

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

ННІ/факультет	Навчально-науковий технологічний інститут
Кафедра	Інжинірингу з галузевого машинобудування
Спеціальність	133 Галузеве машинобудування
Форма навчання	Денна

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Друзь Ілля Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему

Механічне обладнання цеху Блюмінг Прокатного департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Модернізація приводу підйому-опускання упорної плити БЗС 730/500

(повна назва теми)

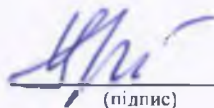
за матеріалами

Цех Блюмінг Прокатного департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

(повна назва бази дослідження)

науковий керівник д.т.н., професор

(наук. ступінь, вчене звання)


(підпис)

Учитель О. Д.

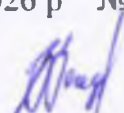
(прізвище, ініціали)

Робота допущена до захисту в ЕК

Протокол засідання кафедри

від 23 січня 2026 р № 9

Завідувач кафедри


(підпис)

д.т.н., професор

(наук. ступінь, вчене звання)

В. Й. Засельський

(ініціали, прізвище)

Кривий Ріг – 2026

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра Інжинірингу з галузевого машинобудування

Рівень вищої освіти Другий (магістерський)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІГМ


(підпис)

проф., д.т.н., Засельський В. Й.
(посада, вчене звання, прізвище ініціали)

« 20 »

жовтня

2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА ЗДОБУВАЧА

Друзь Ілля Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи магістра

Механічне обладнання цеху Блюмінг Прокатного департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Модернізація приводу підйому-опускання упорної плити БЗС 730/500

керівник кваліфікаційної роботи магістра Учитель О. Д., д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «20» жовтня 2025 р. № 723-ст

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи до кафедри 15.01.2026

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи магістра

Умови виробництва цеху Блюмінг Прокатного департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Конструкція та технічна характеристика підйому-опускання упорної плити БЗС 730/500, інформація про недоліки конструкції.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1 Аналітична частина;

4.2 Основна частина;

4.3 Організація безпечного виробництва.

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

3 аркуші формату А1 складальний кресленик: привод підйому-опускання упорної плити, амортизатор; 2 аркуші формату А1 кресленик деталей: вал ексцентрикний, стакан, втулка, поршень.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина	Учитель О. Д., професор	 20.10.25	 20.10.25
Основна частина	Учитель О. Д., професор	 20.10.25	 20.10.25
Організація безпечного виробництва	Учитель О. Д., професор	 20.10.25	 20.10.25

7. Дата видачі завдання 20 жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	Аналітична частина	21.11.2025	вик.
2.	Основна частина	15.12.2025	вик.
3.	Організація безпечного виробництва	22.12.2025	вик.
4.	Оформлення пояснювальної записки	26.12.2025	вик.
5.	Виконання графічної частини	12.01.2026	вик.
6.	Подання роботи до кафедри	15.01.2026	вик.
7.	Захист роботи в ЕК	26-31.01.2026	

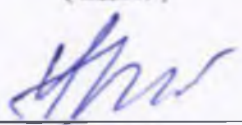
Здобувач


(підпис)

Друзь І. Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

Учитель О. Д.

(прізвище та ініціали)

Лист приміт.		№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	№ ЕКЗ	Примітки	
		1							
		2			Документація загальна				
		3							
		4			Знов розроблена				
Спав. №		5							
		6	A1	KPM.133.26.06.00.000 СК	Складальне креслення	1			
		7	A4	KPM.133.26.06.ПЗ	Пояснювальна записка	90			
		8							
		9			Документація по				
		10			складальним одиницям				
		11							
		12			Знов розроблена				
Подп. и дата		13							
		14	A2	KPM.133.26.06.04.000 СК	Амортизатор				
		15			Складальне креслення	1			
		16	A3	KPM.133.26.06.05.000 СК	Вузол плити				
		17			Складальне креслення	1			
		18							
Взам. инв. №		19							
		20							
		21							
Подп. и дата		22							
Инв. № подл.						133.26.06.KPM			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Дрцзъ			12.01.26			
		Пров.	Учитель			12.01.26			
		Н.контр.	Учитель			21.01.26			
		Утв.	Засельський			23.01.26			
Привод підйому-опускання упорної плити Відомість кваліфікаційної роботи магістра						Лист	Лист	Листов	
						1	1	2	
						ННТІ ДУЕТ кафедра ІГМ гр. ГМ-24м			

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількост	№ ЕКЗ	Примітки
23						
24			Документація по деталям			
25						
26			Знов розроблена			
27						
28	A1	KPM.133.26.06.00.004	Вал ексцентриковий	1		
29	A3	KPM.133.26.06.00.005	Болт	1		
30	A3	KPM.133.26.06.04.001	Стакан	1		
31	A4	KPM.133.26.06.04.002	Поршень	1		
32	A4	KPM.133.26.06.04.004	Втулка	1		
33	A3	KPM.133.26.06.05.001	Плита	1		
34	A1	KPM.133.26.06.05.002	Кронштейн	1		
35	A3	KPM.133.26.06.05.003	Шип	1		
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	133.26.06.KPM	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	
					2	

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра : 90 стор., 25 рис., 15 табл., 22 джерела.

Об'єкт розробки - привод підйому-опускання упорної плити БЗС 730/500 цеху Блюмінг Прокатного департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Ціль розробки - підвищення надійності роботи, поліпшення експлуатаційних характеристик, зменшення витрат на ремонт за рахунок зниження динамічних навантажень на привод підйому-опускання упорної плити.

Метод досліджень – аналітичний – визначення навантажень в деталях упору, розрахунок міцності основних деталей.

Запропоновані шляхи зменшення динамічних навантажень, розроблено проект упору без передачі динамічних навантажень на привід.

Розглянуто організацію ремонтних робіт на підприємстві, методи монтажу та контролю при монтажі деталей та вузлів приводу підйому-опускання упорної плити.

Запропоновані заходи щодо організація безпечного виробництва при експлуатації, обслуговування та ремонту приводу підйому-опускання упорної плити.

Результати роботи можуть бути використані при модернізації конструкції приводу підйому-опускання упорної плити.

ПРИВОД ПІДЙОМУ-ОПУСКАННЯ УПОРНОЇ ПЛИТИ, ДИНАМІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ТЯГА, АМОРТИЗАТОР, НАДІЙНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	10
1.1 Характеристика безперервно-заготовочного стану 730/500	10
1.2 Призначення та область застосування приводу підйому-опускання упорної плити	24
1.3 Технічна характеристика	24
1.4 Опис базової конструкції	25
1.5 Аналіз недоліків в роботі машини. Можливі причини недоліків	27
1.6 Формування мети та задач для її досягнення	27
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	28
2.1 Аналіз стану існуючих інноваційних рішень	28
2.2 Пропозиції по досягненню поставленої мети	37
2.3 Аналітичні розрахунки	39
2.3.1 Силловий і кінематичний аналіз механізму	40
2.3.2 Розрахунок і вибір електродвигуну	42
2.3.3 Розрахунок і вибір муфт	43
2.3.4 Перевірочний розрахунок гальма	44
2.3.5 Перевірочний розрахунок редуктора	45
2.3.6 Розрахунок ексцентрикового валу	46
2.3.7 Розрахунок тяги	49
2.3.8 Розрахунок підшипників ковзання	52
2.3.9 Розрахунок кронштейна	54
2.4 Монтаж, ремонт, змащення	58
2.4.1 Прив'язка машини до технологічного тракту	58
2.4.2 Технологічна карта монтажу	64
2.4.3 Зношення відповідальних деталей та методи їх відновлення	67
2.4.4 Розробка графіка планово-попереджувальних ремонтів	70
2.4.5 Змащення	72

3	ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	74
3.1	Аналіз основних шкідливостей і небезпечностей	74
3.2	Заходи щодо зниження шкідливостей і небезпечностей	77
3.2.1	Засоби індивідуального захисту	81
3.2.2	Санітарно-побутові приміщення і пристрої	83
3.3	Пожежна профілактика	84
	ВИСНОВОК	87
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	88
	ДОДАТКИ	90

ВСТУП

Постійне зростання металургійного виробництва вимагає щорічного введення в дію нових, більш потужних металургійних агрегатів та безперервної модернізації вже існуючого обладнання для підвищення його продуктивності, рівня механізації та автоматизації.

Оснащення металургійних цехів високопродуктивними, максимально механізованими та значною мірою автоматизованими установками ще більше посилює вимоги до вдосконалення організації, обслуговування і ремонтних процесів. Також це ставить перед галуззю масштабні завдання вивчення закономірностей зносу обладнання та розробки заходів, спрямованих на підвищення надійності й довговічності машин. Металургійні машини функціонують в екстремальних умовах із серйозними динамічними навантаженнями. Зважаючи на те, що багато з цих машин і агрегатів є унікальними та коштовними, проблема зменшення динамічних навантажень і підвищення їхньої надійності та довговічності набуває особливої актуальності.

Розв'язання цієї складної проблеми можливе шляхом застосування комплексного підходу, який включає детальне вивчення фізичних процесів і навантажень у машинах, вибір оптимальних конструктивних параметрів, підвищення якості виготовлення обладнання, впровадження демпфірувальних пристроїв тощо.

Основні напрями такого підходу можна окреслити наступним чином:

- вибір оптимальних кінематичних схем механізмів із виключенням пасивних зв'язків;
- визначення дійсної картини фізичних процесів у машинах з урахуванням жорсткості деталей, наявності зазорів у з'єднаннях, характеристик двигунів та режимів їхньої роботи;

- поліпшення динамічних характеристик обладнання через оптимізацію розподілу мас і жорсткостей систем, що забезпечує зменшення динамічних навантажень та швидке їх гасіння;
- підвищення якості матеріалів і технологічних процесів виготовлення деталей, забезпечення високої точності обробки та монтажу із мінімізацією зазорів у з'єднаннях;
- розроблення конструкцій машин із раціональним розміщенням приводів у механізмах, уникнення тривалих і складних трансмісій;
- впровадження індивідуальних приводів для кожного механізму;
- використання у важких машинах багатошвидкісних приводів, а також безредукторних або гідравлічних систем, які мають кращі динамічні характеристики.

Такий підхід дозволяє значно підвищити ефективність і надійність роботи машин в умовах різноманітних експлуатаційних режимів.

Метою модернізації конструкції приводу для підйому та опускання упорної плити в цій кваліфікаційній роботі магістра є зменшення динамічних навантажень на вузли та деталі приводу.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика безперервно-заготовочного стану 730/500

Безперервно-заготовочний стан (БЗС) 730/500 цеху Блюмінг Прокатного департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» призначений перекатування блюмів у заготовки меншого розміру, які використовуються для дрібносортових і дротяних станів, а також для виробництва товарної продукції.

Початковий перетин блюмів становить 300×300 мм, а кінцевий перетин заготовок має такі варіанти [1]:

- основний сортамент: квадратні заготовки розміром 125×125 мм та 80×80 мм;
- за особливими вимогами: квадрат 150×150 мм або бандажна смуга 32×126 мм.

Маса блюмів при прокатуванні:

- для заготовок перетином 80×80 мм на основній лінії може досягати 9,1 тони. При цьому довжина розкату, що виходить зі стану 730 і надходить у стан 500, не повинна перевищувати 74 м. Загальна довжина розкату у кінцевому перетині, що виходить зі стану 500, може досягати до 184 м.
- для заготовок перетином 125×125 мм з передачею їх на обвідну лінію маса досягає 8,6 тонни. Загальна довжина розкату, який виходить зі стану 730 та проходить через велике шлеперне поле до ножиців потужністю 800 тонн, не повинна перевищувати 68 м.

Довжина порізаних заготовок після обробки летючими ножицями стану 500 варіюється від 10,5 до 11,5 метра [1].

Довжина порізаних заготовок після ножиць потужністю 800 тон визначається:

- для товарної продукції відповідно до замовлень споживачів;
- для перекатування на дротяних станах комбінату згідно з технологічними інструкціями відповідних станів.

Максимальна маса порізаних заготовок залежить від їхнього перетину:

- для перетину 80×80 мм – до 580 кг;
- для перетину 125×125 мм – до 1420 кг;
- для перетину 150×150 мм – до 2100 кг.

Асортимент прокатних станкових заготовок та допустимі відхилення їх розмірів наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Асортимент прокатних станкових заготовок

№ п/п	Розміри сторін заготовки, мм		Радіус закруглення кутів, мм	Граничні відхилення сторін заготовки, мм		Теоретична маса 1 пог. м заготовки (по калібрах)	Призначення заготовки
	висота	ширина		Якість стали			
				звичайна	якісна		
1	80	80	12	3,0	2,0	48,0	Перекачування, товар
2	125	125	18	4,0	2,7	118,4	Перекачування, товар

Джерело: розроблено із використанням [1]

Різниця між діагоналями перетину заготовки не повинна перевищувати 0,7 від суми граничних відхилень сторони квадрата.

Угнутість або опуклість поверхонь заготовки, а також відмінність між будь-якими двома сторонами не мають перевищувати 0,5 від суми граничних відхилень сторони квадрата.

Контролювання величини угнутості та опуклості поверхонь заготовок здійснюється за допомогою глибиноміра або штангенциркуля.

Блюми, вироблені з киплячої, напівспокійної та спокійної сталі з використанням теплоізоляційних вкладишів, подаються на стан 730 (рис. 1.1) донною частиною вперед. Блюми, виготовлені із злитків низьколегованої сталі марки 20ГС у спокійних виливницях із прибутковою частиною, розгортаються

на 180° за допомогою поворотного пристрою та подаються в першу кліть стану 730 головною частиною вперед.

Після прокатки у першій безперервній групі розкат спрямовується на рольганг між станами 730 і 500.

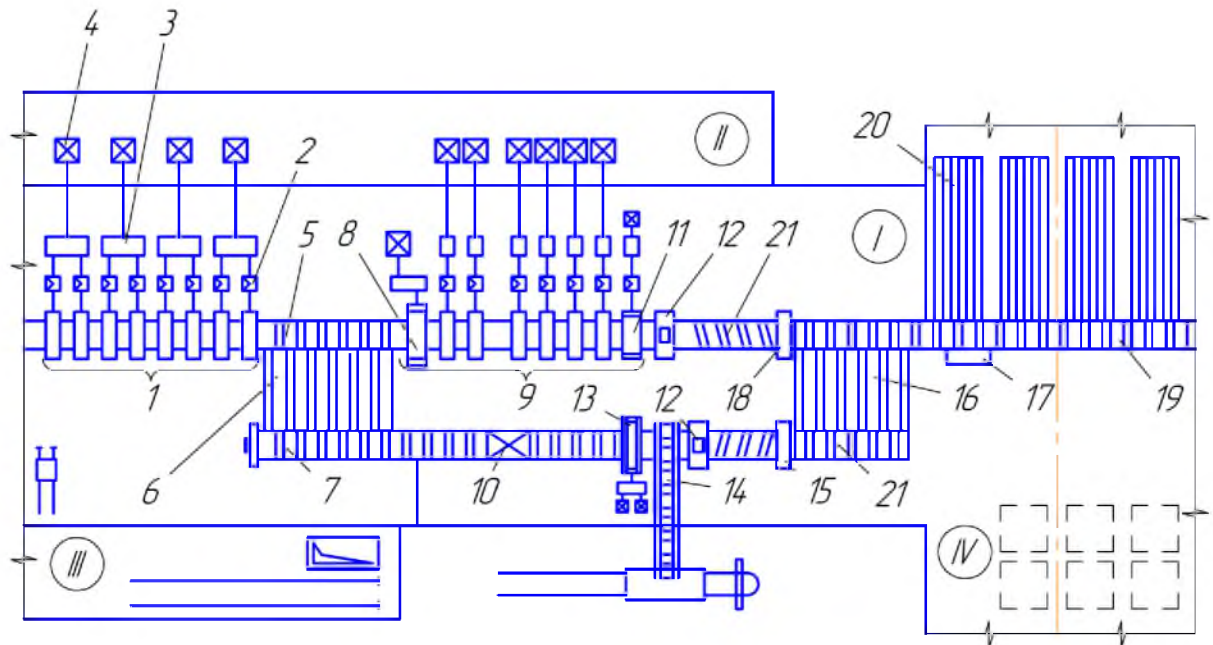


Рис. 1.1 Схема розташування устаткування БЗС 730/500

- I – становий проліт; II – машзал; III – проліт блюмів і слябів;
 IV – склад заготовок; 1 – стан 730; 2 – шестеренна кліть; 3 – редуктор;
 4 – електродвигун; 5 – рольганг між станами; 6 – шлеперний пристрій;
 7 – обводний рольганг; 8 – маятникові ножиці; 9 – стан 500;
 10 – правильна машина; 11 – летючі ножиці; 12 – клеймитель;
 13 – ножиці зусиллям 800 т; 14 – конвеєр прибирання обрізу;
 15, 18 – упорна плита; 17 – ділянка обрізки заднього кінця розкату;
 19 – рольганг холодильника; 20 – холодильник; 21 – пакетируючий рольганг

Джерело: розроблено із використанням [2]

Довжина рольганга між двома групами стану спроектована таким чином, щоб на ньому могла розміщуватись заготовка з перетином 125×125 мм і довжиною до 68 м. Розкати, які не призначені для прокатування на стані 500, передаються на рольганг обвідної лінії за допомогою шлеперного пристрою.

Рольганг обвідної лінії, проходячи через ролики правильного пристрою, транспортує розкат до 800-тонних ножиців, що здійснюють різання в гарячому стані. При цьому виконується обрізка переднього і заднього кінців розкатів. Для різання на мірні довжини використовується регульований упор, розташований за 800-тонними ножицями.

Порізані на мірні довжини заготовки маркуються по торцю, збираються в пакети на рольганзі з косо встановленими роликами і переміщуються до холодильників.

Заготовки, які виходять із першої безперервної групи стану й призначені для подальшого прокатування, транспортуються рольгангом до другої безперервної групи. Перед цією групою, за необхідності, здійснюється обрізка кінців заготовок на маятникових ножицях.

У другій групі стану прокатуються квадратні заготовки з перетином 80×80 мм. Основним перетином для цієї групи є квадрат 125×125 мм.

Розкати, що проходять прокатування на стані 500, розрізаються на ходу летючими планетарними ножицями, застосовуючи технологію без залишкового розкрою металу. Потім вони маркуються по торцю маркувальною машиною, формуються в пакети на рольганзі з косо розташованими роликами і надходять до холодильників [1].

Охолоджені заготовки за допомогою електромагнітних кранів знімаються із холодильників і транспортуються у штабелі на склад або на грати дрібносортих чи дротяних станів.

Технічні параметри обладнання:

Підйомно-поворотний механізм.

Призначений для повороту бльома в горизонтальній площині на 180° перед його подачею до першої кліті стана 730.

Основні характеристики:

- Кількість одиниць: 1
- Максимальна маса заготовки, що повертається: 9 тон
- Максимальна довжина заготовки: 13 метрів
- Максимальний перетин заготовки: 305×305 мм
- Висота підйому заготовки: 600 мм
- Час для підйому заготовки: 2 секунди
- Час для опускання заготовки: 2 секунди
- Час для виконання повороту заготовки: 8 секунд

- Передавальне число черв'ячного редуктора: 44
- Привід механізму підйому: електродвигун МТК 52-8, потужність 33,5 кВт, частота обертання 68 об/хв.

- Загальне передавальне відношення редуктора механізму повороту: 113

Транспортні та робочі рольганги:

Призначені для переміщення блюмів і заготовок уздовж технологічної лінії стану. Технічні характеристики рольгангів моделі НЗС 730/500 наведені в таблиці 1.2.

Робочі кліті стану 730:

Розроблені для обтискання блюмів у вертикальній площині. Стан 730 оснащений вісьмома однаковими горизонтальними клітями, що мають груповий привід, який передає зусилля на кожні дві кліті через редуктор і шестеренні механізми. Кожна кліть включає такі основні вузли та механізми: вузол станин, плитовини, механізми регулювання верхнього та нижнього валів, а також вузол подушок.

Вузол станини:

Кількість: 1

Тип: відкритий

Матеріал: сталь 20Л

Загальна маса: 29 400 кг

Висота: 3 160 мм

Відстань між осями станин: 2 100 мм

Просвіт між внутрішніми площинами станини: 760 мм.

Технічні характеристики транспортних рольгангів наведені в таблиці 1.2.

Механізм встановлення верхнього валка:

Кількість: 1 одиниця.

Привод натискного пристрою: електродвигун із черв'ячним редуктором.

Швидкість переміщення натискного гвинта: 0,96 мм/с.

Різьба натискного гвинта: Уп 240×32.

Робочий хід гвинта: 120 мм.

Механізм встановлення нижнього валка:

Кількість: 1 одиниця.

Тип: клиновий із ручним приводом.

Хід натискного гвинта: 48 мм.

Урівноваження верхнього гвинта: пружинне.

