екскаватор)	IV – Незначна	A – Часто	4A	Припустимий з перевіркою
6	Робота на висоті під час монтажу конструкцій	I – Катастрофічна	D – Віддалена	1D	Небажаний
7	Фізичне перевантаження	III – Гранична	C – Іноді	3C	Небажаний

4.4. Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проектування

З метою підвищення уважності працівників та попередження їх про можливу небезпеку на будівельних майданчиках будівельні машини, пристосування та пристрої пофарбовані у сигнальні кольори відповідно до ДСТУ EN ISO 7010:2019 «Графічні символи. Кольори та знаки безпеки». [8] використано такі сигнальні кольори:

- Червоний – заборона, безпосередня небезпека, засіб пожежогасіння.
- Жовтий – попередження, можлива небезпека.
- Зелений – припис, безпека.
- Синій – вказівка, інформація.

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

Для зниження рівня травматизму та підвищення культури виробництва будівельно-монтажне обладнання та пристосування пофарбовані у жовтий сигнальний колір. Елементи підйомно - транспортного обладнання, будівельно-дорожніх машин, кабін та огорож кранів, поворотні кабіни, майданчики вантажопідйомників, бампери та бічні поверхні електрокарів, навантажувачі, візки, стріли нижніх частин поворотних платформ екскаваторів, баштових, монтажних та автомобільних кранів, захвати та майданчики автонавантажувачів, зовнішні частини бічних стінок ковшів екскаваторів та обойми вантажних гаків пофарбовані похилими смугами під кутом 45... 60°, смугами шириною від 30 до 200 мм жовтого та чорного кольорів (співвідношення ширини смуг 1:1).

У жовтий колір пофарбовані також ємності, що містять речовини з небезпечними та шкідливими властивостями.

Внутрішня поверхня кожухів, що відкриваються, пофарбована в жовтий колір. Рукоятки управління будівельних машин пофарбовані в колір, відмінний від основного кольору машини або стін кабіни; внутрішня поверхня кабіни — у світлі тони.

В умовах існування небезпеки ракетно-бомбових ударів, що завдає по місту Харкову країна агресор розроблені наступні заходи:

1. Створено реєстр місць тимчасового укриття персоналу
2. Забезпечено у місцях тимчасового укриття: аптечок і укомплектування їх засобами для зупинки крові, наявність питної води, наявність місць для сидіння для більш комфортного перебування персоналу в разі затяжних повітряної тривоги.

У «прорабській» і в «побутових» робочих повинні матись за аптечки з набором необхідних медикаментів та інвентаря (дезінфікуючі, кровоспинні, перев'язувальні і судинорозширювальні засоби, стерильні бинти та вату, джгуті т.п.). Крім

цього, перед початком будівництва необхідно позитивно вирішити питання з адміністрацією Замовника про надання, при необхідності, медичної допомоги будівельникам самою близькою лікарнею до об'єкту будівництва (за принципом найближчого розташування).

Експлуатація вантажопідіймального крана повинна проводитися з обов'язковим дотриманням НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» [9]. Обов'язково призначаються відповідальні за охорону праці при виконанні робіт із застосуванням крана інженерно-технічні працівники, які мають попередньо пройти перевірку знань правил і інструкцій з безпечного виконання робіт з використанням крану. Металеві частини будівельних машин з електроприводом повинні бути заземлені. Залишати без нагляду машину з працюючим двигуном або в неробочий час - з підвішеним до стріли крана вантажем, забороняється.

Інженерно-технічний персонал будівництва повинен своєчасно виконувати необхідні заходи з охорони праці, а також грамотне і своєчасно оформляти документацію, що відноситься до роботи по забезпеченню охорони праці:

- оформляти акти-допуски на виробництво будівельно-монтажних робіт на території;
- вести на об'єкті всю виконавчу документацію (журнали виконання робіт), передбачену ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» [10].

Для забезпечення комплексних заходів з охорони праці під час виконання будівельно монтажних робіт необхідно вжити наступні заходи:

- дотримання вимог до виконання будівельних робіт в умовах діючого підприємства при здійсненні реконструкції, капітального ремонту або технічного переоснащення;
- захист об'єкта будівництва, прилеглої території та забудови від впливу несприятливих природних або техногенних факторів.
- ліквідацію негативного техногенного впливу будівництва на навколишнє

середовище у разі виявлення його засобами моніторингу;

• безпечне розміщення на будівельному майданчику виробничих та побутових приміщень і споруд для обслуговування будівництва, безпечне облаштування робочих місць, забезпечення проїзду і обслуговування транспортних засобів; захист котлованів, траншей і виробок від обвалення.

Висновки

У розділі з охорони праці ремонтного корпусу розглянуті ключові аспекти забезпечення безпеки працівників під час виконання будівельно-монтажних робіт, а також у процесі експлуатації підприємства із переробки відходів. Проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, таких як шум, вібрація, недостатнє освітлення, вплив хімічних речовин і пилу, а також визначено способи їх мінімізації. Умови праці на будівельному майданчику оптимізовані відповідно до чинних нормативів, передбачено створення санітарно-побутових приміщень, організовано безпечне зберігання матеріалів і захист працівників від зовнішніх факторів. Крім того, розроблено рекомендації щодо організації безпеки в умовах військової агресії, які включають укріплення будівель, планування евакуаційних заходів, створення укриттів і впровадження систем раннього оповіщення.

