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	Заочна

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Мушик Всеволод Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему

Механічне обладнання Доменного цеху №1 Департаменту з виробництва чавуну та сталі ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Модернізація приводу вертикального двухстрічкового підйомника цегли

(повна назва теми)

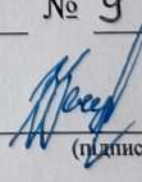
за матеріалами

Доменний цех №1 департаменту з виробництва чавуну та сталі 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. ступень, 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

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА ЗДОБУВАЧА

Мушик Всеволод Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи магістра
Механічне обладнання Доменного цеху №1 Департаменту з виробництва чавуну та сталі ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг». Модернізація приводу вертикального двухстрічкового підйомника цегли

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 здобувачем кваліфікаційної роботи до кафедри *15.01.2026*

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи магістра
Умови виробництва доменного цеху №1 департаменту з виробництва чавуну та сталі ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Конструкція та технічна характеристика вертикального двострічкового підйомника цегли, 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)
1 аркуш формату А1 креслення загального виду: вертикальний двострічковий підйомник цегли; 3 аркуші формату А1 складальних креслеників: станція приводна, станція приводна до модернізації, редуктор спеціальний; 1 аркуш формату А1 деталей: вал-шестерня, вал тихохідний, колесо зубчате, сателіт.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

Здобувач (ка) _____ *Мушик В.А.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ *Учитель О.Д.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Приме-чание
1						
2			Документація загальна			
3						
4			Знову розроблена			
5						
6	A1	КРМ.133.26.03.00.00.000 ВЗ	Креслення загального виду	1	–	
7	A4	КРМ.133.26.03.СП.00.000 СК	Складальне креслення	1	–	
8	A1	КРМ.133.26.03.ПЗ	Пояснювальна записка	63	–	
9						
10			Документація по			
11			складальним одиницям			
12						
13			Знову розроблена			
14						
15	A1	КРМ.133.26.03.12.00.000 СК	Станція приводна			
16			Складальне креслення	1	–	
17	A1	КРМ.133.26.03.12.04.000 СК	Редуктор спеціальний			
18			Складальне креслення	1	–	
19						
20						
21						
22						
23						
24						

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Мушик		15.01.26
Пров.		Учитель		19.01.26
Н.контр.		Учитель		21.01.26
Утв.		Засельський		23.01.26

133.26.03.КРМ

Вертикальний двострічковий підйомник цеглиВідомість кваліфікаційної роботи магістра

Лит.	Лист	Листов
М	4	2

ТНН ДУЕТ
кафедра ІГМ
гр. ЗГМ-24м

Копировал

Формат А4

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра: 63 стор., 11 рис., 1 табл., 3 додатка, 11 джерел.

Об’єкт розробки: вертикальний двострічковий підйомник цегли.

Мета розробки – підвищення надійності роботи машини, поліпшення експлуатаційних характеристик, зменшення витрат на ремонт та обслуговування, підвищення довговічності та надійності приводу.

Метод досліджень – аналітичний – визначення динамічних навантажень в механізмі приводної станції підйомника.

Розроблена нова кінематична схема, привод механізму підйомника з оптимальними параметрами редуктора. Запропоновано відмовитися від відкритої зубчатої передачі і ремінної передачі. Запропоновані заходи щодо охорони праці при експлуатації, обслуговуванні і ремонті приводної станції підйомника.

Запропонована модернізація дозволить поліпшити експлуатаційні характеристики приводу, усунути причини виникнення поломок.

Результати роботи можуть бути використані при реконструкції підйомників.

Очікуваний економічний ефект від збільшення міжремонтного періоду, та за рахунок реконструкції приводу складає 322975 грн. на рік в цінах 2025 року.

Ключеві слова: вертикальний двострічковий підйомник цегли, привод, редуктор, зубчате колесо, ремінна передача, відкрита зубчата передача.

ЗМІСТ

ВСТУП 7

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА 8

1.1 Характеристика доменного цеху №1 ПАТ „АМКР” 8

1.2 Призначення і область застосування машини для підйому цегли 10

1.3 Технічна характеристика машини для підйому цегли 11

1.4 Опис конструкції машини для підйому цегли 13

1.5 Аналіз недоліків 16

1.6 Формування мети та задач 17

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА 18

2.1 Аналіз стану існуючих інноваційних рішень 18

2.2 Пропозиції по досягненню поставленої мети 20

2.3 Аналітичні розрахунки 24

2.4 Монтаж, ремонт, змащення 34

2.4.1 Прив’язка машини до технологічного тракту 34

2.4.2 Технологічна карта монтажу машини для підйому цегли 35

2.4.3 Зношення відповідальних деталей та методи їх відновлення 41

2.4.4 Розробка графіка планово-попереджувальних ремонтів 44

2.4.5 Змащення 44

2.5 Економічна доцільність запропонованих рішень 46

3 ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА 49

3.1 Аналіз основних шкідливостей і небезпечностей доменного цеху №1 49

3.2 Заходи щодо зниження шкідливостей і небезпечностей на доменного цеху №1 51

3.2.1 Засоби індивідуального захисту 54

3.2.2 Санітарно-побутові приміщення і пристрої 57

3.3 Пожежна профілактика 60

ВИСНОВКИ 62

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 63

ДОДАТКИ 64

ВСТУП

Дана випускна робота магістра присвячена удосконаленню приводної станції вертикального двострічкового підйомника цегли, який застосовується у металургійній галузі, зокрема при виконанні робіт з транспортування вогнетривких матеріалів, необхідних для ремонту доменних печей і повітронагрівачів.