Таблиця 1.2

Технічні характеристики транспортних рольгангів

№ п/п	Найменування рольганга	К-сть на стані, шт	К-сть роликів, шт	Шаг роликів, мм	Діаметр бочки, мм	Длина бочки, мм	Швидкість на бочке, м/с	Електро-двигун (тип, потужність, частота обертання)	Привод
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Підводящий рольганг	1	8	2000	300	1500	1,78	АЗР-44-166 16 кВт, 375 об/хв	Інд.
2	Рольганг між станами	1	47	1500	340	1600	1,72	АЗР-44-16: 16 кВт, 375 об/мин	-"-
3	Обводний рольганг	1	46	1500	340-р 250-х	600	2,68	АЗР-44-16: 16 кВт, 375 об/ об/хв	-"-
4	Підводящий рольганг к ножицям 800 т	1	18	1500	350	600	2,7	МП-72, 72 кВт, 520 об/мин	Груп.
5	Рольганг перед ножицями 800 т	1	10	1500	350	600	2,7	МП-72, 72 кВт, 520 об/хв	-"-
6	Рольганг за ножицями 800 т	1	23	900 600	350	600	2,7	МП-72, 72 кВт, 520 об/хв	-"-
7	Пакуєючий рольганг обводної лінії	1	22	900	350	2090	2,5	МП-72, 72 кВт, 520 об/хв	-"-
8	Рольганг №1 передаточних плеперів	1	14	900	350	2000	2,0	АРП74-16, 28 кВт, 370 об/хв	Інд.
9	Рольганг перед лепочими ножицями	1	4	900	350	800	1,65-7,8	АРП74-16, 28 кВт, 370 об/хв	-"-
10	Рольганг за летучими ножицями /2 холост/	1	24	500	350	800	1,7-7,5	АРП74-16, 28 кВт, 370 об/хв	-"-
11	Консольний рольганг	1	16	500	350	600	1,7-7,5	АРП74-16, 28 кВт, 370 об/хв	-"-
12	Пакуєючий рольганг із трех секцій	1 1 1	7 7 5	1000 1000 1000	350 350 350	2629 2629 2629	2,0-7,0 2,0-7,0 2,0-7,0	ДП -82, 120 кВт, 450 об/хв -" АРП74-16, 28 кВт, 370 об/хв	Груп. Груп. Інд.
13	Рольганг № 2 передавальних плеперів	1	7	900	350	2000	1,7 ÷ 7,5	АРП74-16, 28 кВт, 370 об/хв	Інд.
14	Рольганг перед холодильником	1	10	900	350	2000	1,6-7,0	АРП74-16, 28кВт, 370 об/хв	-"-
15	Рольганг холодильника	5	66	1200	350	2000	2,0	АРП74-16, 28 кВт, 370 об/хв	-"-

Джерело: розроблено із використанням [2]

Подушки:

На одну кліть встановлюється така кількість подушок:

– верхніх – 2 шт.;

– нижніх – 2 шт.

Розміри верхніх подушок:

– 720×387×510 мм (для 1-ї та 2-ї клітей);

– 710×280×510 мм (для 3-ї–10-ї клітей).

Розмір нижньої подушки – 720×387×510 мм.

Маса комплекту подушок валків:

– верхні – 1360 кг;

– нижні – 1440 кг.

Валки:

Маса комплекту валків:

– для 1-ї та 2-ї клітей

– 16950 кг;

– для 3-ї–10-ї клітей – 14100 кг.

Матеріал: сталь 55 або сталь 60ХН.

Довжина бочки – 1530 мм;

Довжина шийки – 680 мм;

Загальна довжина валка – 3490 мм.

Технічні характеристики клітей стану 730 наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Технічні характеристики клітей стану 730

Найменування	Од. вим.	Номер кліті							
		1	2	3	4	5	7	8	10
Діаметр бочки:	мм	780	760	690	690	690	715	695	705
–максим.		740	720						
–мінім.									
Діаметр шийки	мм	480	480	450	450	450	450	450	450
Частота обертання (макс.)	об/хв	18,88	23,68	17,65	21,3	24,96	31,31	38,19	47,82

Джерело: розроблено із використанням [4]

Підшипники:

Представлені в кількості чотирьох одиниць.

Вони виготовлені з текстоліту, змащуються і охолоджуються водою, а також додатково обробляються густим мастилом.

Приводи:

Для першої та другої клітей використовується електродвигун із потужністю 1840 кВт і діапазоном оборотів від 125 до 250 об/хв. Останні кліті оснащені електродвигунами з потужністю 2000 кВт і швидкістю обертання 125 об/хв. Механізм пересування лінійки в маятникових ножицях:

Слугує для спрямування розкату до ножиць.

Швидкість переміщення лінійки становить 7 мм/с.

Робочий хід лінійок: для лівої лінійки—360 мм, правої—480 мм.

Привод кожної лінійки забезпечується електродвигуном МТК 12-6 з потужністю 3,5 кВт і частотою обертання 370 об/хв.

Маятникові ножиці:

Цей пристрій використовується для обрізки передніх кінців розкату перед їхньою подачею в кліть стану 500, а також для аварійного різання.

Кількість одиниць – 1.

Тип – маятникові.

Максимальне зусилля різання – 150 тонн.

Довжина ножа становить 700 мм.

Хід ножів: верхнього – 200 мм, нижнього – 150 мм.

Максимальний розкрив ножів – 345 мм, перекриття ножів – 5 мм.

Температура металу під час різання – 950°C.

Швидкість руху металу в момент різання – 2,5 м/с.

Маса установки (без електрообладнання) – 52 т.

Привод оснащений електродвигуном П171-5к потужністю 630 кВт із частотою обертів 500 об/хв.

Максимальний перетин металу для різання – 127×127 мм.

Пересувні лінійки:

Ці лінійки призначені для подачі заготовок із перетином 125×125 мм до першої кліти стану 500.

Швидкість руху лінійок становить 4,21 мм/с.

Робочі кліти стану 500:

Робочі кліти слугують для виробництва заготовок із перетином 80×80 мм шляхом прокатування металу початковим перетином 125×125 мм.

Стан 500 включає шість однакових горизонтальних клітей (див. табл. 1.4), кожна з яких має індивідуальний привод.

Таблиця 1.4

Технічна характеристика клітей стану 500

Найменування	Од. вим.	Номер кліти					
		12	13	15	16	17	18
Діаметр бочки:	мм						
–максималън.		540	540	550	530	530	530
–мінімалън.		500	480	500	480	480	480
Частота	об/хв	118	118	148,6	182	300	300
обертання (макс)		59	59	74,3	91	125	125
Маса комплекту	кг	4280	4280	4280	4160	4160	4160

Джерело: розроблено із використанням [4]

Станина:

Кількість: 1.

Тип: закритий.

Матеріал: сталь 35Л.

Вага: 9200 кг.

Висота: 2910 мм.

Відстань між осями станини: 1130 мм.

Ширина між внутрішніми площинами станини: 620 мм.

Механізм регулювання верхнього валу:

Кількість: 1.

Привід натискного пристрою: електродвигун із черв'ячним редуктором.
Різьба натискного гвинта: Уп 200×12.

Довжина різьбової частини: 420 мм.

Швидкість переміщення натискного гвинта: 0,235 мм/с.

Механізм регулювання нижнього валу:

Кількість: 1.

Привід: ручний.

Різьба натискного гвинта: Уп 200×12.

Довжина різьбової частини: 350 мм.

Подушки:

На одну кліть передбачено 4 подушки: дві верхні та дві нижні.

Розміри верхніх подушок складають 580×360×295 мм, нижніх – 580×330×295 мм.

Маса комплекту подушок на один валок становить: - верхній – 647 кг, -
нижній – 607 кг.

Врівноважувальний пристрій працює на основі пружинного механізму.

Валки:

Валки виготовлені з низьколегованого чавуну, доповненого магнієм.

Розміри: - довжина шийки – 330 мм, - діаметр шийки – 330 мм, - довжина
бочки – 300 мм.

Підшипники:

Система включає 4 підшипники. Вони текстолітові, наборні, ковзного типу.

Підшипники забезпечуються водоохолодженням та додатковим
мастилом густої консистенції.

Привід:

Кліті обладнані індивідуальними приводами від електродвигунів. Їх
потужність для клітей 12, 13, 15 складає 1100 кВт із частотою обертання 600
об/хв, а для клітей 16, 17, 18 – 1840 кВт із частотою обертання 300 об/хв.

Летючі ножиці:

Призначені для гарячого різання готового профілю після прокатування
на стані 500.

Конструкція ножиців включає механізми різання, видалення обрізків, регулювання пропуску різу та переміщення самого обладнання.

Летючі ножиці працюють у складі установки з безвідходним розкромом металу.

Загальна кількість одиниць обладнання – 1.

Довжина нарізаних заготовок варіюється від 5 до 12 метрів.

Максимальне зусилля під час різання сягає 150 тонн.

Швидкість переміщення ножиців становить 6,6 мм/с, а робочий хід – 600 мм. Температура металу, який підлягає різанню, має бути не нижчою за 800 °С. Привод виконується за допомогою електродвигуна типу МТНН 412–8, 2МП2000-315Уч2 із потужністю 1000 кВт, та частотою обертів у діапазоні від 315 до 800 об/хв.

Шлеперний пристрій №1:

Розташований між станами 730 і 500, призначений для переміщення заготовок з рольганга між станами на рольганг обвідної лінії.

Склад обладнання включає: трансмісійні вали з барабанами, муфти, стійки, шліфти, шлеперні візки, направляючі швелери та натяжні блоки.

Кількість одиниць обладнання становить одну.

Пристрій здатний переміщувати від 1 до 3 розкатів за цикл.

Максимальна маса розкату – 21 600 кг, довжина – 62 600 мм, а ширина пакету – до 400 мм.

Робочий хід візка досягає 7 950 мм, швидкість його пересування становить 1,32 м/с.

Приводом є два електродвигуни моделі МТБ 72–10 потужністю 100 кВт із частотою обертання 584 обертів на хвилину.

Правильна машина:

Має призначення для виправлення гарячих розкатів із перетином 125×125 мм у потоці стану 730 (між неприводними обертальними роликками). Загальна кількість роликів становить 7 одиниць.

Ножиці для різання із зусиллям 800 тонн:

Призначені для обрізання передніх і задніх кінців розкатів, а також для різання розкатів на задані довжини.

Конструкція ножиць включає такі основні вузли:

- блок ножиць;
- пристрій шпинделя;
- привід ножиць;
- гідросистему (амортизаційний механізм).

Ножиці мають плаваючий ексцентриковий вал закритого типу з нижнім різом. Різання виконується виключно нижнім повзуном, у той час як верхній повзун залишається нерухомим. Робота ножиць відбувається в круговому та гойдалковому режимах.

Технічні характеристики:

- Кількість ножиць: 1;
- Зусилля різання: 800 тонн;
- Максимальний перетин матеріалу, що розрізається: 100×400 мм;
- Хід ножів: 300 мм;
- Довжина ножів: 600 мм;
- Максимальний розмах ножів: 245 мм;
- Мінімальний перетин матеріалу, що розрізається: 120×120 мм;
- Максимальна кількість різів за хвилину: 11;
- Мінімальна температура смуги, що розрізається: 800 °С.

Привод ексцентрикового валу здійснюється через два електродвигуни типу МП-490-500 з потужністю 360 кВт, з'єднані через двоступеневий редуктор.

Зіштовхувач обрізків:

Цей пристрій інтегрований у 800-тонні ножиці та призначений для подачі заднього відрізаного кінця смуги в жолоб конвеєра, що забезпечує прибирання обрізків.

Основні компоненти конструкції включають раму зіштовхувача, візок і привід зіштовхуючого механізму.

Загальна кількість – 1 одиниця.

Характеристики:

- Робочий хід візка – 3000 мм
- Швидкість переміщення візка – 0,585 м/с
- Зусилля зіштовхування – 0,9 т
- Привід – електродвигун моделі МТК 22–6 потужністю 7,5 кВт, з частотою обертання 900 об/хв.

Упор, що переміщається:

Призначений для роботи в тандемі з 800-тонними ножицями, забезпечуючи зупинку розкату на рольгангу під час різання на задані довжини. Конструкція складається з механізмів, які відповідають за пересування, підйом і опускання хобота.

Загальна кількість таких упорів – 1.

Основні технічні характеристики:

- Максимальна маса заготовок, які можуть бути зупинені: 21,3 т.
- Розміри перетину заготовок: 125×125 мм або 150×150 мм.
- Дозволена кількість зупинених заготовок одночасно: від 1 до 6.
- Швидкість пересування упору: 0,257 м/с.
- Робочий хід упору: 9 м.
- Сила удару заготовки об хобот упору: 37,3 кН.

Конвеєр для прибирання обрізу:

Розроблений для видалення обрізків після роботи 800-тонних ножиць та завантаження їх на платформу.

Складається з горизонтальної та похилої секцій транспортного шляху.

Кількість одиниць – 1.

Технічні характеристики:

- Максимальна маса обрізків, які одночасно транспортуються: 2000 кг.
- Швидкість транспортування: 4,2 м/хв.
- Загальна довжина конвеєра: 13 000 мм.
- Ширина конвеєра: 1400 мм.

- Крок ланцюга: 200 мм.

- Крок установки скребкових балок: 1200 мм.

Привод обладнаний електродвигуном МТК 42-8 потужністю 16 кВт, із частотою обертання 680 об/хв та тривалістю робочого циклу (ПВ) 25%.

Шлеперний пристрій № 2:

Цей пристрій використовується для передачі пакетів заготовок із рольгангів обвідної лінії на рольганг основної.

Кількість: 1 штука.

Кількість пакетів, що транспортуються одночасно: 1.

Максимальна довжина переміщуваного пакета: 12 м.

Мінімальна довжина переміщуваного пакета: 4 м.

Максимальна ширина переміщуваного пакета: 1800 мм.

Максимальна маса металу для транспортування: 7,1 т.

Швидкість пересування візка: 1,23 м/с.

Кількість візків: 6.

Робочий хід візка: 7100 мм.

Привід: електродвигун МТ-72-10, потужністю 100 кВт, з частотою обертання 584 об/хв.

Холодильник:

Призначений для охолодження заготовок перед їх відправленням на склад або приймальні решітки дрібносортих і дротяних станів. Конструкція складається з п'яти великих секцій і однієї малої. Секції можуть функціонувати як окремо одна від одної, так і попарно[1]. Кожна секція оснащена механізмом завантаження та розвантаження (канатні шлепери).

На одній секції холодильника може розміщуватися до 20 пакетів розміру квадрат 80 мм.

Максимальна маса пакета становить 7,4 тонни.

Довжина пакета може бути в межах від 4 до 12 метрів, а ширина – від 1,2 до 1,5 метра.

Температура завантажуваних пакетів може досягати 950°C.

Швидкість переміщення шлеперних візків складає 1,2 м/с, а відстань між крайніми стелюгами – 10 100 мм.

Привод підйому-опускання упорної плити:

Використовуються для зупинки заготовок на рольгангах холодильників, передавальних шлеперів та рольгангах для пакування.

1.2 Призначення та область застосування приводу підйому-опускання упорної плити

Привод підйому-опускання упорної плити, використовуються для зупинки заготовок, які переміщаються по рольгангу, перед певними агрегатами, де виконуються технологічні операції, такі як різання ножицями чи формування пакетів [2]. Привод підйому-опускання упорної плити, розташований за пакетуючим рольгангом основної лінії безперервної групи клітей 500, відіграє ключову роль у збиранні заготовок у пакет. Це один із найважливіших і найбільш навантажених елементів у технологічному процесі БЗС 730/500. Використання приводу підйому-опускання упорної плити дозволяє зупиняти заготовки, які рухаються на високій швидкості (до 7 м/с) на пакетуючий рольганг після їх розрізання летючими барабанними ножицями. Конструкція приводу підйому-опускання упорної плити повинна забезпечувати не лише надійну зупинку заготовки, але й запобігати підгинанню її переднього краю при зіткненні з плитою [5].

1.3 Технічна характеристика

1. Маса заготовки з перетином 80×80 мм, кг: 580 [6]
2. Кількість заготовок у пакеті, шт.: 12
3. Максимальна енергія прокату, кДж: 18,4
4. Хід плити, м: 0,2
5. Висота виступу плити, м: 0,14
6. Маса плити, т: 2,24

Електродвигун:

- Тип: ДП–41
- Потужність, кВт: 16
- Частота обертання, об/хв: 750

Редуктор:

- Тип: РМ–500
- Передавальне відношення: 40,17

Гальмо:

- Тип: ТКП–300

Маса упору [6]:

- Без приводу, т: 9,687
- З приводом, т: 27,8

1.4 Опис базової конструкції

Привод підйому-опускання упорної плити, (рис. 1.2–1.3) агрегат складається з литої станини (поз. 3), в якій ексцентриковий вал (поз. 5) встановлений на підшипниках ковзання. До цього вала шарнірно кріпиться важіль (поз. 6), друга опора якого є коливальною ланкою (поз. 7). На одному кінці важеля розташована упорна плита (поз. 2), чия маса врівноважується противагою, що знаходиться на протилежному кінці важеля. Плита проходить через прямокутний отвір у верхній частині станини та між штоками чотирьох пружинних амортизаторів (поз. 1) і перемичкою нижньої частини станини. У своїй верхній частині плита оснащена приливом, де встановлено пружинні амортизатори (поз. 4), які забезпечують плавну зупинку кожної деталі, що доповнює пакет. Опускання упорної плити забезпечується приводом від електродвигуна постійного струму через циліндричний редуктор. Тихохідний вал редуктора з'єднаний з ексцентриковим валом упорної плити за допомогою проміжного трансмісійного валу із зубчастими муфтами [4]. Функціонування упорної плити полягає в наступному: деталь рухається по рольгангу, обладнаному косо розташованими роликами, і зупиняється, упираючись у упорну плиту, яка виступає над рівнем роликів. Енергія удару деталі

поглинається системою, включаючи пружинний секційний амортизатор (поз. 4), упорну плиту (поз. 2) і пружинний амортизатор (поз. 1). Завдяки нахиленим роликam пакетоформуєчного рольганга деталі автоматично вирівнюються поруч одна з одною, формуючи щільний пакет із рівними передніми торцями.

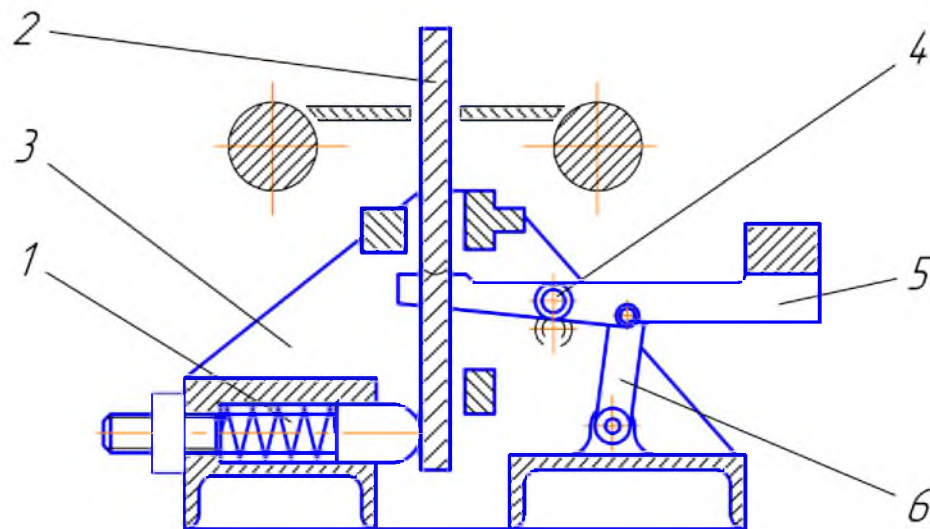


Рис. 1.2 Пристрій приводу підйому-опускання упорної плити

1 – амортизатор пружинный; 2 – упорная плита; 3 – станина;

4 – вал ексцентрикний; 5 – важіль; 6 – ланка

Джерело: розроблено із використанням [4]

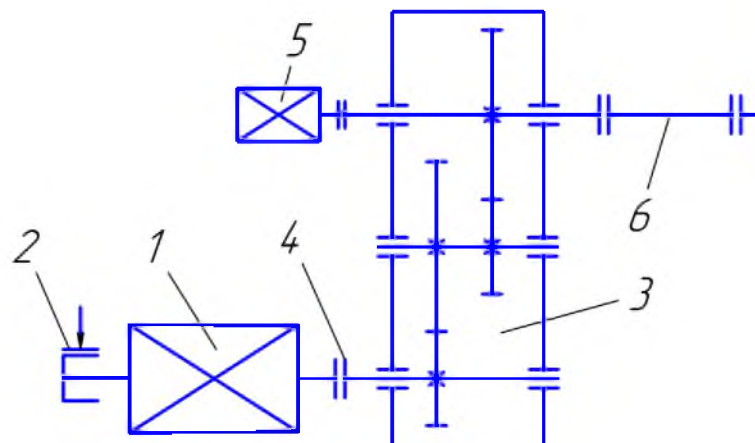


Рис. 1.3 Привод підйому-опускання упорної плити

1 – электродвигун; 2 – гальмо; 3 – редуктор; 4 – муфта;

5 – командоапарат; 6–промвал

Джерело: розроблено із використанням [4]

Процес полягає в тому, що опора стикається з плитою до завершення формування пакета. Далі привод опори запускається в роботу, ексцентриковий вал обертається, важіль 6 опускається разом із упорною плитою 2, яка розташовується нижче рівня роликів рольганга. Пакет заготовок продовжує рухатися по рольгангу у напрямку до холодильників. При подальшому обертанні ексцентрикового вала важіль 6 повертається у вихідне положення, піднімаючи упорну плиту 2, і процес формування нового пакета заготовок розпочинається знову. Змащення зубчастих зачеплень і підшипників редуктора виконується за допомогою рідкого мастила з централізованою системою заміни. Натомість підшипники ковзання та амортизатори змащуються густим мастилом через централізовану систему.

1.5 Аналіз недоліків в роботі машини. Можливі причини недоліків

1. Ексцентриковий вал та інші елементи приводу піддаються динамічним навантаженням, які виникають через удари заготовок об плиту, що негативно впливає на надійність роботи упору.
2. Розташування пружин амортизаторів та інших деталей упору в нижній частині спричиняє їхнє забруднення прокатною окалиною. Це ускладнює їхню роботу, обслуговування, зокрема очищення, регулювання та ремонт.