Літературні джерела:

1. Закон України «Про охорону праці»: <https://ips.ligazakon.net/document/T269400>
2. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування»: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/110514#Text>
3. Конституція України: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>
4. Кодекс законів про працю (КЗпП). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text>
5. Закон України Про охорону здоров'я <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text>
6. Закон України Про систему громадського здоров'я <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text>
7. ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=56317

8. ДСТУ EN ISO 7010:2019 «Графічні символи. Кольори та знаки безпеки»
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83263
9. НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» .
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77156
10. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64312

Перелік літератури

1. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу.- Вид. офіц.—К.: Мінрегіонбуд України, 2014. —199 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. .- Вид. офіц.—К. : Мінбуд України, 2006. —59с.
3. ДБН В.1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та ос- нов.- Вид. офіц.—К. : Мінрегіонбуд України, 2009. —43с.
4. ДБН В.2.6-98: 2009. Бетонні і залізобетонні конструкції. Основні положення.- Вид. офіц.—К. : Мінрегіонбуд України, 2011. —71с.
5. ДБН А.2.2-3-2012. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва.
6. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва.
7. ДБН В .1.2-8-2021 . Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього середовища.
8. ДСТУ Б В.2.6-199:2014. Конструкції сталеві будівельні. Вимоги до виготовлення.- К. : Мінрегіон України, 2015. —63с.
9. ДСТУ Б В.2.6-200:2014. Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу.- К. : Мінрегіон України, 2015. —50с.
10. ДСТУ Б В.2.6-156: 2010. Бетонні і залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування.- К. : Мінрегіонбуд України, 2011. —117с.
11. ДСТУ 8768:2018 «Двотаври сталеві гарячекатані»;
12. ДСТУ 2251:2018 «Кутики сталеві гарячекатані. Рівнополічні. Сортамент»;
13. ДБН В.2.1-10:2018 Основи та фундаменти споруд. — К., 2009. — 104с.;
14. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»;
15. НПАОП 45.2-3.01-04 «Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, зайнятим у будівельному виробництві»;
16. НПАОП 45.2-7.03-17 «Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках»;
17. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт»;
18. НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями»;
19. НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті»;
20. НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажо-підіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання»;
21. НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»;
22. Нілов О.О., Пермяков В.О., Шимановський О.В., Білик С.І., Лаврінченко Л.І., Белов І.Д., Володимирський В.О. Металеві конструкції: Загальний курс: Підручник для вищих навчальних закладів. - Видання 2-е, перероблене і доповнене/Під загальною

редакцією О.О. Нілова та О.В. Шимановського.- К. :Видавництво «Сталь», 2010. - 869 с.

23. Проектування металевих конструкцій. Сталевий каркас одноповерхової виробничої будівлі. Теоретичні основи проектування з прикладами розрахунку /М.І.Підгурський, І.М. Підгурський. – Тернопіль: . – 236 с.

24. Романюк В.В., Супрунюк В.В. Металеві конструкції. Каркаси одноповерхових промислових будівель: навч. Посіб. [Електронне видання]. Рівне: НУВГП, 2021. – 501с.

25. Проектування поперечної рами металокаркасу виробничих будівель: методичні рекомендації до практичних занять із навчальної дисципліни «Проектування металевих конструкцій» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Промислове та цивільне будівництво») / Укладачі: Череднік Д.Л., Рюмін В.В., Солодовник Ю.Ю. Цифровий репозиторій ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. 2024. 56с. <https://eprints.kname.edu.ua/66642/>

26. Методичні рекомендації «Проектування конструкцій покриття виробничих будівель» до практичних занять з дисципліни «Проектування металевих конструкцій» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія освітньої програми «Промислове та цивільне будівництво») / Укладачі: Яровий С.М., Рюмін В.В., Солодовник Ю.Ю. Цифровий репозиторій ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. 33с. <https://eprints.kname.edu.ua/66218/>

27. Методичні рекомендації «Компонування каркасу одноповерхових виробничих будівель та їх статичний розрахунок» до практичних занять із навчальної дисципліни «Основи проектування металевих конструкцій» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Промислове та цивільне будівництво») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Д. Л. Череднік, В. В. Рюмін, Ю. Ю. Солодовник. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 64 с. <https://eprints.kname.edu.ua/68456>

28. Методичні рекомендації «Проектування підкранових конструкцій та колон» до практичних занять із вибіркової навчальної дисципліни ВК П1.5 «Проектування металевих конструкцій» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Промислове та цивільне будівництво»). <https://eprints.kname.edu.ua/68577/>

29. Методичні рекомендації до проведення практичних робіт і організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Механіка ґрунтів та основи фундаментобудування» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. В. Гаврилюк, В. А. Александрович, Ю. І. Кобзар. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 66 с.