1.6 Формування мети та задач для її досягнення

Аналіз недоліків у функціонуванні упорної плити вказує на потребу створення нових технічних рішень, які сприятимуть усуненню виявлених недоліків у конструкції машини.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

1. Провести аналіз стану існуючих інноваційних рішень з метою пошуку інноваційних технічних винаходів.
2. Визначити та обґрунтувати вибір технічних рішень, які відповідають вимогам модернізації машини.
3. Здійснити відповідні технічні розрахунки, що підтверджують доцільність прийнятих рішень.
4. Розробити комплекс заходів з обслуговування та ремонту модернізованої машини.
5. Підготувати основну конструкторську документацію для модернізованого приводу підйому-опускання упорної плити.
6. Виконати вимоги заходів щодо організації безпечного виробництва

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз стану існуючих інноваційних рішень

Розробка конструкцій опускних упорів зосереджена на кількох ключових напрямках:

- зменшення динамічних навантажень на елементи конструкції та приводу;
- підвищення продуктивності роботи;
- покращення показників надійності та довговічності;
- спрощення конструктивних рішень.

У більшості конструкцій упорів, запропонованих у патентах, основна увага приділяється зниженню динамічних навантажень на деталі й вузли упору, а також спрощенню конструкції машини, що містить упорну плиту.

У дослідженні [7] запропоновано зменшення динамічних навантажень, що впливають на корпус, разом із оптимізацією конструкції. Особливістю цієї розробки є щит-амортизатор 2, що являє собою пакет консольно затиснутих листів, зігнутих у горизонтальній площині з опуклістю, спрямованою в бік руху прокату (рис. 2.1–2.2). Під час вигину поперечний профіль (горизонтальний переріз) цих листів деформується, тобто випрямляється. Щит накопичує більше енергії у пружній зоні деформації — в 2,3–2,4 разу більше порівняно зі щитом тієї ж маси, виконаним із плоских листів того самого матеріалу. Віб्राції щита при ударах прокату гасяться швидше через підвищену роботу сил тертя, що виникають при взаємному прослизанні листів у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Шляхом оптимального підбору товщини та кількості листів у пакеті, що зумовлює збільшення їх прогину та демпфувальної здатності, можна значно знизити сили, що передаються щитом на корпус і фундамент упору.

Економічна вигода від застосування запропонованого винаходу полягає в зменшенні витрат на спрощення та полегшення конструкції упору,

скороченні його габаритів, а також у зниженні простоїв обладнання завдяки запобіганню аварійним поломкам.

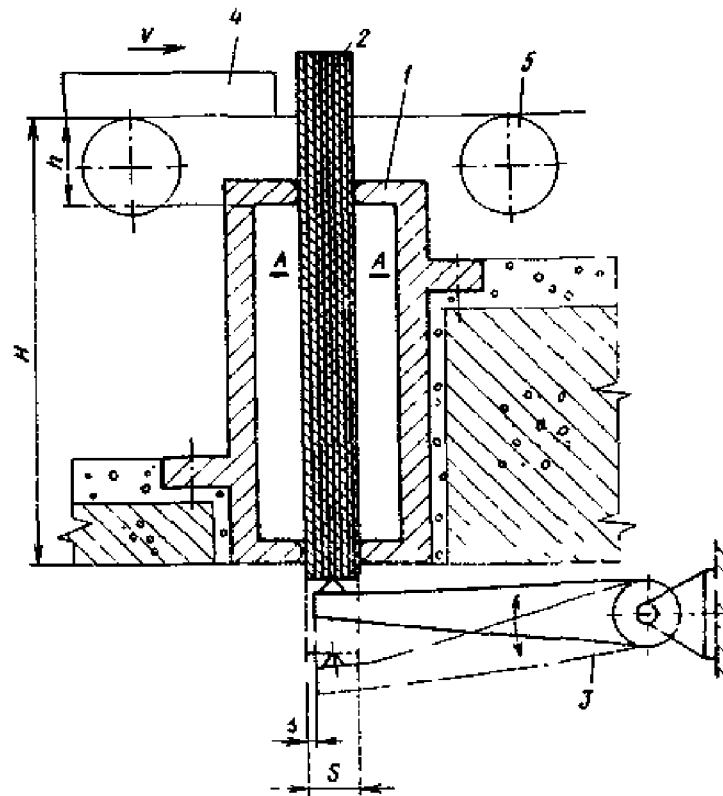


Рис. 2.1 Упор для зупинки прокату

1 – корпус; 2 – щит; 3 – важіль; 4 – прокат; 5 – рольганг

Джерело: розроблено із використанням [7]

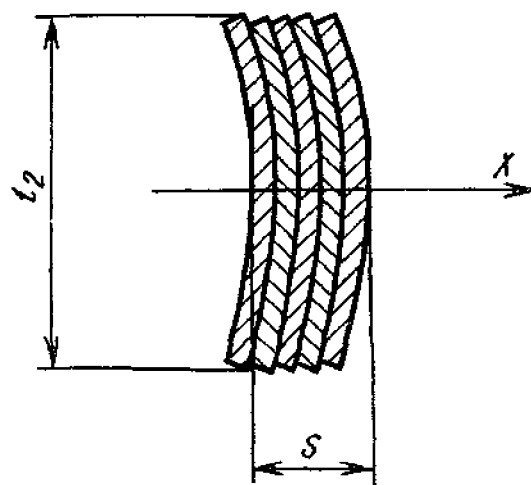


Рис. 2.2 Упор для зупинки прокату, ресора, складена з пакету листів, зігнутих в горизонтальній площині (перетин А–А на рис. 2.1)

Джерело: розроблено із використанням [7]

Під час розробки конструкції упору [8] було поставлено завдання збільшити швидкість пакетування прокату, що в свою чергу сприяє підвищенню продуктивності. Досягнення цього результату забезпечується шляхом регулювання жорсткості упору. Упор (рис. 2.3.–2.4.) складається з корпусу 1, змонтованого на фундаменті. У його вертикальну щілину поміщено щит, який може рухатися у вертикальному напрямку – підніматися та опускатися. Щит 2 виготовлений із пакету листів і спирається на важіль 3 приводу. У консольній частині 4 щита 2 передбачені крізні прорізи 5 з певним кроком, що дорівнює або кратний ширині прокату 6, утворюючи секції 7. Корпус додатково оснащено опорною проставкою 8, яка регулюється по висоті за допомогою гвинтів 9.

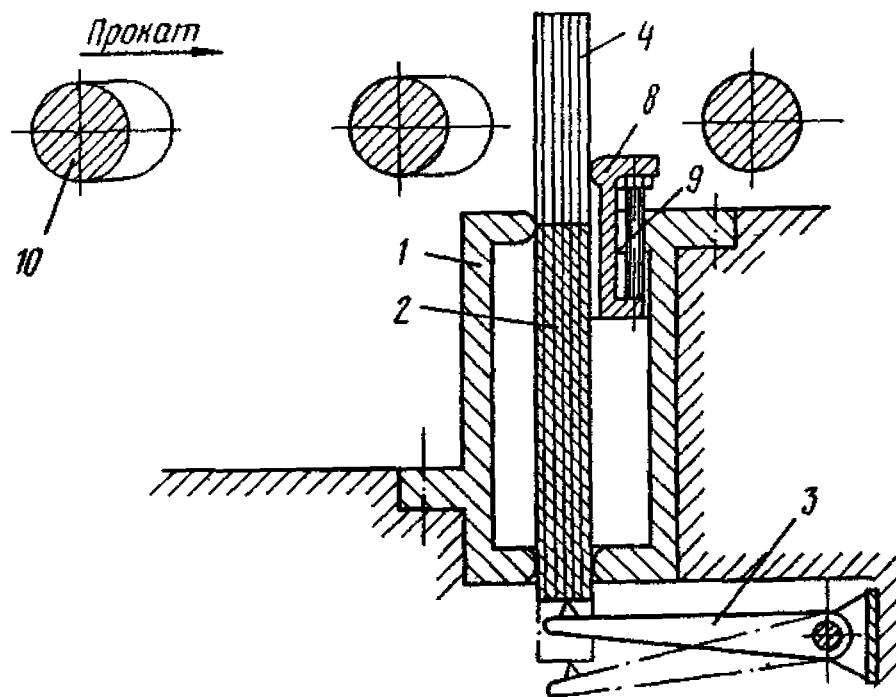
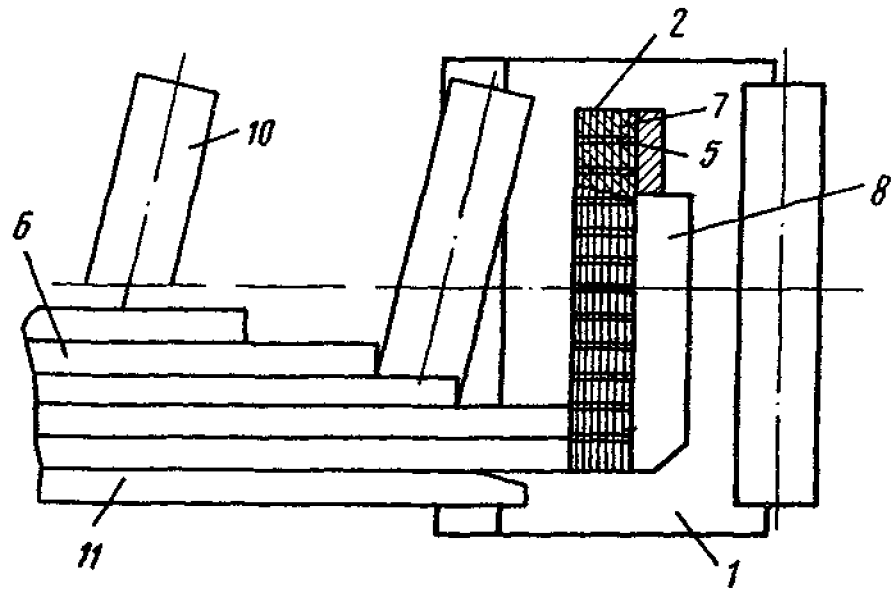


Рис. 2.3 Упор для зупинки прокату

- 1 – корпус; 2 – щит; 3 – важіль; 4 – консоль щита; 5 – прорізи крізні;
 6 – прокат; 7 – секції; 8 – проставка опорна; 9 – гвинт;
 10 – рольганг, що пакетує; 11 – борт обмежувальний

Джерело: розроблено із використанням [8]



**Рис. 2.4 Упор для зупинки прокату, вигляд зверху
(позначення на рис.2.3.)**

Джерело: розроблено із використанням [8]

Прокат, який зупиняється у позиції 6, переміщується до обмежувача за допомогою рольганга 10, обладнаного косо розташованими роликами та обмежувальним буртом 11. При зіткненні прокату зі щитом виникає пружне вигинання консольної частини листів, водночас жорсткість упору залишається стабільною по всій ширині пакета.

Упор [9], розроблений у Донецькому політехнічному інституті, складається з рами (3), розташованої над рольгангом (2) (рис. 2.5–2.6). У напрямних (4) рами закріплена каретка (5), що переміщується поперек осі рольганга. Переміщення каретки здійснюється за допомогою привода (6), реалізованого у вигляді силового циліндра. Шток цього привода може бути розташований як у вертикальній, так і в горизонтальній площинах. Каретка рами оснащена напрямними (7), які розташовані паралельно осі рольганга. У цих напрямних розміщується візок (8), на якому за допомогою ланцюгів (9) підвішено щит (10). Щит взаємодіє з амортизаторами (11). Використання несучого гнучкого органу (9), який з'єднує щит із приводом переміщення

каретки, виключає передачу динамічних навантажень на раму та привод. Це суттєво підвищує термін служби всієї конструкції упору.

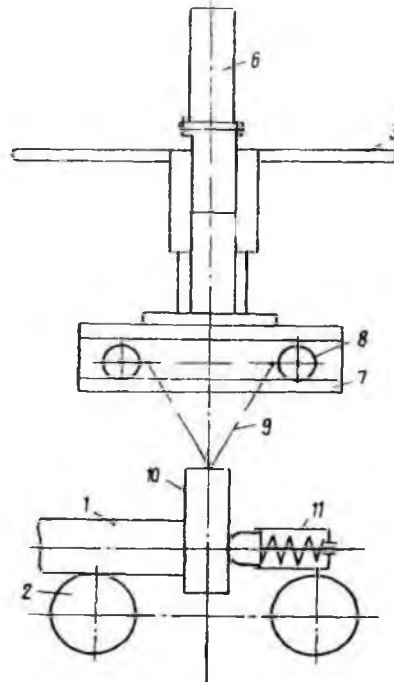


Рис. 2.5 Упор для зупинки прокату на рольгангу, варіант підйому – опусканню щита

1 – прокат; 2 – рольганг; 3 – рама; 4,7 – що направляють;
5 – каретка; 6 – силовий циліндр; 8 – візок; 9 – ланцюг;
10 – щит; 11 – амортизатор

Джерело: розроблено із використанням [9]

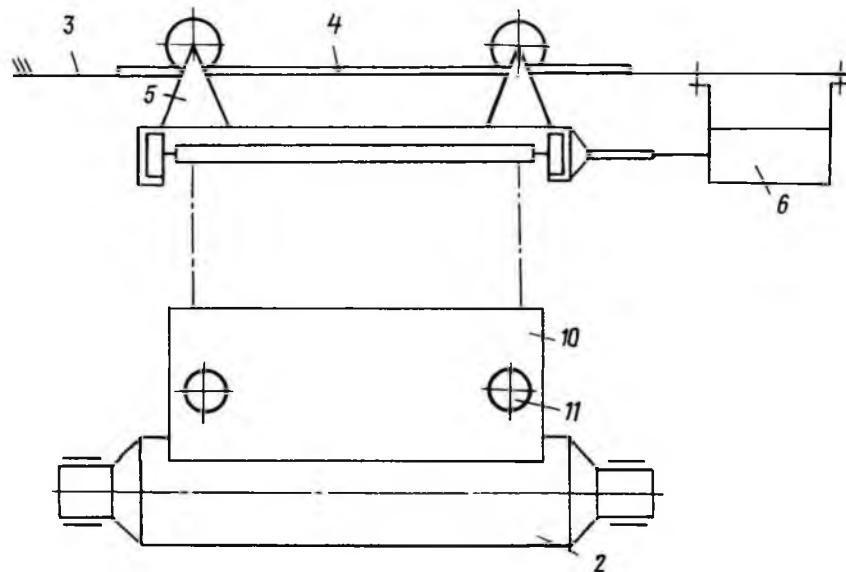


Рис. 2.6 Упор для зупинки прокату на рольгангу, варіант горизонтального переміщення щита (позначення на рис.2.5.)

Джерело: розроблено із використанням [9]

Опускаючийся упор [10] обладнаний щитом 1, який кінематично взаємодіє з електромеханічним приводом 2 через тяги 3, розташовані з обох боків щита. Тяги встановлені на підшипникових вузлах А шипа 5, жорстко закріпленого в нижній частині щита 1. Протилежний кінець тяги 3 закріплений у підшипникових вузлах Б кривошипа 7, що має можливість обертатися в рамі 8 (див. рис. 2.7–2.9). Рама 8 міцно прикріплена над роликами рольгангу 9. Щит 1 розміщується між амортизаторами 10, які встановлені між роликами рольгангу 9.

Упор функціонує наступним чином.

З початкового положення, коли верхній край щита 1 знаходиться нижче опорної поверхні роликів 9, щит 1 піднімається до рівня переміщення прокату. У цьому процесі обертальний момент від електромеханічного приводу 2 передається на кривошип 7. Завдяки своїй ексцентричності кривошип перетворює обертальний рух у плоский рух тяги 3, що супроводжується наявністю вертикальної складової переміщення. Тяга 3, через шип 5 і підшипники 4, передає це переміщення до щита 1, який рухається між амортизаторами 10. Опускання щита 1 у вихідне положення здійснюється за таким самим принципом.

Таким чином, вертикальне переміщення щита 1 за допомогою електромеханічного приводу 2 реалізується через кінематичний зв'язок, який складається лише з двох основних елементів — тяг 3 і кривошипу 7. Це значно спрощує конструкцію упору. Крім того, у разі удару прокату об щит 1, він обертається навколо шипа 5 у підшипниках тяги 3, а його верхня частина рухається разом із прокатом. Кінематична енергія удару поглинається стисканням пружних елементів амортизаторів 10. Така конструкція дозволяє звести динамічне навантаження від удару виключно до амортизаторів 10. На кінематичний ланцюг і привід передається лише навантаження від ваги щита 1, що значно зменшує знос деталей приводу і кінематичного зв'язку. Як результат, це підвищує експлуатаційну надійність упору.

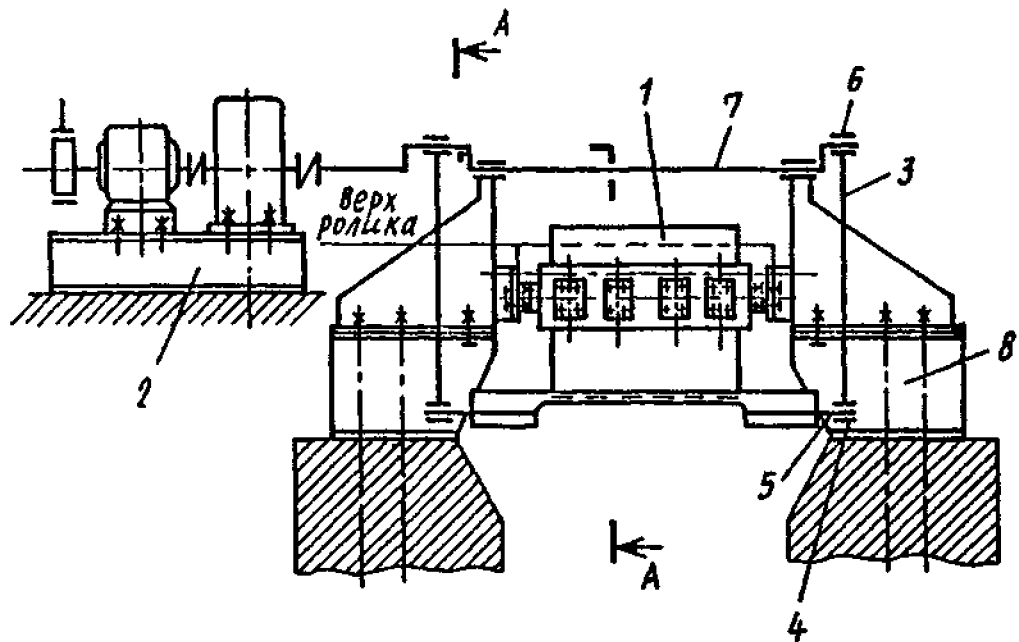


Рис. 2.7 Загальний вигляд упору, що опускається

1 – щит; 2 – привод електромеханічний; 3 – тяга; 4,6 – вузли підшипникові;
5 – шип; 7 – кривошип; 8 – рама; 9 – ролик рольгангу; 10 – амортизатор

Джерело: розроблено із використанням [10]

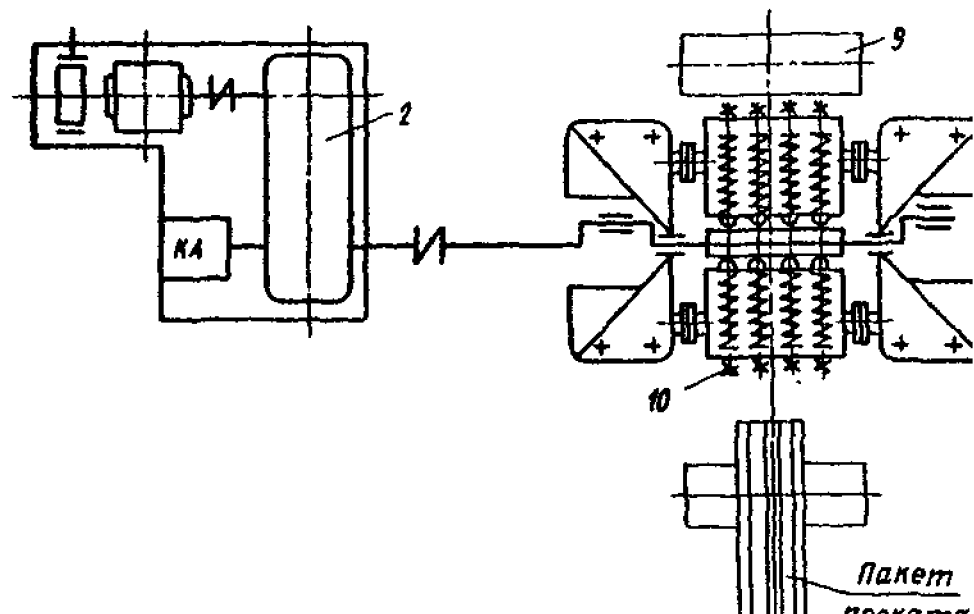


Рис. 2.8 Загальний вигляд упору, що опускається,
вигляд зверху (позначення на рис. 2.7.)

Джерело: розроблено із використанням [10]

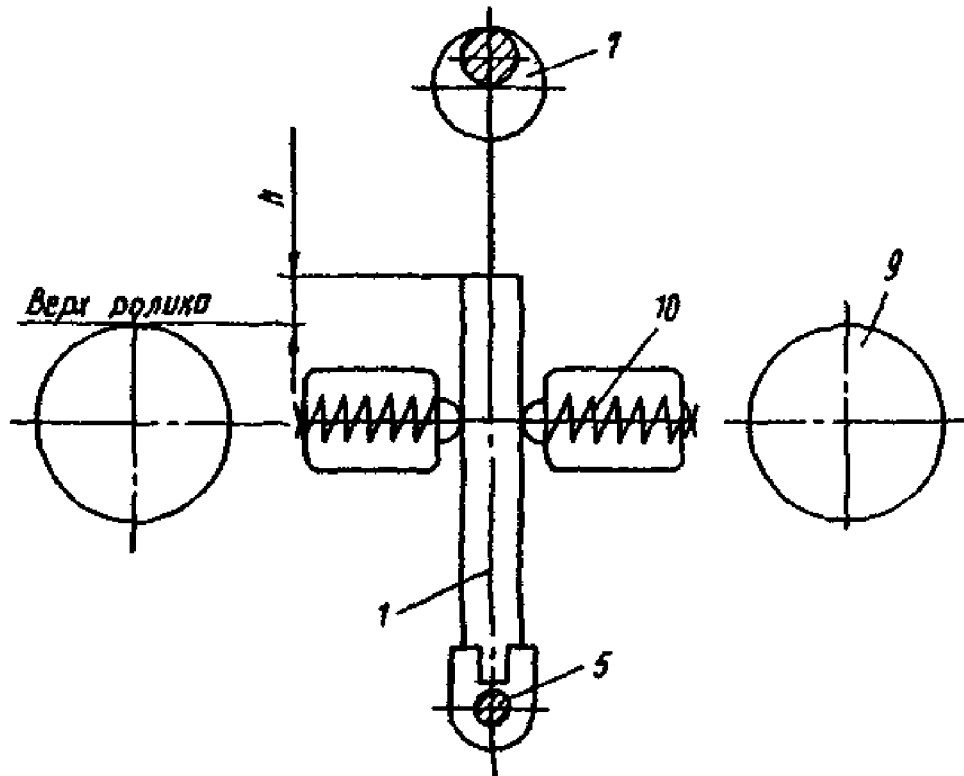


Рис. 2.9 Загальний вигляд упору, що опускається,
розріз А – А по рис. 2.7. (позначення на рис. 2.7.)

Джерело: розроблено із використанням [10]

Конструкція упору [11] вирізняється простотою, усуває можливість зависання щита, а також забезпечує його опускання та амортизацію удару за допомогою єдиного приводу.

Щит (1) змонтований у вертикальному положенні на плиті (2) (рис. 2.10) і може рухатися завдяки з'єднанню з важелем (3). Важіль (3) шарнірно закріплений на плиті і приєднаний до штока поршневого приводу (4). Сама плита знаходиться у напрямних.

У початковій позиції шток поршневого приводу (4) втягнутий, плита (2) розташована в крайньому правому положенні, а щит (1) знаходиться в опущеному стані.

Для зупинки заготовки у правій порожнині поршневого приводу створюється тиск, який висуває шток. При цьому важіль повертається і піднімає щит.

У момент зіткнення заготовки зі щитом, плита разом із щитом відсувається назад. Робоче середовище у правій порожнині поршневого приводу виконує функцію амортизатора. Після цього поршневий привід повертає всю систему вліво, фіксуючи пристрій на рольгангу у визначеному положенні.

Для звільнення шляху заготовці тиск створюється в лівій порожнині. Щит разом із плитою відсувається від торця заготовки і одночасно опускається вниз, приводячи упор у початкове положення.

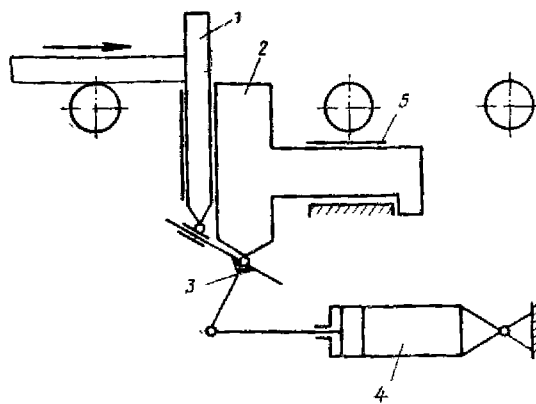


Рис. 2.10 Упор, що убираться, на рольганзі

1 – щит; 2 – плита; 3 – важіль; 4 – пневмоциліндр;

5 – горизонтальні, що направляють

Джерело: розроблено із використанням [11]

Аналіз літературно-патентного огляду дозволяє зробити такі висновки.

1. У технічних рішеннях [7,8] використовуються щити-амортизатори у вигляді ресор, які поєднують функції опорної плити та амортизатора в одній деталі. Основним недоліком цих конструкцій є їхній нагрівання та зміна пружних властивостей амортизаторів під час зупинки гарячого металу.

2. У роботі [9] запропонована конструкція упору, в якій усувається передача динамічних навантажень на раму і привід, оскільки робочий орган з'єднаний з приводом за допомогою гнучкого зв'язку.

3. Простота конструкції та відсутність передачі ударних навантажень на привід є головними перевагами рішення, викладеного в [10], яке взято за

основу для розроблюваного упору. Такий вибір обґрунтовується тим, що це дозволяє усунути динамічні навантаження на привід, спростити конструкцію машини, зберігши конструкцію приводу без змін.

2.2 Пропозиції по досягненню поставленої мети

Схема запропонованої конструкції упору наведена на рисунку 2.11. Опускний упор складається з щита 1, який кінематично пов'язаний із електромеханічним приводом 2 через тяги 3, розташовані по обидва боки щита. Тяги прикріплені до підшипникових вузлів А шипа 5, жорстко закріпленого в нижній частині щита 1. Протилежний кінець тяги 3 закріплений на підшипникових вузлах Б кривошипа 7, який може обертатися в рамі 8. Рама 8 міцно закріплена над роликами рольгангу 9. Щит 1 розташований між амортизаторами 10, що встановлені між роликами рольгангу 9.

Механізм упору функціонує наступним чином:

З початкового стану, коли верхній край щита 1 знаходиться нижче рівня підтримувальної поверхні роликів 9, щит 1 підіймається до траєкторії руху прокату. В цей момент обертальний момент від електромеханічного пристрою 2 передається на кривошип 7, який завдяки своєму ексцентриситету перетворює обертання на лінійний рух тяги 3, що включає вертикальну складову переміщення. Тяги 3 передають цей рух через шип 5 і підшипники 4 на щит 1, що переміщується між амортизуючими елементами 10. Повернення щита 1 до початкового положення відбувається за аналогічним принципом.

Отже, рух щита 1 у вертикальній площині здійснюється за допомогою електромеханічного приводу 2, через кінематичну зв'язку, що складається лише з двох основних елементів – тяг 3 і кривошипа 7, що значно знижує складність конструкції упору. Крім того, під час удару прокату об щит 1, він обертається на шипі 5 в підшипниках 4 тяги 3, і його верхня частина переміщається разом із прокатом. Кінематична енергія удару поглинається стисканням еластичних компонентів амортизаторів 10. Таким чином,

Кривошипний механізм 7 який встановлен на підшипниках ковзання, дозволяє зменшити розміри підшипникових вузлів і спростити їх конструкцію. Підшипники мають розбірну конструкцію і складаються з вкладишів, виготовлених з бронзи. Підшипниковий вузол 4 шипа 5 має подібну конструкцію. Рама 8 має зварену конструкцію і виготовлена з прокатних профілів і сталевих листів. Привід 2 складається з електродвигуна постійного струму, редуктора та гальма. Гальмівний шків розташований на хвостовику електродвигуна. Крутний момент від приводу до кривошипа 7 передається за допомогою зубчастої муфти. Пружинні амортизатори 10 закріплені на балках, що встановлені на рамі 8. Щит 1 є частиною з литої сталі, з посадковими місцями, які оброблені механічним способом.

Пропонований упор, що опускається, має просту конструкцію завдяки зменшенню кількості деталей у кінематичній системі зв'язку щита з приводом, підвищеній надійності кінематичної передачі між приводом і щитом, а також виключенню передачі динамічного зусилля від гальмованого прокату на привід.

Це сприяє зменшенню зношування елементів приводу і, відповідно, підвищує надійність експлуатації упору.

2.3 Аналітичні розрахунки

Швидкість руху заготовки, $v_3 = 2 \div 7 \text{ м/с}$

Маса плити упору, $m_{пл} = 2000 \text{ кг}$

Ексцентриситет ексцентрикового валу, $e = 0,1 \text{ м}$

Час пуску (гальмування), $t_{n(m)} = 1 \text{ с}$

Перетин заготовок, $80 \times 80 \text{ мм}$

Довжина заготовок, $l_3 = 12 \text{ м}$

Щільність сталі, $\rho = 7,85 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

Маса однієї заготовки, $m_3 = h\rho l = 0,08 \cdot 0,08 \cdot 7850 \cdot 12 \approx 600 \text{ кг}$

Вага однієї заготовки, $G_3 = m_3 g = 600 \cdot 9,81 = 5886 \text{ Н} \approx 5,9 \text{ кН}$

Максимальна кількість заготовок в пакеті [3], $N_3 = 12$ шт

Вага заготовок в пакеті, $G_n = G_3 N_3 = 5,9 \cdot 12 = 70,8$ кН

Відстань від осі нижнього шипа до верхнього краю плити, $R = 1,2$ м

Ширина плити, $b = 1,9$ м

Товщина плити, $h = 0,15$ м

2.3.1 Силевий і кінематичний аналіз механізму

Кутова швидкість обертання ексцентрикового валу при підйомі плити [15]

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 17,68}{30} = 1,85 \text{ c}^{-1}, \quad (2.1)$$

де n_e – частота обертання ексцентрикового валу, $n_e = 17,68$ об/мин.

Максимальний статичний момент на ексцентриковому валу при підйомі плити приведений до валу електродвигуна

$$M_{cm} = \frac{m_{nlg} e}{i_p \eta} = \frac{2000 \cdot 9,8 \cdot 0,1}{40,17 \cdot 0,95} = 51,4 \text{ Нм}, \quad (2.2)$$

де i_p – передавальне число редуктора, $i_p = 40,17$;

η – к.п.д. механізму, $\eta = 0,95$.

Підведений до валу електродвигуна момент інерції рухомих частин упору

$$J_{np} = 1,2 J_{\partial\partial} + \frac{J_{m3} v_3^2}{\omega_{\partial\partial}^2 R^2} = 1,2 \cdot 0,8 + \frac{720 \cdot 7^2}{74,3^2 \cdot 1,2^2} = 2,1 \text{ кгм}^2 \quad (2.3)$$

де 1,2 – коефіцієнт, що враховує момент інерції деталей редуктора, промвала і гальмівного шківa, що обертаються;

$J_{\partial\partial}$ – момент інерції вибраного електродвигуна, для ДП – 41

$$J_{\partial\partial} = 0,8 \text{ кгм}^2;$$

J – момент інерції плити відносно вісі обертання,

$$J = m_{пл} r^2 = 2000 \cdot 0,6^2 = 720 \text{ кгм}^2, \quad (2.4)$$

r – відстань від вісі обертання до центра мас плити, $r = 0,6 \text{ м}$;

$\omega_{\partial\phi}$ – кутова швидкість обертання валу електродвигуна

$$\omega_{\partial\phi} = \frac{\pi n_{\partial\phi}}{30} = \frac{3,14 \cdot 710}{30} = 74,3 \text{ с}^{-1},$$

$n_{\partial\phi}$ – частота обертання валу електродвигуна $n_{\partial\phi} = 710 \text{ об/мин}$.

R – відстань від осі нижнього шипа до верхнього краю плити $R = 1,2 \text{ м}$.

Момент динамічний при підйомі плити на валу електродвигуна під час пуску

$$M_{дин} = J_{пр} \varepsilon_n = 2,1 \cdot 74,3 = 156,3 \text{ кгм}^2 \quad (2.5)$$

де ε_n – кутове прискорення електродвигуна при пуску,

$$\varepsilon_n = \frac{\omega_{\partial\phi}}{t_n} = \frac{74,3}{1} = 74,3 \text{ с}^{-2} \quad (2.6)$$

t_n – час пуску, $t_n = 1 \text{ с}$.

Цикл роботи упору пов'язаний з циклом роботи того, що пакує рольганга [3].

Визначимо тривалість операцій виконуваних пакуючим рольгангом і упором, що опускається за допомогою хронометражу.

1. Упорна плита упору, що опускається піднята:

- час, необхідний для пакування однієї заготовки $t_{1-1} = 1,71 \text{ с}$;
- час, необхідне для пакування дванадцяти заготовок

$$t_1 = 12t_{1-1} = 12 \cdot 1,71 = 20,52 \text{ с};$$

- тривалість гальмування рольганга, що пакує, $t_2 = 1,0 \text{ с}$;

– тривалість розгону і уповільнення при русі заготовок назад на відстань 100 мм, $t_3 = t_4 = 0,18 \text{ с}$;

– тривалість опускання упорної плити упору, $t_2 = 2$ с.

2. Упорнаа плита упору, що опускається, опущена:

– тривалість розгону заготовок при русі вперед, $t_6 = 1,37$ с;

– тривалість сталого руху заготовок при русі вперед, $t_7 = 2,57$ с;

– тривалість підняття упорної плити упору, $t_8 = 2$ с.

Тривалість циклу роботи, рольганга, що пакує і упору, що опускається

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 = \\ = 20,52 + 1,0 + 0,18 + 0,18 + 2,0 + 1,37 + 2,57 + 2,0 = 29,82 \text{ с} \quad (2.7)$$

Тривалість включення приводу упорної плити упору, що опускається

$$ПВ = \frac{t_2 + t_8}{t_{\text{ц}}} 100 = \frac{2+2}{29,82} 100 = 13,4 \%$$

2.3.2 Розрахунок і вибір електродвигуну

Передбачається, що силові характеристики упору залишилися без змін після проведеної модернізації. Тому використовується той самий електродвигун, який був встановлений до оновлення конструкції. Для роботи механізму підйому плити застосовується електродвигун постійного струму типу ДП-42 із захисним кожухом і незалежною системою вентиляції. Характеристики цього двигуна наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Технічна характеристика електродвигуну типу ДП – 41

Параметр	Значения параметра
Потужність при паралельному збудженні, кВт	16
Частота обертання при паралельному збудженні, об/хв	710
Момент інерції якорю, кгм ²	0,8
Напруга, В	220
Маса, кг	520

Джерело: розроблено автором

Проведемо контрольний розрахунок для цього електродвигуна, враховуючи, що його робочий режим є повторно-короткочасним.

Номінальний момент на валу електродвигуна

$$M_H = \frac{N_{дв}}{\omega_{дв}} = \frac{16}{74,3} = 0,215 \text{ кНм}$$

Повний момент двигуна при пуску

$$M = M_{ст} + M_{дин} = 51,4 + 156,3 = 207,7 \text{ Нм} \approx 0,208 \text{ кН} \quad (2.8)$$

Вибраний електродвигун задовольняє критеріям вибору на нагрів і перевантаження, оскільки [16]

$$M = 0,208 \text{ кН} < M_{ном} = 0,215 \text{ кН} \quad (2.9)$$

Таким чином, електродвигун існуючої конструкції упору (до модернізації) здатний забезпечити функціонування упору після модернізації в режимах повторно-короткочасної та тривалої роботи.

2.3.3 Розрахунок і вибір муфт

Для передачі крутного моменту від осі електродвигуна до швидкохідного валу редуктора, а також від тихохідного валу редуктора до ексцентрикового валу упору використовуються зубчасті муфти. Вони мають значні переваги, які забезпечили їх широке використання, особливо в металургійному обладнанні.

Вибір муфти здійснюється за розрахунковим моментом [12].

Розрахунковий момент муфти визначається для передачі крутного моменту від осі електродвигуна до швидкохідного валу редуктора.

$$M_{расч1} = K_K M_{ном} = 4 \cdot 0,215 = 0,86 \text{ кНм} \quad (2.10)$$

де K_k – коефіцієнт запасу, для підймальних пристроїв, $K_k = 4$;

$M_{\text{ном}}$ – номінальний момент електродвигуна, $M_{\text{ном}} = 0,215$ кН

Муфту вибираємо по довіднику [12] виходячи з умови

$$M_{\text{расч}} \leq M_{\text{макс}}$$

де $M_{\text{макс}}$ – максимальний момент, що допускається, передаваний муфтою.

Вибираємо муфту МЗ №2, яка задовольняє умовам вибору, оскільки

$$M_{\text{расч1}} = 0,86 \text{ кНм} < M_{\text{макс1}} = 1,4 \text{ кНм}$$

Аналогічно виробляємо розрахунок і вибір муфти для передачі моменту, що крутить, від тихохідного валу редуктора до ексцентрикового валу упору

$$M_{\text{расч2}} = K_k M_{\text{ном}} i_{\text{ред}} = 4 \cdot 0,215 \cdot 40,17 = 34,5 \text{ кНм}$$

Вибираємо муфту МЗП №10, яка задовольняє умовам вибору, оскільки

$$M_{\text{расч2}} = 34,55 \text{ кНм} < M_{\text{макс2}} = 50,0 \text{ кНм}$$

2.3.4 Перевірочний розрахунок гальма

Гальмо встановлене на валу електродвигуна. Розрахунковий гальмівний момент

$$M_{\Gamma} = k_{\Gamma} M_{\text{ст.Г}} = 2,0 \cdot 51,4 = 102,8 \text{ Нм} \quad (2.11)$$

де k_{Γ} – коефіцієнт запасу гальмування механізму підйому плити прирівнюємо до коефіцієнта запасу гальмування механізму підйому крану, тоді для режиму роботи ВТ $k_{\Gamma} = 2,5$;

$M_{\text{ст.Г}}$ – статичний момент на валу електродвигуна при гальмуванні [14]

$$M_{\text{ст.Г}} = M_{\text{ст}} = 51,4 \text{ Нм}$$

До модернізації застосовувалося гальмо типа ТКП – 300 допускається гальмівний момент, що має $[M_{\Gamma}] = 420 \text{ Нм}$.

Гальмо типа ТКП – 300 задовольняє по умові гальмування оскільки

$$[M_{\Gamma}] = 420 \text{ Нм} > M_{\Gamma} = 102,8 \text{ Нм}$$

2.3.5 Перевірочний розрахунок редуктора

Вихідні данні для розрахунку:

– тип редуктору	РМ 500
– передаточне відношення	40,17
– частота обертання швидкохідного валу, об/хв	710

Момент на тихохідному валу редуктора

$$M_{\text{тх}} = M_{\text{ном}} i \eta = 0,215 \cdot 40,17 \cdot 0,95 = 8,2 \text{ кНм} \quad (2.12)$$

Редуктор повинен відповідати умові [16]

$$M_{\text{раз.тх}} \leq [M_{\text{ред.тх}}]$$

де $M_{\text{раз.тх}}$ – розрахунковий момент на тихохідному валу редуктора.

$$M_{\text{раз.тх}} = M_{\text{тх}} k_{\text{реж}} = 8,2 \cdot 1,7 = 13,94 \text{ кНм}$$

$M_{\text{тх}}$ – момент на тихохідному валу редуктора

$$M_{\text{тх}} = M_{\text{ном}} i \eta = 0,215 \cdot 40,17 \cdot 0,95 = 8,2 \text{ кНм}$$

$k_{\text{реж}}$ – коефіцієнт режиму

$$k_{\text{реж}} = k_1 k_2 k_3 k_{\text{пв}} k_{\text{рев}} = 1,2 \cdot 1,25 \cdot 1,7 \cdot 0,67 \cdot 1,0 = 1,7 \quad (2.13)$$

k_1 – коефіцієнт, залежний від типу і характеристик рухової установки і робочої машини, для електродвигуна з нерівномірним навантаженням $k_1 = 1,2$;

k_2 – коефіцієнт, залежний від тривалості роботи машини, при щоденній роботі машини тривалістю більше 16 годин $k_2 = 1,25$;

k_3 – коефіцієнт, залежний від кількості пусків в годину, при $k_1 = 1,2$ і кількості пусків в годину більше 160 (у нашому випадку маємо 241,5 пусків в годину $k_3 = 1,7$;

$k_{\text{не}}$ – коефіцієнт, залежний від тривалості включень, при ПВ15% (у нашому випадку маємо ПВ13,4%) $k_{\text{не}} = 0,67$;

$k_{\text{рев}}$ – коефіцієнт, залежний від реверсивності, при нереверсивній роботі $k_{\text{рев}} = 1,0$;

$[M_{\text{ред.тх}}]$ – номінальний момент редуктора на тихохідному валу при ПВ15%, $[M_{\text{ред.тх}}] = 16,663 \text{ кНм}$.

Умова вибору редуктора задовольняється, оскільки [16]

$$M_{\text{раз.тх}} \leq [M_{\text{ред.тх}}] = 13,94 \text{ кНм} < 16,631 \text{ кНм}$$

2.3.6 Розрахунок ексцентрикового валу

Вихідні дані:

- момент, що крутить, прикладений до ексцентрикового валу $M_{\text{кр}} = 8,2 \text{ кНм}$;
- вага упорної плити $G_{\text{уп}} = 19,6 \text{ кН}$;
- вага однієї тяги $G_{\text{т}} = 1,2 \text{ кН}$;
- матеріал ексцентрикового валу сталь 40Х;
- напруження, що допускається, при вигині $[\sigma_{\text{н}}] = 80 \text{ МПа}$.

Розрахункова схема ексцентрикового валу представлена на рис. 2.12.

Розрахунок виконується по методиці [15].

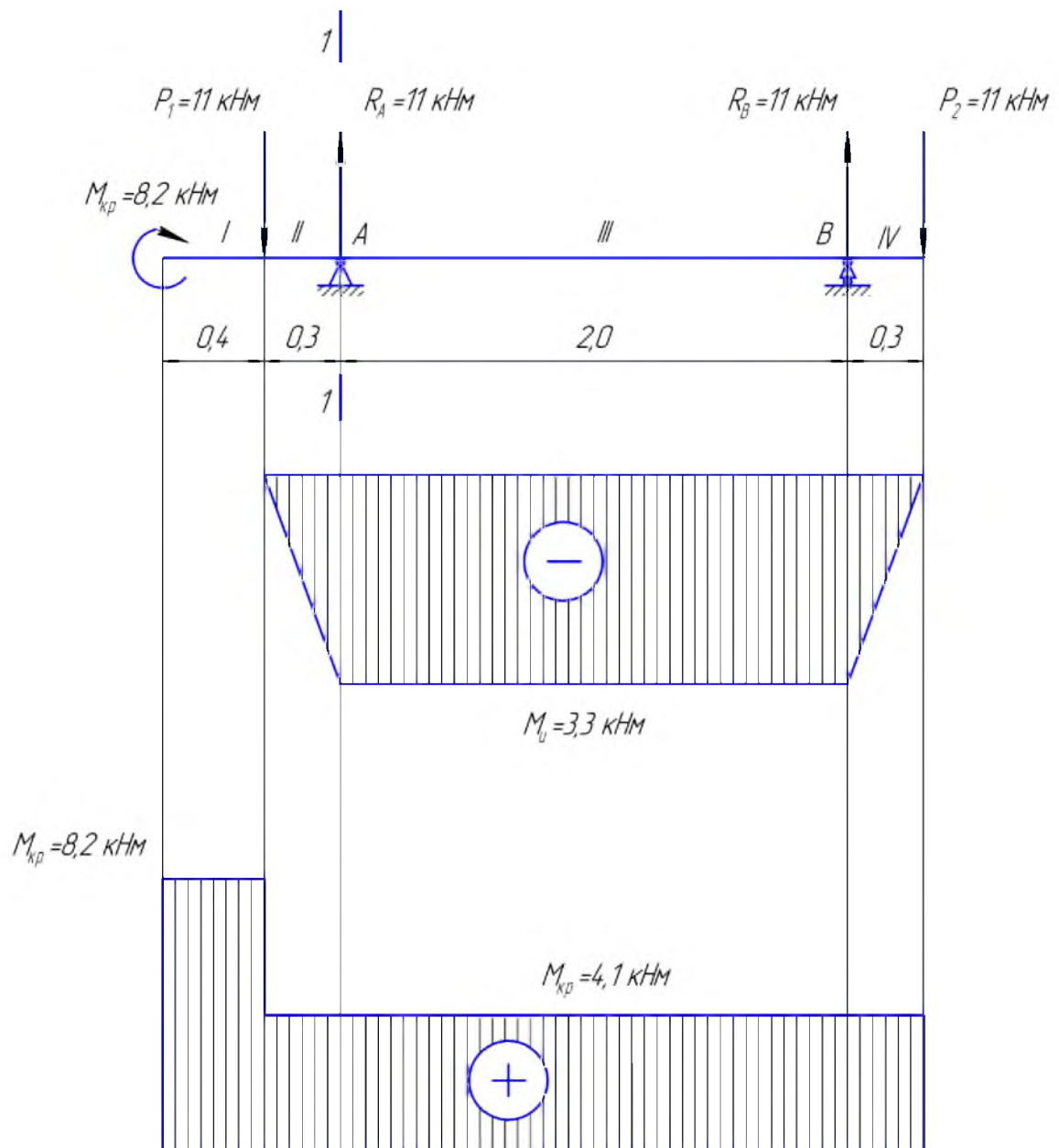


Рис. 2.12 Розрахункова схема ексцентрикового валу

Джерело: розроблено автором

Визначимо реакції опор валу.

Оскільки навантаження симетричне

$$R_A = R_B = \frac{G_{\gamma\delta} + 2G_{\phi}}{2} = \frac{19,6 + 2 \cdot 1,2}{2} = 11 \text{ кН}$$

Розбиваємо вал на 4 ділянки і визначаємо моменти на ділянках [15].

Ділянка I. $M_1 = 0$

Ділянка II. $M_2 = P_1 x$

при $\delta = 0$ $M_2 = 0$

при $x = 0,25$ $M_2 = P_1 x = -11 \cdot 0,3 = -3,3$ кНм

Ділянка III. $M_3 = P_1 x + R_A (x - 0,3)$

при $x = 0,3$ $M_3 = P_1 x + R_A (x - 0,3) = -11 \cdot 0,3 + 11(0,3 - 0,3) = -3,3$ кНм

при $x = 1,3$ $M_3 = P_1 x + R_A (x - 0,3) = -11 \cdot 1,3 + 11(3,3 - 0,3) = -3,3$ кНм

при $x = 2,3$ $M_3 = P_1 x + R_A (x - 0,3) = -11 \cdot 2,3 + 11(2,3 - 0,3) = -3,3$ кНм

Вал розраховуємо з умови спільної дії вигину і кручення.

Небезпечний перетин 1–1. Момент еквівалентний в перетині 1–1.

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{M_{\text{и}}^2 + 0,75 M_{\text{кр}}^2} = \sqrt{3,3^2 + 0,75 \cdot 4,1^2} \approx 5 \text{ кНм}$$

Діаметр валу в перетині 1–1

$$d_{\text{д.д}} = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{д.д}}}{0,1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 80 \cdot 10^6}} = 0,085 \text{ м}$$

Небезпечний перетин 2–2 (хвостовик). $M_{\text{кр}} = 8,2$ кНм

Діаметр хвостовика валу

$$d_{\text{д.д}} = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{д.д}}}{0,2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{8,2 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 80 \cdot 10^6}} = 0,081 \text{ м}$$

Конструктивно приймаємо діаметри валу:

– перетин 2–2 $d_{\text{хв}} = 0,085 \text{ м}$; – перетин 1–1 $d_{\text{А}} = 0,09 \text{ м}$.

2.3.7 Розрахунок тяги

Тяга виготовляється шляхом механічної обробки поковки із сталі марки 45. Основними елементами тяги є дві проушини різних розмірів, з'єднані між собою стрижнем. Її геометричні параметри визначаються розмірами ексцентрикового валу, вкладишів підшипників і встановлюються на основі конструктивних вимог. Розрахунок виконується у вигляді перевірного. Схема розрахунку тяги зображена на рисунку 2.13.

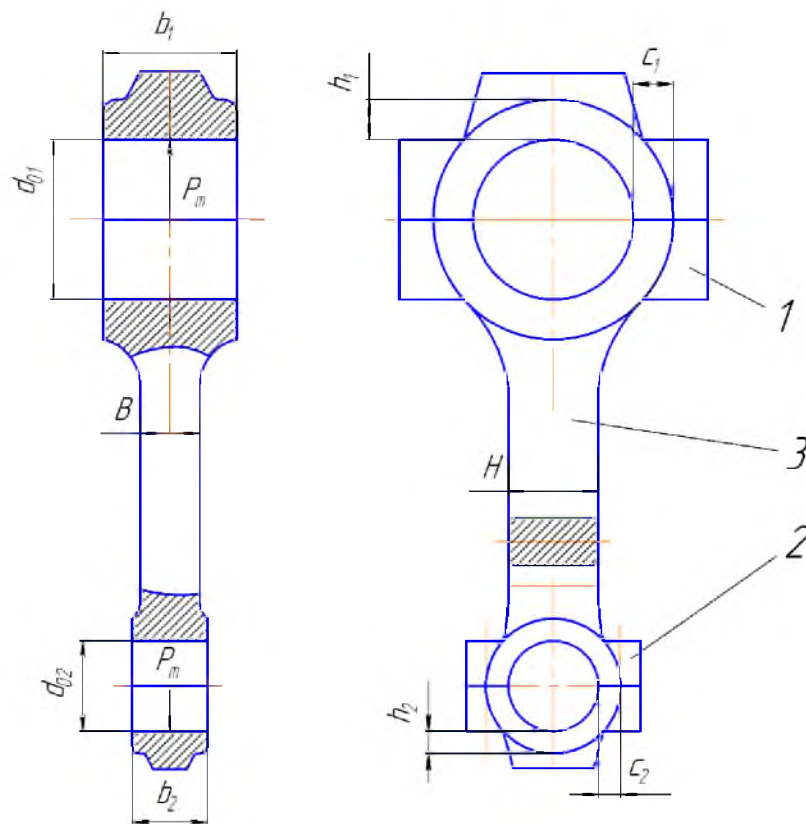


Рис. 2.13 Схема до розрахунку тяги

1– проушина 1; 2– проушина 2; 3– стрижень

Джерело: розроблено автором

$$d_{01} = 102 \text{ мм} \quad c_1 = h_1 = 10 \text{ мм}; \quad b_1 = 55 \text{ мм} \quad d_{02} = 68 \text{ мм}; \quad c_2 = h_2 = 8 \text{ мм};$$

$$b_2 = 35 \text{ мм}; \quad \text{мм}; \quad H = 80 \text{ мм}$$

Запас міцності проушини 1 на розтягування [15]

$$n_1 = \frac{kF_{i1}\sigma_{\dot{o}}}{P_{\dot{o}}} = \frac{0,9 \cdot 0,0011 \cdot 320}{0,011} = 28,8,$$

де k – коефіцієнт концентрації напруги

$$k = 0,46 \left(1 + \frac{h_1}{c_1} \right) - \frac{c_1}{5d_{01}} = 0,46 \left(1 + \frac{0,01}{0,01} \right) - \frac{0,01}{5 \cdot 0,102} = 0,9$$

h_1, c_1, d_{01} – геометричні розміри проушини;

F_{i1} – площа перетину проушини

Умова міцності проушини виконується, оскільки $n = 28,8 > [n] = 2,5$,

где $[n]$ – рекомендований коефіцієнт запасу міцності, $[n] = 2,5$.

Запас міцності проушини 2 на розтягування

$$n_2 = \frac{kF_{i2}\sigma_{\dot{o}}}{P_{\dot{o}}} = \frac{0,89 \cdot 0,00056 \cdot 320}{0,011} = 14,5,$$

де k – коефіцієнт концентрації напруги

$$k = 0,46 \left(1 + \frac{h_2}{c_2} \right) - \frac{c_2}{5d_{02}} = 0,46 \left(1 + \frac{0,008}{0,008} \right) - \frac{0,008}{5 \cdot 0,068} = 0,89$$

h_2, c_2, d_{02} – геометричні розміри проушини;

F_{i2} – площа перетину проушини 2

Умова міцності проушини виконується, оскільки $n = 14,5 > [n] = 2,5$,

где $[n]$ – рекомендований коефіцієнт запасу міцності, $[n] = 2,5$.

Стрижень тяги розрахуємо на розтягування

$$\sigma = \frac{P_o}{BH} = \frac{0,011}{0,025 \cdot 0,08} = 5,5 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу міцності

$$n = \frac{\sigma_o}{\sigma} = \frac{320}{5,5} = 58,2 > [n] = 2,5.$$

Тяга виконана у розбірній конструкції, де кришки фіксуються двома шпильками. Далі проводиться перевірочний розрахунок міцності шпильок. Розрахунок здійснюємо з урахуванням умов розтягування [16].

Відповідно до вимоги забезпечення щільності стику, обчислюємо зусилля затягування шпильок за формулою.

$$P_{зам} = \frac{k(1 - \chi)P}{n} = \frac{4(1 - 0,2)11000}{2} = 17600 \text{ Н}$$

де k – коефіцієнт затягування, при змінному зовнішньому навантаженні, $k = 4$;

χ – коефіцієнт основного навантаження, для з'єднання металевих деталей без прокладок, $\chi = 0,2$;

P – осьове навантаження, $P = P_m = 11000 \text{ Н}$;

n – кількість шпильок, $n = 2$.

Розрахункове навантаження на шпильку з урахуванням моменту затягування, що крутить

$$P_p = 1,5P_{зам} + \chi \frac{P}{n} = 1,5 \cdot 17650 + 0,2 \frac{11000}{2} = 27575 \text{ Н}$$

Розрахунковий діаметр шпильки

$$d_p = \sqrt{\frac{4P_p}{\pi[\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 27575}{3,14 \cdot 150 \cdot 10^6}} = 0,0143 \text{ м.}$$

Конструктивно приймаємо шпильки М16–6g×90.109.30ХГСА ГОСТ 22036–76.

2.3.8 Розрахунок підшипників ковзання

Геометричні параметри та матеріали вкладишів вибираються такими ж, як у конструкції підшипників до модернізації. На ексцентриковому валу передбачено встановлення чотирьох підшипників, а на шипах упорної плити – ще двох додаткових. Щоб зменшити номенклатуру вкладишів, усі підшипники ексцентрикового валу виготовляємо однаковими. Їхня конструкція є роз'ємною та включає верхній і нижній вкладиші. Теоретично передбачається, що підшипники зазнають лише радіального навантаження, причому його величина є однаковою для всіх підшипників. Однак через можливі похибки в процесі виготовлення та монтажу упору ймовірна поява осьового навантаження, яке приймається рівним 25% від радіального.

Розрахунок проводиться у формі перевірного за методикою, викладеною у роботі [17].

Вихідні дані:

- радіальне навантаження на опору, $F_r = 11 \text{ кН}$;
- осьове навантаження на опору. $F_a = 2,75 \text{ кН}$;
- кутова швидкість обертання валу, $\omega = 1,85 \text{ с}^{-1}$,
- діаметр валу, $d_g = 90 \text{ мм}$.

Загальна ширина вкладиша

$$b_a = (0,6 \div 0,8) d_a = (0,6 \div 0,8) 90 = (54 \div 72) \text{ мм}$$

Приймаємо загальну ширину вкладиша $b_a = 65 \text{ мм}$.

Враховуючи фаски, прийmemo робочу ширину вкладиша $b_d = 60 \text{ мм}$.

Швидкість ковзання $v = 0,5 \omega d_a = 0,5 \cdot 1,85 \cdot 90 \cdot 10^{-3} = 0,085 \text{ м/с}$

Середній тиск на робочу поверхню вкладиша

$$p = \frac{F_r}{d_d b_p} = \frac{11 \cdot 10^3}{90 \cdot 60} = 2,04 \text{ МПа} \quad (2.19)$$

Добуток, що характеризує теплове навантаження

$$pv = 2,04 \cdot 0,085 = 0,17 \text{ МПа} \cdot \text{м/с}^2 \quad (2.20)$$

Приймаємо матеріал вкладишів – антифрикційний чавун АЧС–1, для якого при $v = 0,2 \text{ м/с}$, маємо $[p] = 9 \text{ МПа}$, $[pv] = 1,8 \text{ МПа} \cdot \text{м/с}$.

Для обчисленої вище швидкості ковзання $v = 0,085 \text{ м/с}$ знаходимо методом інтерполяції значення $[pv] = 20,15 \text{ МПа} \cdot \text{м/с}$, отже

$$[p] = \frac{[pv]}{v} = \frac{20,15}{0,085} = 23,7 \text{ МПа} \quad (2.21)$$

Умови вибору підшипника по радіальному навантаженню виконані [17].

Осьова сила $F_a = 2,75 \text{ кН}$ сприймається торцевою поверхнею вкладиша.

Розраховуємо товщину вкладиша

$$s_p = 0,03d_b + (1 \div 3) \text{ мм} = 0,3 \cdot 90 + (1 \div 3) \text{ мм} = (3,7 \div 5,7) \text{ мм}$$

Приймаємо товщину вкладиша $s = 6 \text{ мм}$.

Розрахунок підшипників шипа проводимо лише по середньому тиску на робочу поверхню вкладиша, оскільки добутком pv нехтуємо, зважаючи на малі значення швидкості v .

Вихідні дані:

- радіальне навантаження на опору, $F_r = 11 \text{ кН}$
- осьове навантаження на опору, $F_a = 2,75 \text{ кН}$
- діаметр валу, $d_{\text{вш}} = 60 \text{ мм}$.

Загальна ширина вкладиша

$$b_{\text{до}} = (0,6 \div 0,8) d_{\text{а}} = (0,6 \div 0,8) 60 = (36 \div 48) \text{ мм}$$

Приймаємо загальну ширину вкладиша $d_{\text{вш}} = 45 \text{ мм}$.

Враховуючи фаски, прийmemo робочу ширину вкладиша $d_{\text{р}} = 41 \text{ мм}$.

Середній тиск на робочу поверхню вкладиша [17]

$$p = \frac{F_r}{d_{\text{до}} b_{\text{по}}} = \frac{11 \cdot 10^3}{60 \cdot 41} = 4,5 \text{ МПа}$$

Приймаємо матеріал вкладишів – антифрикційний чавун АЧС–1, для якого при $v = 0,2 \text{ м/с}$ маємо $[p] = 9 \text{ МПа}$

Умови вибору підшипника по радіальному навантаженню виконані, оскільки

$$p = 4,5 \text{ МПа} < [p] = 9 \text{ МПа}$$

Осьова сила $F_{\text{а}} = 2,75 \text{ кН}$ сприймається торцевою поверхнею вкладиша.

2.3.9 Розрахунок кронштейна

Вихідні дані:

- матеріал кронштейна – сталь 40Х (напруга, що допускається, при вигині $[\sigma_{\text{и}}] = 80 \text{ МПа}$);
- кронштейн навантажений в середній частині вагою упорної плити $G_{\text{уп}} = 19,6 \text{ кН}$ до шипів кронштейна з боку підшипників в точках А і В прикладені реакції $R_{\text{А}}$ і $R_{\text{В}}$.

Розрахункова схема кронштейна представлена на рис. 2.14.

Навантаження від ваги упорної плити рівномірно розподілена з інтенсивністю

$$q = \frac{G_{\ddot{\alpha}}}{1,7} = \frac{19,6}{1,7} = 11,53 \text{ кН/м}$$

Оскільки схема вантаження симетрична, то

$$R_A = R_B = \frac{G_{\ddot{\alpha}}}{2} = \frac{19,6}{2} = 9,8 \text{ кН}$$

Розбиваємо вал на 3 ділянки і визначаємо моменти на ділянках.

Ділянка I. $M_1 = R_A x$

при $x=0 \text{ м}$ $M_1 = 0$

при $x=0,45 \text{ м}$ $M_2 = R_A x = 9,8 \cdot 0,45 = 4,41 \text{ кНм.}$

Ділянка II. $M_2 = R_A x - \frac{R_A (x - 0,45)^2}{2}$

при $x=0,45 \text{ м}$

$$M_2 = R_A x - \frac{q(x - 0,45)^2}{2} = 9,8 \cdot 0,24 - \frac{11,53(0,45 - 0,45)^2}{2} = 4,41 \text{ кНм}$$

при $x=1,3 \text{ м}$

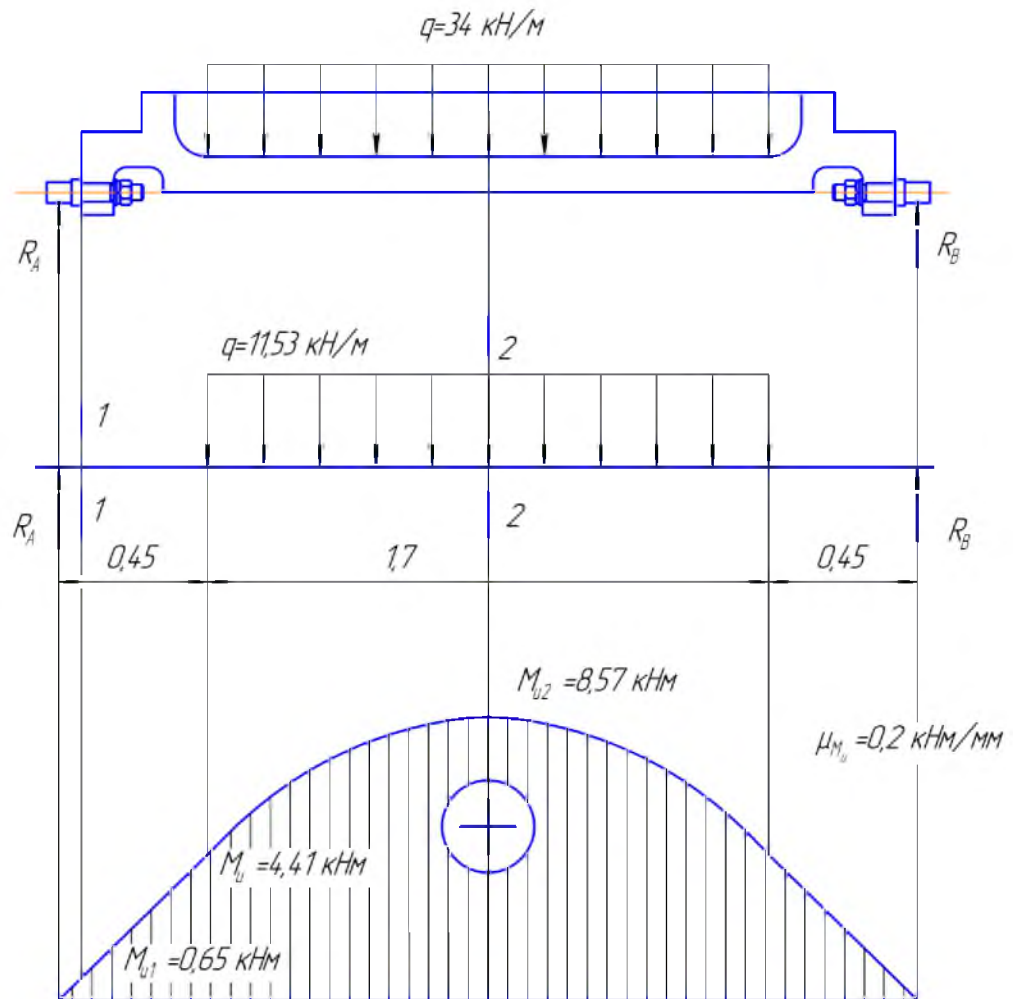


Рис. 2.14 Схема до розрахунку кронштейна

Джерело: розроблено автором

$$M_2 = R_A x - \frac{q(x - 0,45)^2}{2} = 9,8 \cdot 1,3 - \frac{11,53(1,3 - 0,45)^2}{2} = 8,57 \text{ кНм}$$

при $x = 1,0 \text{ м}$

$$M_2 = R_A x - \frac{q(x - 0,24)^2}{2} = 9,8 \cdot 1,0 - \frac{11,57(1,0 - 0,45)^2}{2} = 8,05 \text{ кНм}$$

Небезпечний перетин 1–1. Напряга вигину в перетині 1–1

$$\sigma_{\epsilon 1} = \frac{M_{\epsilon 1}}{0,1d_1^3} = \frac{0,66 \cdot 10^{-3}}{0,1 \cdot 0,06^3} = 30,6 \text{ МПа}$$

Міцність в перетині 1–1 задовольняє умові міцності, оскільки

$$\sigma_{\text{и}} = 30,6 \text{ МПа} < [\sigma_{\text{и}}] = 80 \text{ МПа}$$

Небезпечний перетин 2–2. Форма поперечного перетину 2–2 нчвоподібна (рис. 2.15).

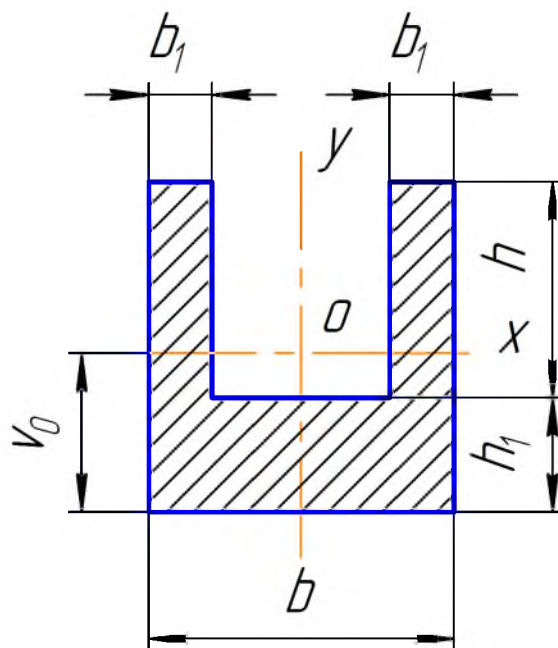


Рис. 2.15 Поперечний перетин кронштейна

Джерело: розроблено автором

Вихідні дані: $b = 250$ мм; $b_1 = 50$ мм; $h = 200$ мм; $h_1 = 100$ мм.

Момент опору перетину [18]

$$W_x = \frac{J_x}{h + h_1 - v_0} = \frac{0,000048}{0,2 + 0,1 - 0,11} = 0,00025 \text{ м}^3$$

де

$$v_0 = \frac{bh_1^2 + 2b_1h(2h_1 + h)}{2(bh_1 + 2b_1h)} =$$

$$= \frac{0,25 \cdot 0,2^2 + 2 \cdot 0,05 \cdot 0,2(2 \cdot 0,1 + 0,2)}{2(0,25 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,05 \cdot 0,2)} = 0,11 \text{ м}$$

$$J_x = \frac{bh_1^3 + 2b_1h^3}{12} + bh_1 \left(v_0 - \frac{h_1}{2} \right)^2 + 2b_1h \left(\frac{h}{2} + h_1 - v_0 \right)^2 =$$

$$= \frac{0,25 \cdot 0,2^3 + 2 \cdot 0,05 \cdot 0,2^3}{12} + 0,25 \cdot 0,1 \left(0,11 - \frac{0,1}{2} \right)^2 +$$

$$+ 2 \cdot 0,05 \cdot 0,2 \left(\frac{0,2}{2} + 0,1 - 0,11 \right)^2 = 0,000048 \text{ м}^4;$$

Напруга вигину в перетині 2-2

$$\sigma_{и1} = \frac{M_{и1}}{W} = \frac{8,57 \cdot 10^{-3}}{0,00025} = 34,3 \text{ МПа}$$

Міцність в перетині 2–2 задовольняє умові міцності, оскільки

$$\sigma_{и1} = 34,3 \text{ МПа} < [\sigma_{и}] = 80 \text{ МПа}$$

2.4 Монтаж, ремонт, змащення

2.4.1 Прив'язка машини до технологічного тракту

Установлення і налаштування технологічного обладнання здійснюється шляхом суміщення осей машин із монтажними осями, зафіксованими на фундаментах під устаткування. При цьому необхідно дотримуватись параметрів, передбачених проектом, зокрема відстаней у вертикальній площині між рівнем переміщення оброблюваного матеріалу та рівнем чистої підлоги цеху або іншою вказаною позначкою [19].

Для цього в планах цехів зазначають основні поздовжні та поперечні осі машин, які прив'язують до поздовжніх і поперечних осей колон будівлі. Висотні позначки вказуються на відповідних розрізах цеху. У процесі монтажу всі висотні заміри виконуються на основі спеціальних контрольних позначок, які називаються реперами.

Монтажні осі у плані і висотні реperi поділяють на контрольні (головні) та робочі. Робочі осі і реperi, у свою чергу, класифікуються на основні й допоміжні. Уся система осей та висотних позначок має загальну назву – геодезичне обґрунтування для монтажу.

Основою геодезичного обґрунтування є контрольні осі та реperi. Усі подальші операції зі створення робочих осей і висотних реперів на фундаментах виконуються на основі цих контрольних елементів, які закладаються в конкретному цеху.

Контрольні осі, як правило, розташовують відповідно до осей колон будівель цехів або інших споруд. Будівлі й споруди цехів орієнтують за робочою координатною сіткою заводу, яка відображена на генеральному плані та встановлена на місцевості у вигляді позначок, розміщених у точках перетину цих осей [16].

На кожному фундаменті виконують розмітку двох основних робочих осей – подовжньої та поперечної – а також встановлюють основний репер (зазвичай поруч із базовою машиною). Відносно цих орієнтирів виконують подальше розмічування й нівелювання допоміжних робочих осей та реперів, необхідних для даного фундаменту. Кількість таких допоміжних елементів визначається специфікою встановленого обладнання.

Фіксацію робочих осей на фундаментах здійснюють за допомогою двох металевих пластин, які монтують у місцях, не закритих підставами машин. Це дозволяє точно визначати положення осей і встановлювати спеціальні тримачі для подальшої роботи.

Плашка виготовляється з відрізка швеллера або балки з мінімальними розмірами в плані 80×80 мм. Її встановлюють у бетон, при цьому приварюючи до арматури фундаменту або, за її відсутності, до попередньо закладеної пластини. Потім плашку заливають бетонним розчином високої міцності. На поверхні плашки за допомогою керна роблять заглиблення діаметром не більше 2 мм, яке визначає положення осі. Навколо цього заглиблення наносять розпізнавальний трикутник і фарбують його білою фарбою (див. рис. 2.16).

Для визначення положення осевого керна щодо контрольної або основної робочої осі використовують схил, який спускають зі струни-орієнтира. Лінійні розміри контролюються за допомогою сталевої рулетки, а точність розміщення керна перевіряється теодолітом. Допустиме відхилення основної робочої осі від контрольної, а також допоміжних осей від основної становить ± 1 мм.

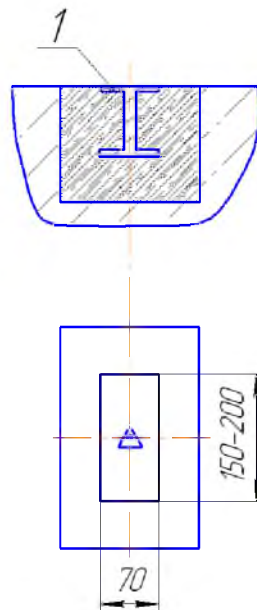


Рис. 2.16 Плашка: 1 – швеллер

Джерело: розроблено автором

Контрольний репер являє собою оброблений з кінців під сферу залізничний рейс, який закладається в бетонний стовп на глибину до 4 метрів і виступає над поверхнею бетону на 50 мм (див. рис. 2.17а).

Основні та допоміжні висотні реperi виконуються у формі заклепки діаметром 25–30 мм, яка приварюється головкою до оголеної арматури

фундаменту та заливається цементним розчином високої марки (рис. 2.17б). У разі відсутності арматури до нижньої частини заклепки приєднується сталеві пластина площею не менше ніж 1 дм^2 , яка також заливається цементним розчином разом із репером (рис. 2.17в).

Висотні відмітки основних реперів коригуються відносно контрольних, а допоміжних – відносно основних, з використанням прецизійного нівеліра, при цьому забезпечується точність вимірювання до $\pm 0,5 \text{ мм}$. Для фундаментів значної протяжності реperi монтуються з інтервалом приблизно 10 метрів. Відхилення між позначками базової поверхні та репера не повинно перевищувати 1,5 м [18].

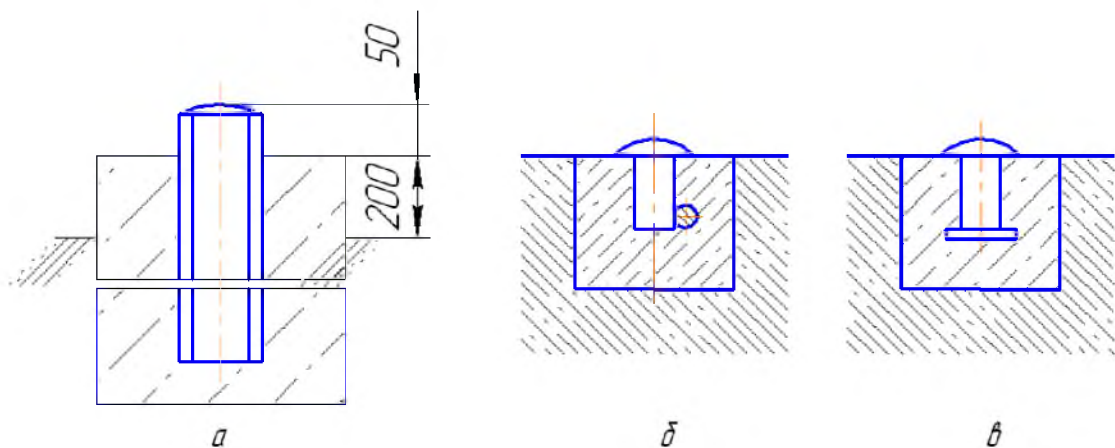


Рис. 2.17 Схема установки висотних реперів

a – контрольний репер; *б* – основний і допоміжний реperi за наявності арматури; *в* – основний і допоміжний реperi з привареною пластинкою

Джерело: розроблено автором

Осьові плашки та висотні реperi встановлюються будівельною організацією на основі схеми геодезичного обґрунтування монтажу, яка передається вчасно монтажною організацією.

Під час приймання фундаментів для монтажу монтажна організація перевіряє правильність розмітки осей та висотних відміток реперів згідно з виконавчою схемою геодезичного обґрунтування. У разі виявлення

розбіжностей вони фіксуються у формулярах, які додаються до акта приймання.

Згідно з планом розташування обладнання виконується розбивальне креслення, яке містить положення основних осей обладнання у вигляді координат, лінійних розмірів і висотних відміток. Геодезичні знаки, як-от реperi й плашки, використовуються для точного визначення позицій. Робочі реperi перевіряються на відповідність контрольному реперу цеху, що розташований на спеціальному фундаменті.

На кожному монтажному майданчику біля базового елемента машини розташовується основний репер, який прив'язаний до контрольного з точністю до $\pm 0,5$ мм. Установка упору після складання та монтажу ретельно вирівнюється відповідно до норм точності. Найнадійнішими методами вивірювання залишаються оптико-геодезичний і лазерний методи, що забезпечують точне визначення відносного розташування контрольних точок у горизонтальній та вертикальній площинах.

Геодезичне обґрунтування монтажу приводу підйому-опускання упорної плити наведено на рисунках 2.18–2.19.

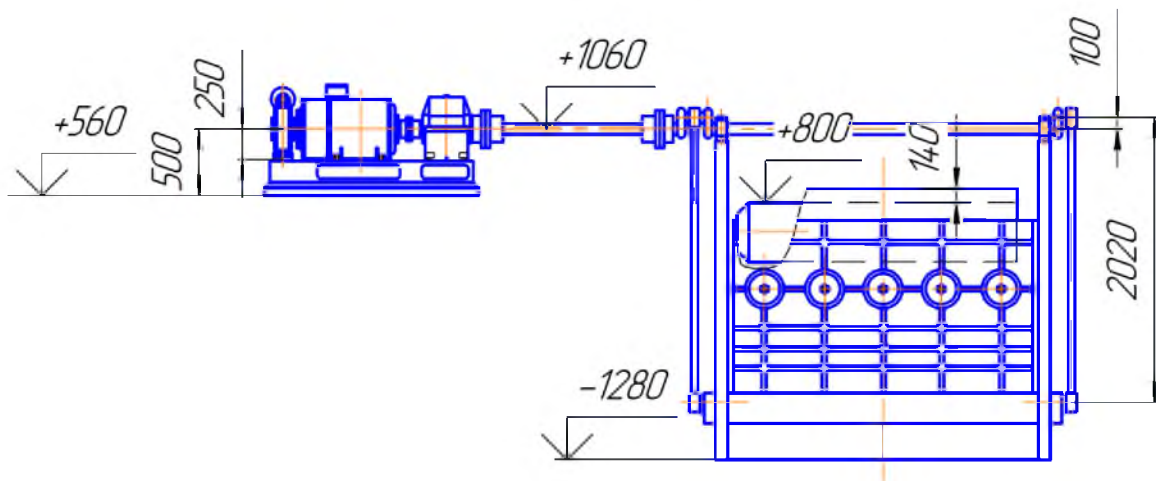


Рис. 2.18 Геодезичне обґрунтування монтажу приводу підйому-опускання упорної плити, в вертикальній площині – висотна відмітка

Джерело: розроблено автором

Монтаж приводу підйому-опускання упорної плити слід виконувати відповідно до вузлових та складальних креслень. Осі цього механізму вписані в осьову лінію колони К14 (див. рис. 2.19).

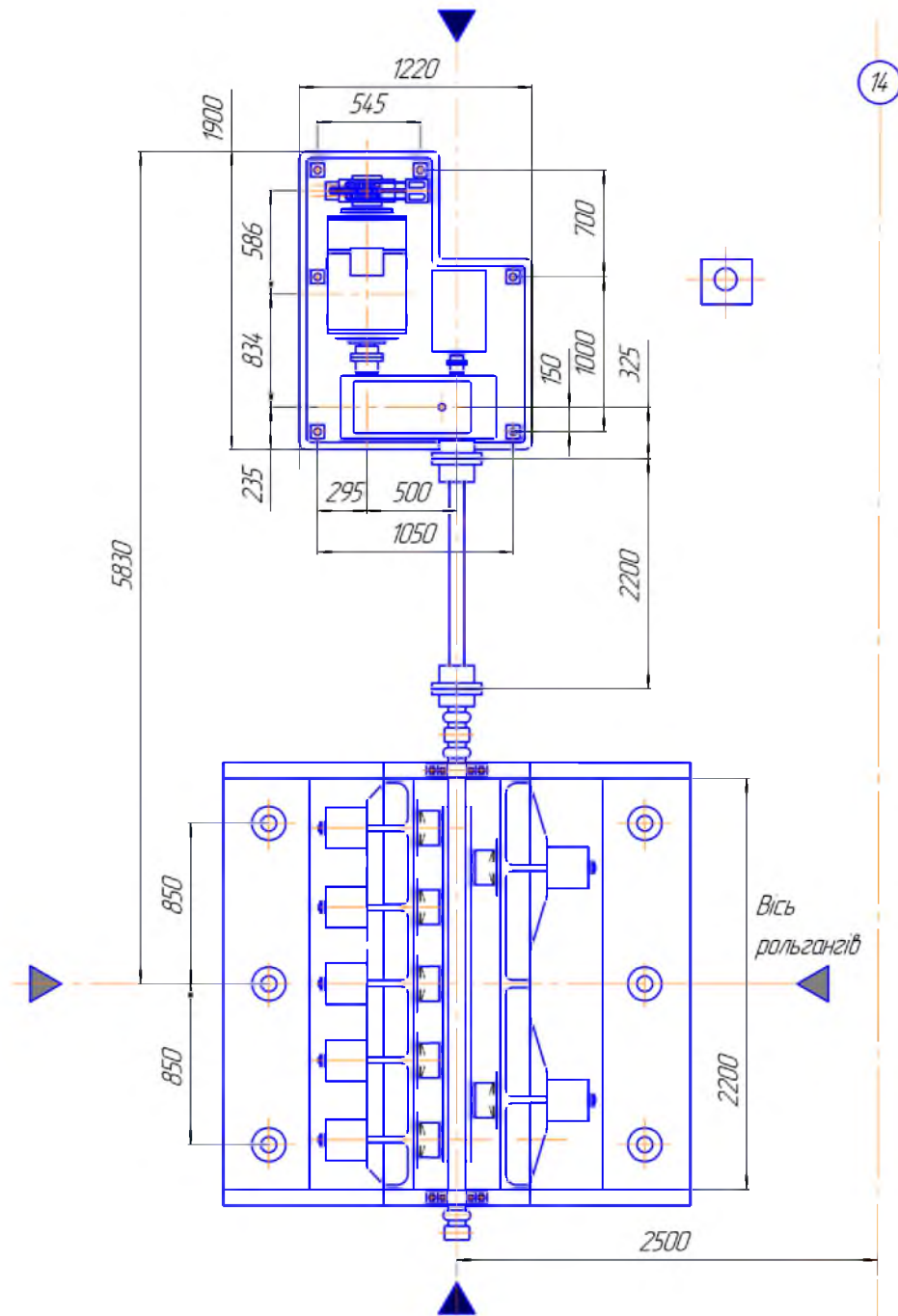


Рис. 2.19 Геодезичне обґрунтування монтажу приводу підйому-опускання упорної плити, в плані

▷ – головна поздовжня вісь; ▲ – головна поперечна вісь;

□ – висотний репер

Джерело: розроблено автором

2.4.2 Технологічна карта монтажу

Таблиця 2.2

Ліміт матеріалів і напівфабрикатів

Найменування	Одиниці вимірювання	Кількість	
		за проектом	фактично
Кисень	м ³	5,0	
Карбід кальцію	кг	5,0	
Гас	кг	5,0	
Масло машинне	кг	4,0	
Солідол	кг	0,5	
Кінці обтиральні	кг	1,2	
Серветки обтиральні	м ²	1,0	
Папір прокладний	м ²	1,0	

Джерело: розроблено автором

Таблиця 2.3

Перелік устаткування, інвентарю і пристосувань

Найменування і характеристика	Одиниці вимірювання	Кількість	
		за проектом	фактично
Кран мостової Q =20/5 т	шт.	1	
Апарат електрозварювання СТЕ – 34	шт..	1	
Ацетиленовий генератор Пг -1	шт.	1	
Контрольна лінійка l= 3 м	шт..	1	
Індикатор цифрової	шт.	2	
Схил 0,4 кг	шт.	4	
Рівень з ціною ділення 0,006 м на 1м	шт.	1	

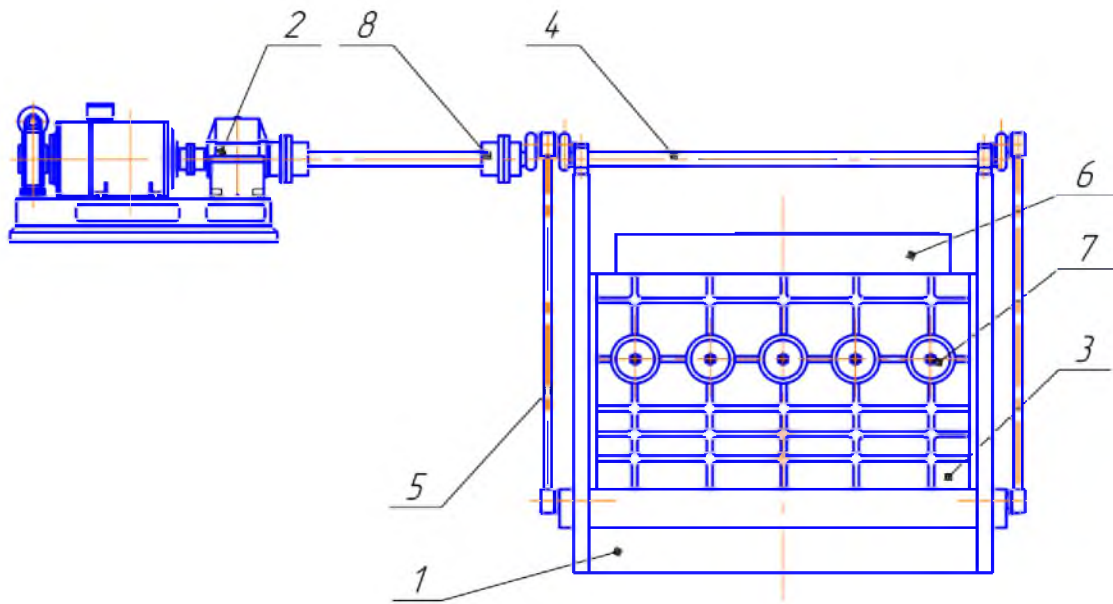
Джерело: розроблено автором

Таблиця 2.4

Технологічна карта монтажу

№ п/п	Опис робіт по монтажу в технологічній послідовності	Калькуляція						Склад лан- ки	Три- ва- лість опе- ра- ції, год								
		Од. виміру	Об'єм робіт	На одиницю		На весь об'єм				4	8	12	16	20	24	28	32
				Норма часу, год	Рас- цінки	Норма часу, год	Сума зарпл, грн										
1	Встановити на фундамент і закріпити станину 1	Шт.	1	4	300	4	1200	6/5/5/5	4								
2	Встановити на фундамент і закріпити привід 2	Шт.	1	4	300	4	1200	6/5/5/5	8								
3	Встановити опори амортизаторів 3 на станину 1	Шт.	2	2	300	4	1200	6/5/5/5	12								
4	Встановити вал ексцентриковий 4 на станину 1	Шт.	1	4	300	4	1200	6/5/5/5	16								
5	Встановити і закріпити тяги 5 на ексцентриковому валу 4	Шт.	2	2	300	4	1200	6/5/5/5	20								
6	Встановити і закріпити на тягах 5 упорну плиту 6	Шт.	1	4	300	4	1200	6/5/5/5	24								
7	Встановити і закріпити амортизатори 7 на опорах 3	Шт.	1	4	300	4	1200	6/5/5/5	28								
8	Встановити прамвал 8 і з'єднати напідмуфти з приводом 2 і валом 4	Шт.	1	4	300	4	1200	6/5/5/5	32								

Джерело: розроблено автором



№ поз.	Найменування	К-ть	Од.	Заз.
			Маса, кг	
1	Станина	1	2450	2450
2	Привід	1	1330	1330
3	Опора амортизаторів	2	450	900
4	Вузол валу	1	250	250
5	Плита упорна	1	2000	2000
6	Амортизатор	8	65	520
7	Тяга	2	80	160
8	Промвал	1	205	205

Рис. 2.20 Монтажна схема приводу підйому-опускання упорної плити

Джерело: розроблено автором

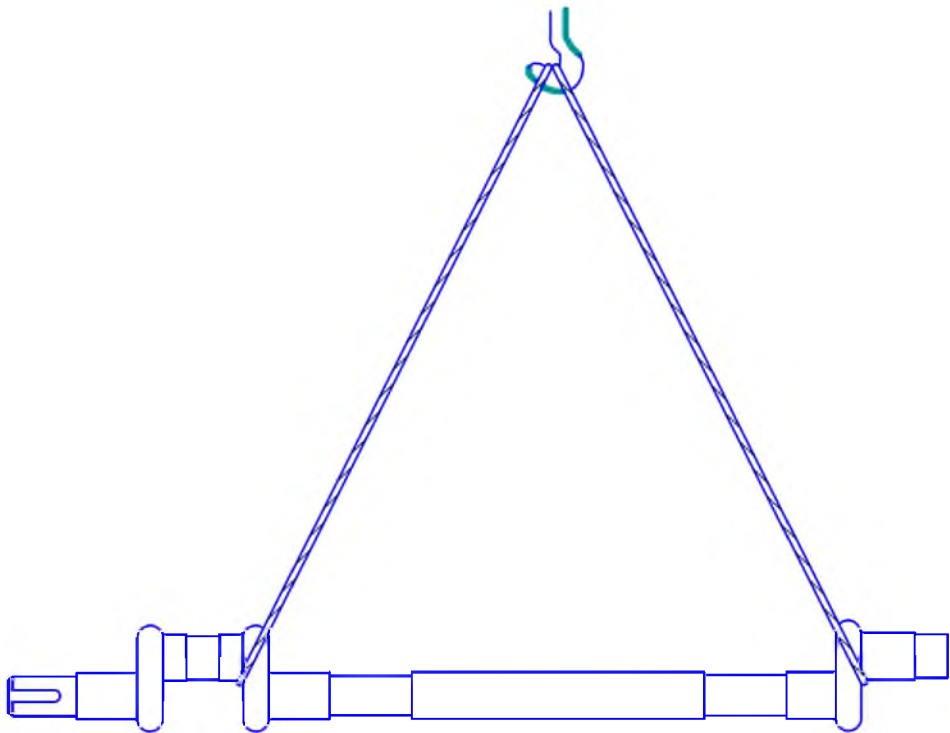


Рис. 2.21 Схема строповки валу ексцентрикового
Джерело: розроблено автором

Таблиця 2.5

Інструмент

№ п/п	Найменування	Одиниці	Кількість
1	Ключі гайкові S-17 до S- 46	Шт.	12
2	Молоток слюсарний	Шт.	2
3	Зубило слюсарне	Шт.	1
4	Зубило ковальське	Шт.	1
5	Метр-рулетка	Шт.	1
6	Ломик монтажний	Шт.	2
7	Кувалда 5 кг	Шт.	1
8	Стропи парні	Шт.	2

Джерело: розроблено автором

2.4.3 Зношення відповідальних деталей та методи їх відновлення

Ексцентриковий вал піддається статичним навантаженням, спричиненим вагою упорної плити, що викликає його вигин і кручення, а

також динамічним навантаженням під час підйому плити [19]. Поверхня ребра упорної плити зазнає ударних навантажень, що призводить до утворення вибоїн поверхневого шару, тріщин, наклепу, зминання та прояву повзучості.

У підшипниках ковзання через постійні статичні й динамічні впливи виникає радіальний знос вкладишів, руйнування антифрикційного шару, а також можуть з'являтися тріщини на корпусі підшипника.

Амортизатори упору страждають від нашарування окалини, що викликає забруднення та заклинювання регулювальних гайок, а також вихід з ладу пружин.

У приводних механізмах відбувається знос зубчастих зчеплень і підшипників редуктора, пошкодження зубів зубчастих муфт та зношування колодок гальма.

Ремонт валів і муфт включає виявлення та усунення різноманітних дефектів, які виникають у процесі експлуатації.

Основні типи ушкоджень валів можуть бути такими: зміна діаметра і форми шийок та цапф; поява подряпин, рисок і задирок на поверхні шийок та цапф; вигин або скручування валу; знос, деформація або пошкодження робочих поверхонь канавок для шпонок і шліців; зношеність або руйнування різьбових з'єднань.

Процес відновлення шийок валів до номінального розміру передбачає такі етапи:

1. За допомогою металізації або автоматичного вібродугового наплавлення шийки валу збільшують до діаметра, який перевищує номінальний, залишаючи припуск на подальшу обробку.

2. Перевіряють вісь валу на вигини і, якщо необхідно, проводять виправлення. Невеликі вигини усувають на токарному верстаті за допомогою гвинтового преса, чеканки або місцевого нагріву. Значні вигини виправляють на правильних пресах у холодному стані. Припустима величина прогину становить 0,2–0,3 мм на 1 метр довжини валу.

3. Оглядають і коригують центрові отвори.

4. Нарощений шар обробляється до номінального розміру, забезпечуючи точність і надійність експлуатації.

Зношені шпонки замінюють на нові.

Сполучні муфти переважно зношуються у місцях контакту сполучних елементів, таких як отвори для болтів і пальців, зони контакту кулачків або зубів, а також у пазах для шпонок [20].

Ремонт зубчастих передач і редукторів.

У процесі експлуатації зубчастих передач спостерігаються такі основні види зношування: стирання робочих поверхонь зубів, яке спричиняє поступову деформацію робочого профілю, особливо в області ніжки зуба.

Під час ремонту зубчастих передач використовують наступні методи: перевертають колеса у прямозубих нереверсивних передачах, наплавляють робочі поверхні зубів, замінюють зламані зуби на нові в невідповідальних тихохідних передачах, а також замінюють вінці або колеса у відповідальних реверсивних передачах.

Перевертання циліндричних коліс не є особливо ефективним і можливе лише за умови, якщо конструкція передачі симетрична відносно осі колеса.

Щодо ремонту базових деталей, основні елементи металургійних машин зазвичай являють собою великогабаритні литі, зварні або зварно-литі конструкції: станини, корпуси, плити, рами тощо.

Найширше застосування знаходять сталеві деталі. Однак останнім часом значного поширення набули легші, більш економні зварні й залізобетонні конструкції.

Основні види зносу базових литих елементів включають: локальні руйнування і тріщини, що виникають від навантажень; знос поверхонь тертя; знос гладких поверхонь і різьбових отворів у деталі.

Ремонт таких деталей проводять із застосуванням методів механічної обробки, зварювання або заливки. Попередній підігрів деталей перед зварюванням запобігає утворенню тріщин, які виникають через усадку при охолодженні великих об'ємів металу, а також полегшує обробку шва. Деталі

нагрівають у печах до температури близько 300°C і підтримують її протягом усього процесу зварювання.

Відпуск і відпал виконують для усунення внутрішніх напружень і покращення ударної в'язкості матеріалу [20].

Газове зварювання чавуну проводять при високих температурах (700–800 °C) із застосуванням чавунних електродів.

2.4.4 Розробка графіка планово-попереджувальних ремонтів

Ремонт упору здійснюється під час планових технічних обслуговувань обладнання. Ремонт представляє собою комплекс технічних заходів, включаючи відновлення та заміну зношених деталей, а також загальну перевірку і налаштування машини для забезпечення її нормальної працездатності між ремонтними періодами [19].

Система планово-попереджувального ремонту (ППР) передбачає регулярне проведення ремонтів та ревізій обладнання, на основі яких визначаються обсяги необхідних робіт.

Результати оглядів та ревізій фіксуються в агрегатних журналах, а також журналах приймання та здачі змін. Характер і обсяг ремонтів визначаються заданими дефектів.

Відомості про дефекти створюються для поточних ремонтів на основі записів у агрегатних журналах, а для капітальних ремонтів додатково використовуються акти комісії про технічний стан обладнання.

Поточні або малі ремонти зазвичай виконуються безпосередньо на місці встановлення устаткування. Вони включають часткове розбирання механізмів, маркування, очищення і ревізію деталей, оцінку ступеня їх зносу, заміну швидкозношуваних компонентів, термін служби яких становить щонайменше один міжремонтний період. Також проводиться налаштування окремих вузлів, заміна мастила в картерах та централізованих системах, ущільнювачів,

перевірка зазорів, а також виконуються всі роботи, що здійснюються під час огляду обладнання.

Поточний ремонт виконується цеховими ремонтними бригадами під керівництвом механіка цеху за участю ремонтного персоналу. Виготовлення деталей здійснюється ремонтно-механічними цехами або майстернями. Графіки ППР коригуються залежно від ступеня зносу обладнання та інших факторів, що впливають на його термін служби [19].

Графік проведення капітальних, середніх та профілактичних ремонтів обладнання БЗС 730/500 на рік представлений у таблиці 3.1.

Таблиця 2.6

Графік ППР

місяці			січень			лютий			березень			квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень			жовтень			листопад			грудень					
ремонт			декади																																						
-	П	-	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
-	П	-																																							
П	-	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
П	-	-																																							
-	П	-																																							
С	-	П																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							
-	П	-																																							

Джерело: розроблено автором

Система планово-попереджувальних ремонтів (ППР) базується на аналізі роботи обладнання, що забезпечує точні дані щодо термінів експлуатації, видів зношення, несправностей та відмов як технічного, так і аварійного характеру.

Основою для такого аналізу слугують записи про відмови, отримані з агрегатних журналів, журналів приймання й здачі змін, звітів про огляд обладнання, яке надходить на ремонт (дефектувальні відомості), а також

інших джерел інформації. На базі цього аналізу розробляються графіки проведення ППР усіх рівнів. Їх завдання – відповісти на питання про те, коли, протягом якого періоду, в якому обсязі, за рахунок яких ресурсів та ким мають бути виконані операції з відновлення працездатності обладнання. Графіки ППР коригуються залежно від поточного рівня зношення та інших факторів, що можуть впливати на скорочення терміну експлуатації техніки [20].

2.4.5 Змащення

У наявній конструкції упору проводиться змащування електродвигунових підшипників, зубчастих муфт, зубчастих зачеплень редукторів та підшипників ковзання. Для змащування підшипників електродвигунів і зубчастих муфт використовується консистентне мастило, яке додається періодично. Підшипники ковзання мають централізовану систему змащення. Рідке мастило використовується для зубчастих зачеплень і підшипників редуктора, причому його заміна також здійснюється централізовано [21].

Електродвигунові підшипники змащують мастилом типу УССА або 1-13 [21]. Для змащування зубчастих муфт використовується мастило ЦИАТИМ-201. Характеристики цих змащувальних матеріалів наведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Властивості змащувальних матеріалів

Найменування змащувального матеріалу	Температурні межі °С	В'язкість при $t=50^{\circ}\text{C}$, сСт	Замінник
ЦИАТИМ-201	$-60^{\circ}\text{C} \div +80^{\circ}\text{C}$	24÷28	ВНІНп232
Усса	$-77^{\circ}\text{C} \div +25^{\circ}\text{C}$	25÷35	Мастило 1-13
Масло ІГП-18	$-15^{\circ}\text{C} \div +90^{\circ}\text{C}$	16÷20	Масло АУ

Джерело: розроблено автором

Розглянемо процес визначення витрат густого мастила, необхідного для змащування підшипників ковзання. Розрахунок здійснюється відповідно до методики, розробленої інститутом металургійного машинобудування [21].

Карта змащування наведена в таблиці 2.8, а схема точок змащування зображена на рисунку 2.22.

Таблиця 2.8

Карта змащування упору

№ п/п	Найменування точки змащування	К-ть точок, шт	Застосоване мастило	К-ть на 1 точку, дм ³	Терміни заміни в добі	Дополні-тель-ніє вказівки
1.	Підшипники електродви-гунів	4	Усса	0,4	1 раз у 6 міс.	Набивання
2.	Муфта зубчата	3	ЦИАТИМ-201	2	1 раз у 6 міс	Набивання
3.	Зубчасте зачеплення	2	Масло ІГП-18	10	По контролю лабор.	Долив
4	Підшипники ковзання	6	Усса	$6,6 \cdot 10^{-5}$	1 раз у 2 год.	Централізо-вана

Джерело: розроблено автором

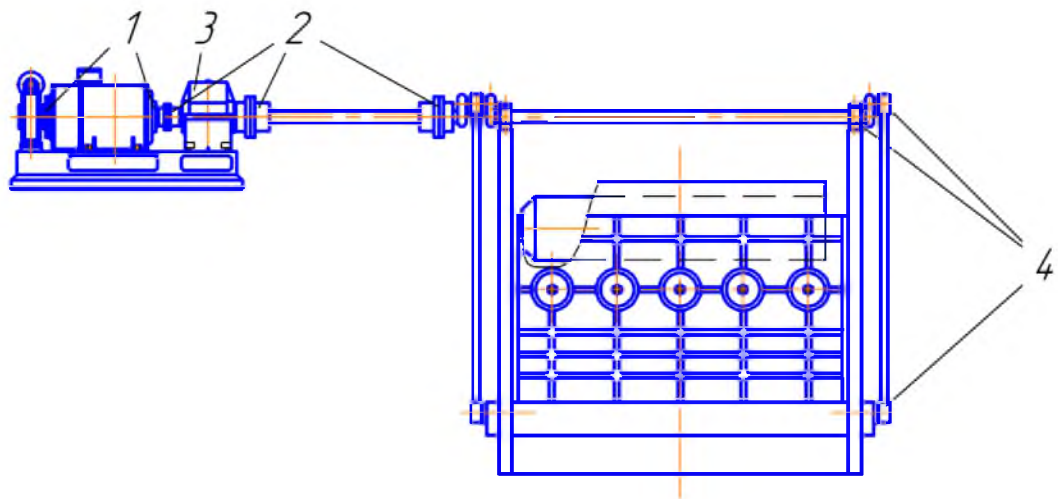


Рис. 2.22 Схема точок змащування механізму підйому

1 – підшипники електродвигунів; 2 – муфти зубчаті|зубчата|;
3 – зубчасті зачеплення і підшипники редуктору; 4 – підшипники ковзання

Джерело: розроблено автором

3 ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Захист життя та здоров'я працівників гарантовано Конституцією України, Законом України «Про охорону праці» та іншими нормативно-правовими актами держави.

Усі технологічні операції мають виконуватися відповідно до Правил безпеки в прокатному виробництві (ДНАОП 1.2.10-1.04-97), затверджених наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці №34 від 19.02.1997 року, а також згідно із державними стандартами системи безпеки праці:

- ГОСТ 12.2.003-91 "Виробниче обладнання. Загальні вимоги безпеки";
- ГОСТ 12.2.061-81 "Виробниче обладнання. Захисні огороження";
- ГОСТ 12.1.004-91 "Пожежна безпека. Загальні вимоги";
- ГОСТ 12.3.009-76 "Вантажно-розвантажувальні роботи. Загальні вимоги безпеки", а також чинними в цеху інструкціями з охорони праці.

Дія закону "Про охорону праці" охоплює всі підприємства незалежно від їх виду діяльності чи форми власності, а також усіх громадян, які працюють або залучені до трудової діяльності на цих підприємствах [22].

3.1 Аналіз основних шкідливостей і небезпечностей

У цеху блюмінгу №1 здійснюються технологічні процеси прокатування сталевих зливків у блюми та заготовки за допомогою обтискного стану 1250 і БЗС 730/500. У складі технологічної лінії БЗС, перед охолоджувачами металу, розташований опорний механізм, що опускається.

Прокатне виробництво пов'язане з багатьма небезпечними та шкідливими виробничими чинниками. З точки зору санітарії та гігієни,

особливостями цього процесу є утворення підвищеної температури, виділення газів і пари, а також наявність шуму та вібрацій.

Температура прокатуваного металу досягає 1150–1250°C, що супроводжується виділенням значної кількості тепла в навколишнє середовище і спричиняє підвищення температури повітря. Надмірне теплове навантаження може порушувати нормальну терморегуляцію організму людини. Перегрів викликає підвищення температури тіла, пришвидшення дихання та серцебиття, прилив крові до голови, а у важких випадках може призвести до теплового удару та втрати свідомості. Крім того, робота з розпеченим металом несе ризик отримання опіків.

У виробничому приміщенні шум створюється технологічним обладнанням, таким як прокатні кліті, ножиці, рольгани тощо. Шум має негативний вплив на здоров'я і працездатність працівників. Він впливає на центральну нервову систему, спричиняючи загальну втому, порушення серцевої діяльності, дихання, а також уповільнення психічних реакцій [22].

Іншим важливим негативним фактором для умов праці є пил, що з'являється під час прокатування злитків. У процесі дихання частки пилу потрапляють у легені, де деякі з них осідають, завдаючи механічного пошкодження легеневій тканині. Надмірне тепловиділення порушує нормальну терморегуляцію організму. Перегрів може викликати підвищення температури тіла, прискорене дихання і серцебиття, прилив крові до голови.

У випадку значного перегріву організм ризикує отримати тепловий удар, який супроводжується втратою свідомості. Це вимагає належного захисту від високотемпературних випромінювань. Під час прокатування із заготовок відділяється окалина у вигляді пилу, що також негативно позначається на здоров'ї працівників [22].

Значення, що визначають рівень шкідливих чинників на робочих місцях, а також їхні нормативи, наведені в таблиці 3.1. Механічна травмонебезпека виникає через роботу таких механізмів: приводи робочих клітей; приводи рольгангів; летючі ножиці та їхній привід; машина вогняної зачистки; маніпулятор-кантувач тощо.

Таблиця 3.1

Санітарно-гігієнічна характеристика умов праці на робочих місцях

Ділянка, професія	Фізич- ний фактор		Метеофактори								Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³		
	Шум, дБа	Швид- кість руху повітря, м/с		Віднос- на волога повітря, %		Температура							
						Холод- ний період, t °C		Теплий період, t °C					
ГПР	Факт	ГПР	Факт	ГПР	Факт	ГПР	Факт	ГПР	Факт	Вид	ГДК	Факт	
БЗС 730/ 500, слюсар – ремонтник	80	86	0,3	0,2	65	63	15÷ 21	15	20÷ 27	33	Пил	6,0	7,6

Фактичний рівень шуму складає 86 дБа, що перевищує гранично допустимий рівень (80 дБа) на 6 дБа. Це свідчить про необхідність впровадження заходів для його зниження. Як показують дані, наведені в таблиці 3.1, значення ПДУ та фактичні параметри шкідливих виробничих факторів на робочих місцях механічної служби вимагають додаткової уваги.

Мікроклімат у приміщенні характеризується певними відхиленнями від санітарних норм щодо температури, швидкості руху повітря та відносної вологості, що може негативно впливати на робочі умови [22].

У цеху використовується електроустаткування з живленням від джерел напруги 380 В для технологічного обладнання та 36 В для освітлення. Робота з напругою 380 В створює ризик отримання електротравм.

- можливі небезпеки ураження електричним струмом включають такі випадки:
- контакт із відкритими проводами, трелеями кранів або візками для передачі вантажів;
- дотик до корпусів машин або щитів управління, які випадково можуть опинитися під напругою та не мають заземлення;

- маніпуляції із роз'єднувачем під навантаженням або контактором без дугогасильної камери.

Струм, що перевищує 0,15 А, може чинити негативний вплив на нервову систему і м'язи, потенційно викликаючи параліч дихальних м'язів і м'язів серця без прояву опіків.

Привод підйому-опускання упорної плити, являє собою агрегат, оснащений різноманітним обладнанням, як електричним, так і механічним. При контакті з його рухомими частинами можуть виникати травми.

Ризики зростають у ситуаціях, коли на обертових частинах є виступаючі елементи, такі як болти або шпонки, а також коли рухомі частини механізму обертаються в протилежних напрямках, формуючи зону захоплення й втягування.

Недостатнє освітлення є однією з причин травматизму, негативно впливає на зоровий стан працівників і знижує загальну продуктивність. Тому важливо забезпечити адекватну освітленість у цеху блюмінг №1 як у світлий, так і в темний період доби. Згідно з діючими нормами, рівень освітлення в цеху має складати не менше 200 лк, що збігається з необхідними показниками [22].

3.2 Заходи щодо зниження шкідливостей і небезпечностей

Прокатне виробництво за характером виконуваних робіт належить до категорії важкої праці, що супроводжується постійним фізичним навантаженням. Для забезпечення комфортних умов праці в цеху передбачено заходи щодо зниження тепловиділення від основних джерел тепла. З цією метою планується інтенсивне охолодження гарячого металу водою вздовж усієї технологічної лінії прокатування.

Оптимальний температурний режим у приміщеннях цеху забезпечується за рахунок використання природної вентиляції в теплу пору року та штучної вентиляції взимку. Притік повітря до будівлі організовується через відчинені

вікна, а штучна вентиляція здійснюється завдяки системі повітропроводів, під'єднаних до центральної системи повітропостачання.

Ефективним способом боротьби із запиленістю є рясне зрошення металу водою. Воно сприяє осадженню пилової окалини з повітря, що значно знижує рівень запиленості у приміщенні.

Для зменшення рівня шуму та вібрації від вентиляційних установок передбачено встановлення шумопоглинаючих вставок у повітропроводи, а також монтаж вентиляторів на спеціальних вібропідмурках. Система вентиляції розрахована на ефективне видалення всіх виробничих шкідливих виділень. Для покращення умов праці робітників, які працюють біля ножиць, заплановано обладнання звукоізоляційних кабін для операторів та кранівників, що забезпечують високий рівень звукової ізоляції.

На електротехнічних шафах і розподільчих щитах передбачено відповідне маркування. Для захисту електричних машин від струмів короткого замикання та перегріву використовуються автоматичні теплові захисні елементи.

Усі рухомі частини машин забезпечені захистом. Для зручності та безпеки під час обслуговування обладнання, розташованого на висоті понад 2 метри, передбачено облаштування робочих майданчиків із драбинами та поручнями.

Для освітлення виробничих приміщень використовують як природне, так і штучне освітлення. Природне освітлення забезпечується через вікна у стінах і світлові ліхтарі, розташовані на даху будівлі. Вирізняють бічне освітлення, яке надходить через вікна стін, та верхнє — через світлові ліхтарі. Найраціональнішим вважається комбіноване природне освітлення, яке сприяє рівномірному розподілу світла. Штучне освітлення у цеху блюмінг №1 організовується за допомогою ламп розжарювання та люмінесцентних ламп. Виділяють загальне і комбіноване освітлення. Загальне освітлення використовується для створення базового рівня світла по всьому приміщенню, тоді як місцеве освітлення застосовується додатково при виконанні точних

робіт. Для цього використовуються світильники типу «Альфа», «Бета» та коробчасті світильники. Крім робочого освітлення, у цеху передбачається аварійне освітлення, яке забезпечує безперебійну роботу обладнання у випадку несправності основного освітлення, а також дозволяє безперешкодно евакуюватися під час надзвичайних ситуацій. Аварійне освітлення має бути підключене до незалежного джерела живлення. У проектуванні освітлення для цеху блюмінг №1 передбачено використання прожекторів, які забезпечують далекобійне та потужне освітлення.

Усі рухомі частини машин надійно захищені. Для зручності та безпеки обслуговування агрегатів, що знаходяться на висоті понад два метри, передбачені спеціальні майданчики зі сходами та поручнями.

Система повітрообміну у виробничому приміщенні цеху забезпечує підтримку необхідної температури повітря в різні пори року.

Проведемо розрахунок повітрообміну в станівому прольоті БЗС 730/500.

Осі аераційних фрамуг 1 і 2 (рис. 4.1) знаходяться від рівня підлоги на висоті $H_1 = 2,5$ м, $H_2 = 18$ м. Температура повітря зовнішнього $t_{нар} = 22^\circ\text{C}$, що йде з приміщення $t_{yx} = 30^\circ\text{C}$, в робочій зоні $t_{p.з} = 24^\circ\text{C}$. Об'ємна вага повітря зовнішнього $\gamma_{нар} = 1,173$ кг/м³, що йде $t_{yx} = 1,141$ кг/м³. Барометричний тиск $P_{бар} = 745$ мм рт. ст., за допомогою аерації необхідно видалити $Q = 500000$ ккал/ч. Коефіцієнт, що враховує динамічний тиск і місцевий опір при русі повітря через аераційні фракції рівний 0,65.

Визначимо необхідну площу фрамуг, що відкриваються, якщо відношення їх площ $f_1 / f_2 = 1,25$. Перевіримо результати аналітичного розрахунку.

Необхідний природний повітрообмін

$$G_{пр} = G_{выт} = \frac{Q}{0,24(t_{yx} - t_{нар})\gamma_{нар}} = \frac{500000}{0,24(30 - 22)1,173} \approx 222000 \text{ кг/ч}, \quad (4.1)$$

де G_{np} и $G_{выт}$ - величини притоки і витяжки, кг/ч;

0,24 – теплоємність сухого повітря, ккал/кг.

Висота розташування осей витяжних фрамуг над площиною нульового надмірного тиску (нейтральної зони)

$$h_2 = \frac{H}{\frac{f_2 \cdot \gamma_{yx}}{f_1 \cdot \gamma_{нар}} + 1} = \frac{18 - 2,5}{\frac{1}{1,25} \cdot \frac{1,141}{1,173} + 1} = 4,63 \text{ м}, \quad (4.2)$$

де H – відстань між осями приточування і витяжних фрамуг, м.

Відстань від осі фрамуг приточувань до нейтральної зони

$$h_1 = H - h_2 = (18 - 2,5) - 4,63 = 10,87 \text{ м}.$$

Об'ємна вага повітря $\gamma_{ср.ном} = 1,154 \text{ кг/м}^3$.

Внутрішній тиск в площині осі верхніх фрамуг [22]

$$h = h_2(\gamma_{нар} - \gamma_{ср.ном}) = 4,63(1,173 - 1,154) \approx 0,079 \text{ кг/м}^2. \quad (4.3)$$

Швидкість руху повітря через верхні фрамуги

$$0,079 = \frac{v_z}{2g} \gamma_{yx} = \frac{v_z}{2 \cdot 9,81} 1,141. \quad (4.4)$$

Звідки $v = 1,2 \text{ м/с}$.

Визначимо необхідну площу повітря через верхні фрамуги

$$G_{np} = 0,65 \cdot 3600 v_z \gamma_{yx} f_2 = 0,65 \cdot 3600 \cdot 1,2 \cdot 1,141 f_2, \quad (4.5)$$

де 0,65 – коефіцієнт, що враховує динамічний тиск і місцевий опір при русі повітря через аераційних фрамуги.

Звідки $f_2 \approx 100 \text{ м}^2$.

Площини жньої фрамуги $f_1 = 100 \cdot 1,25 = 125 \text{ м}^2$.

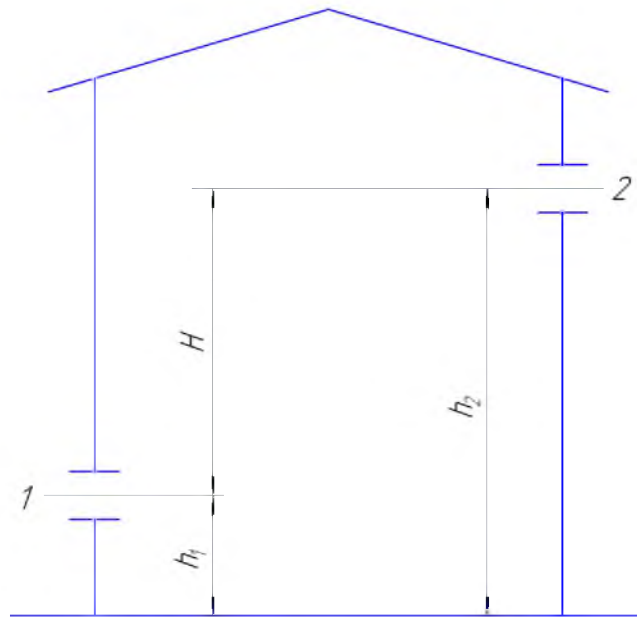


Рис. 3.1 Поперечний розріз станового прольоту БЗС 730/500

Джерело: розроблено автором

Внутрішній надмірний тиск в площині, що проходить через осі нижніх отворів

$$P = \frac{v_1^2}{2g} \gamma_{нар} = \frac{v_1^2}{2 \cdot 9,81} 1,173. \quad (4.6)$$

Звідки $v_1 = 0,95 \text{ м/с}$.

Витрата повітря через нижні фрамуги

$$G_{пр} = 0,65 \cdot 3600 v_1 f_1 \gamma_{нар} = 0,65 \cdot 3600 \cdot 0,95 \cdot 100 \cdot 1,173 \approx 222000 \text{ кг/ч}. \quad (4.7)$$

Отже, розрахунок виконано правильно, і площа фрамуг забезпечує належний рівень повітрообміну.

3.2.1 Засоби індивідуального захисту

Відповідно до вимог СНіП №539 від 28.10.2003 р., кожен працівник має бути забезпечений спеціальним одягом і засобами індивідуального захисту.

Робочі цехи повинні забезпечуватися засобами індивідуального захисту відповідно до діючих норм, зокрема:

- засоби для захисту органів дихання від шкідливих речовин (респіратори, маски проти пилу типу «Пелюстка»);
- спеціальний одяг (комбінезони, куртки, штани тощо), який захищає тіло людини від впливу хімічних, термічних та механічних факторів;
- спеціальне взуття для захисту ніг від механічних пошкоджень;
- засоби для захисту рук від механічних ушкоджень (різні види рукавиць) ;
- засоби захисту голови від механічних ушкоджень включають каски з амортизаторами і повстані шоломи, які також забезпечують захист від теплового випромінювання;
- захист обличчя від теплових випромінювань використовуються сітчасті маски, що запобігають потраплянню дрібних частинок, та прозорі захисні щитки. При виконанні зварювальних робіт застосовуються спеціальні щитки з фібри, які оснащені захисними скельцями, що оберігають від іскор, пилу та бризок металу;
- захист органів слуху від надмірного шуму передбачені різноманітні засоби, серед яких захисні навушники, шоломи, що покривають вушну раковину, а також заглушки й спеціальні вкладиші;
- органи зору від механічних, хімічних, енергетичних пошкоджень та засліплення електроенергією захищають спеціальні окуляри різних типів.

У таблиці 3.2 наведено перелік видів засобів індивідуального захисту, які видаються працівникам цеху. Вказано також річну потребу та періодичність їх видачі.

Таблиця 3.2

Річна потреба і періодичність видачі ЗІЗ

Професія або посада	Кількість людей за професією	Спецодяг, спецвзуття і інші засоби індивідуального захисту	Терміни носки міс.	Загальна кількість на рік, шт
Слюсар - ремонтник	56	Костюм бавовняний	12	56
		Черевики	12	56
		Чоботи кирзові	12	56
		Валянки	36	56
		Рукавиці	1	616
		Окуляри	6	112
		Каска	36	56
		Підшоломник	12	56
		Куртка ватяна	36	56

Джерело: розроблено автором

3.2.2 Санітарно-побутові приміщення і пристрої

Виробничий процес у цеху блюмінг №1 за санітарно-гігієнічними характеристиками, відповідно до СНіП 2.09.04-87, належить до групи 2б. Для цієї групи передбачений перелік необхідних побутових приміщень, серед яких: душові, умивальники, пункти харчування, туалети, джерела питного водопостачання та медичний пункт. Туалетні приміщення також використовуються для зберігання домашнього та спеціального одягу і розраховуються з урахуванням кількості працівників, додаючи 5% резерву. Кожен працівник забезпечується індивідуальною шафою для зберігання одягу. Решта побутових приміщень проектується з орієнтацією на кількість працівників у найчисленнішій зміні.

Кількість душових сіток визначають за нормою одна сітка на трьох осіб. Норма для умивальників передбачає один кран на кожні 20 працівників.

Для поповнення водного балансу та мінеральних солей у цеху встановлено питні фонтанчики та автомати з підсоленою газованою водою. У

теплій період працівники забезпечуються білково-вітамінним напоєм. Джерела питного водопостачання розташовані не далі ніж за 75 метрів від робочих місць, а їхня кількість визначається з розрахунку один питний пристрій на 100 осіб.

Вбиральні також розташовані на відстані не більше 75 метрів від робочих місць. Кількість санітарних приладів у них визначається з розрахунку: один прилад для обслуговування 15 осіб.

Співробітники, які працюють у цеху цілодобово, обслуговуються медичним пунктом II категорії.

Монтаж модернізованого упору здійснюється персоналом ЦДСР комбінату, тому додаткових приміщень не знадобиться.

3.3 Пожежна профілактика

Виробничий процес на ділянці БЗС 730/500 класифікується за вибуховою, вибухопожежною та пожежною небезпекою як категорія «Г» відповідно до норм СНіП 2.09.02–85. Це обумовлено тим, що оброблювані матеріали є негорючими. Будівля цеху виконана з негорючих матеріалів, таких як металоконструкції, цегла, залізобетон, скло тощо, і має II ступінь вогнестійкості згідно з вимогами СНіП 2.01.02-85. Електрокабельні приміщення класифікуються як категорія «В» і обладнані системою автоматичного пожежогасіння для підвищення безпеки. Рівень небезпеки виникнення пожежі на об'єкті знижений завдяки впровадженню таких заходів:

- оснащення систем управління електрообладнанням автоматичними пристроями максимального струмового захисту та плавкими запобіжниками;
- обмеження кількості паливно-мастильних матеріалів до добової потреби (решта зберігається на складі, обладнаному відповідно до протипожежних вимог);
- винесення трансформаторних кіосків за межі виробничих приміщень;
- обладнання маслопідвалів витяжною вентиляцією, яка видаляє пари масла і зменшує їх концентрацію в повітрі; електрообладнання та освітлення в цих приміщеннях виконані у вибухозахищеному варіанті;

- збирання промасленого ганчір'я після використання в металеві ящики з герметичними кришками, яке потім наприкінці зміни вивозиться з цеху та утилізується шляхом спалювання у спеціально відведених місцях;
- відведення статичного заряду в землю через систему заземлення.

Ризик враження будівель блискавками мінімізовано за рахунок встановлення системи блискавкозахисту II категорії, виконаної відповідно до стандарту СН 305–77.

Для ліквідації можливих пожеж у цеху передбачені первинні засоби пожежогасіння відповідно до «Правил пожежної безпеки в Україні». Серед цих засобів використовуються ручні вогнегасники. На додаток до вогнегасників, на пожежних щитах розміщено ломики, багри, сокири, лопати та відра. Біля щитів також розташовані ящики з піском. Пожежні щити встановлені у видимих і легкодоступних місцях поблизу виходів із будівлі. Детальний перелік вогнегасників наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Перелік вогнегасників

Категорія приміщення	Площа приміщення, м ²	Кол. пож.	Пінні вогнегасники ємн. 10 л	Порошкові вогнегасники ємн., л			Холодові вогнегасники ємн. 2 л	Вуглекислотні вогнегасники ємн. 10 л	
				2	5	10		2(3)	5(8)
Г	800	В	2	–	2	1	–	–	–
		С	–	4	2	1	–	–	–
	1800	А	2	4	2	1	–	–	–
		Д	–	–	2	1	–	–	–
		Е	–	2	2	1	2	4	2

Джерело: розроблено автором

Для гасіння пожеж застосовується пожежний водопровід, який об'єднаний із виробничою системою. На його внутрішній мережі, у приміщеннях ділень, встановлено пожежні крани, обладнані брезентовими рукавами та відводами. Зовні будівлі, вздовж її периметра, у підземних колодязях розташовуються пожежні гідранти. Для доступу на дах будівлі передбачені пожежні сходи, які кріпляться безпосередньо до стін. На території цеху встановлюють пожежні щити з розрахунку один щит на кожні 5000 квадратних метрів. До стандартного набору пожежного щита входить таке обладнання: - три вогнегасники, - один ящик із піском, - одне покривало з вогнестійкого матеріалу, - по два багри, лом, лопати та сокири.

Система автоматичного пожежогасіння в проєкті не передбачена. Зв'язок із пожежною службою здійснюється через диспетчера цеху. У разі пожежі евакуація персоналу цеху відбувається пішохідними доріжками через основні та запасні виходи відповідно до плану евакуації [22].

ВИСНОВОК

Метою магістерської кваліфікаційної роботи став аналіз конструкції та функціонування приводу підйому-опускання упорної плити БЗС 730/500 та були виявлені наступні недоліки:

- конструкція приводу підйому-опускання упорної плити є занадто складною і включає значну кількість деталей та вузлів, які швидко зношуються;
- ексцентриковий вал та інші компоненти кінематичної системи приводу піддаються динамічним навантаженням, що виникають від удару заготовок по плиті, через що виникає потреба у частих ремонтах;
- нижнє розташування амортизуючих пружин та інших елементів упору сприяє їх засміченню прокатною окалиною, а також ускладнює обслуговування, включаючи чистку, регулювання та ремонт.

В запропонованому проекті передбачено зміну кінематичного зв'язку між приводом підйому-опускання та упорною плитою. Замість цього упорна плита буде зв'язана з валом ексцентрикового типу через шарнірні тяги, які забезпечують рух плити вгору та вниз без передачі динамічних навантажень на деталі й вузли приводу підйому-опускання.

Очікуваний технічний результат включає зменшення динамічних навантажень на елементи та вузли приводу підйому-опускання, спрощення конструкції упорної плити, а також підвищення її надійності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Прокатка злитків та виробництво заготовок у цеху блюмінг №1. Технологічна інструкція ТІ 228 – Б1-02-2003. Криворізький державний гірничо-металургійний комбінат "Криворіжсталь".
2. Усачьов В.П. Технологічні лінії та комплекси металургійних цехів. У 2-х ч. 2. Технологічні основи компоновки ліній металургійних виробництв. Підручник для вузів. – К.: ІСДО, 1994 р. 415с.
3. Лукашкін Н.Д., Кохан Л.С., Якушев О.М. Конструкція та розрахунок машин та агрегатів металургійних заводів. Підручник для вузів "Академкнига", 2003 р. 456 стор.
4. Машини та агрегати металургійних заводів. У 3-х томах. Т. 3. Машини та агрегати для виробництва та обробки прокату. Підручник для вузів / Целіков А.І., Полухін П.И., Гребенюк В.М. і інші. 2-е вид., перероб. і доп. Металургія, 1988 р., 432 стор.
5. Корольов О.О. Конструкція та розрахунок машин та механізмів прокатних станів: Навч. посібник для вузів. –е вид., перероб. і доп. Металургія, 1985 р., 376 стор.
6. Технічний паспорт упору, що опускається.
7. А.с. № 1132994, В 21В 39/14. Упор для зупинки прокату / В.Д. Єлякін, Б. Є. Житомирський та ін. №3335787/22–02.26. Заявл. 26.08.81; Опубл. 07.01.85, Бюл. №1. 3 стор.
8. А.с. № 1284635, В 21В 39/14. Упор для зупинки прокату / Е.Л. Шейман, О.Я. Усвят, Ю.І. Дунаєвський та ін. №3878447/22–02. Заявл. 04.04.85; Опубл. 23.01.87, Бюл. №3. 4 стор.
9. А.с. № 1251997, В 21В 39/02. Упор для зупинки прокату на рольгангу / В.І. Руденко, С.І. Буряк В.Я. Седуш та ін. №3857942/22–02. Заявл. 21.02.85; Опубл. 23.08.86, Бюл. №31. 3 стор.

10. А.с. № 1498574, В 21В 39/02. Упор для зупинки прокату на рольгангу / Г.Ф. Школьников, А.В. Васильєва. №4366817/23–02. Заявл. 18.01.88; Опубл. 07.08.89, Бюл. №29. 3 стор.
11. А.с. № 367920, М. Кл. В 21 b 39/14. Упор, що забирається на рольгангу / М.Л. Дорфман, В.І. Добровольський. № 1648054/22–2. Заявл. 12.04.73; Опубл. 26.01.73, Бюл. №9. 2 стор.
12. Поляков В.С., Барбаш І.Д. Муфти. Конструкція і розрахунок. Вид. 4. перераб. та доп. Машинодування. 1973 р. 224 стор.
13. Міцність, стійкість, коливання. Довідник у трьох томах. Том 1. Під ред. А.І. Биргер і Я.Г. Пановко. Машинодування. 1988 р. 568 стор.
14. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунок та проектування деталей машин: Навчальний посібник для техн. вузів. 3 вид., перероб. та доп. Х.: Основа, 1991. 276 с.
15. Розрахунок на міцність деталей машин. Довідник. І.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Йоселевич. 4–е вид. перероб. Машинодування. 1993 р. 640 с.
16. Решетов Д.Н. Деталі машин: Підручник для студентів машинобудівних та механічних спеціальностей вузів. Машинодування. 1989 р. 495 стор.
17. Воскресенський В.О., Д'яков В.І. Розрахунок та проектування опор ковзання. Довідник. Машинобудування. 1980 р. 224 стор.
18. Анур'єв В.І. Довідник конструктора-машинобудівника. Т. 1. - 5-е вид., перероб. і доп. Машинодування. 1979 р. 728 стор.
19. Касаткін Н.Л. Ремонт та монтаж металургійного обладнання: 2-е вид., Металургія, 1970 р. 312 стор.
20. Седуш В.Я. Надійність, ремонт та монтаж металургійних машин. К.: Вища школа, 1976 р. 228 стор.
21. Автоматизовані мастильні системи та пристрої / В.Я. Семенов, П.М. Курганський, В.І. Кузьмін та ін. Машинобудування, 1982 р. 176 стор.
22. Шеремет В.О., Каракаш О.І., Марунчак В.Ф. та ін. Довідковий посібник керівника та спеціаліста гірничо-металургійного підприємства з охорони праці: Навчальний посібник. Дніпропетровськ: ПП "Ліра ЛТД", 2005 р. 850 с.

ДОДАТКИ

ЗГОДА

здобувача(чки) вищої освіти

Державного університету економіки і технологій
про перевірку кваліфікаційної роботи на прояви академічного плагіату
та розміщення в Репозитарії Університету

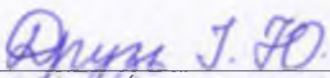
Я, *Друзь Ілля Юрійович*, підтримую політику Державного університету економіки і технологій з академічної доброчесності і відкритого доступу.

Засвідчую, що кваліфікаційна магістерська робота *«Механічне обладнання цеху Блюмінг Прокатного департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Модернізація приводу підйому-опускання упорної плити БЗС 730/500»* виконана самостійно та не містить академічного плагіату. Я не надавав(ла) і не одержував(ла) недоволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Державного університету економіки і технологій ознайомлений(а). Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення норм академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

Також я поінформований(на), що відповідно до «Положення про Репозитарій (електронну базу даних) Державного університету економіки і технологій» зазначена робота буде розміщена в Електронному архіві Університету (Репозитарії ДУЕТ). З умовами такого розміщення ознайомлений(на).

15.01.2026


(підписати, дати місце, власноруч)