Метою роботи є підвищення надійності та ефективності роботи приводної станції підйомника, покращення її експлуатаційних характеристик, зниження витрат на технічне обслуговування і ремонт, а також збільшення ресурсу роботи приводу.

Підйомники належать до вантажопідіймальних машин, призначених для переміщення різних типів вантажів — як штучних (у кабінах або на платформах), так і сипких чи шматкових матеріалів (у ковшах) — уздовж жорстко закріплених напрямних. Переміщення відбувається переважно у вертикальній або у нахиленій площині, близькій до вертикалі.

Основними елементами підйомників є гнучка стрічка, яка виконує функцію одночасно тягового та вантажонесучого органу; приводний механізм, що складається з одного чи кількох барабанів, електродвигунів і редукторів; станина з роликоопорами, що підтримують стрічку по всій висоті підйомника, а також натяжний пристрій, який забезпечує необхідне зусилля натягу стрічки.

У межах цього проекту передбачено модернізацію приводної станції, оскільки існуюча конструкція має низку недоліків, що спричиняють передчасні виходи з ладу окремих вузлів і потребують частих ремонтів. Під час експлуатації підйомника значна частина часу витрачається на заміну зношених деталей та регулювання механізмів.

Отже, удосконалення конструкції приводної станції є актуальним завданням. Проведена модернізація сприятиме збільшенню міжремонтного періоду роботи підйомника, зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню загальної надійності обладнання.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика доменного цеху №1 ПАТ „АМКР”

Доменне виробництво є основною ланкою металургійного циклу, у якому здійснюється процес виплавки чавуну з рудних матеріалів. До складу доменного цеху входять п’ять доменних печей різного об’єму: одна піч із корисним об’ємом 1719 м³ з острівним розташуванням і чотири печі з блочним розташуванням об’ємом 2000 і 2700 м³.

Кожна піч має власний технологічний комплекс, розташований безпосередньо поруч із нею. До складу цього комплексу входять:

- ливарний двір, у якому здійснюється випуск і розливання чавуну та шлаку;
- повітронагрівачі з газоповітряними комунікаціями;
- система подачі шихти до колошникового завантажувального пристрою;
- система газоочищення;
- низка допоміжних об’єктів, необхідних для нормальної роботи доменного агрегату.

Окрім індивідуальних систем для кожної печі, у складі цеху наявні спільні для всього виробництва об’єкти: бункерна естакада, розгалужена система транспортних колій і газопроводів, ділянка розливання чавуну, склад охолодженого чавуну, відділення приготування вогнетривких мас (глином’ялка), ремонтна дільниця чавуновозів і шлаковозів. До допоміжних підрозділів належать ремонтні майстерні, електропідстанція та інші технічні служби.

Для доменного виробництва характерна складна структура вантажопотоків, які охоплюють як подачу шихтових матеріалів, так і

відведення продуктів плавки. Основними напрямами переміщення вантажів є:

- доставка шихтових матеріалів до бункерної естакади з агломераційних фабрик, установ окомкування, коксохімічного цеху та інших підприємств-постачальників;

- транспортування шихти від естакади до колошникового підйомного пристрою;

- вивезення продуктів плавки (чавуну, шлаку, колошникового пилу); прибирання дрібної фракції коксу;

- транспортування матеріалів, що використовуються під час ремонтів обладнання;

- подача до печей кисню й природного газу, а також відведення колошникового газу.

Діючі доменні печі відрізняються за конструктивними й технологічними рішеннями. Вони мають різну продуктивність, будову ливарного двору, систему випуску чавуну та шлаку, а також різні схеми подачі шихти до колошникового підйомника — вагонними вагами або стрічковими конвеєрами.

Характерною особливістю планування доменного цеху є наявність основної осі вантажопотоків, уздовж якої розташовують печі, бункерну естакаду й транспортні залізничні колії. У структурі шляхової мережі розрізняють два типи рейкових шляхів:

- постановочні, що призначені для встановлення рухомого складу під завантаження або розвантаження (наприклад, чавуновозів, шлаковозів);

- ходові, призначені для пересування вагонів і платформ у межах цеху.

Механічне обладнання цеху можна поділити за функціональним призначенням на такі основні групи:

Обладнання для вантажно-розвантажувальних робіт — рудні бункери, стрічкові транспортери для подачі шихти до скіпового підйомника.

Обладнання для подачі коксу — коксові бункери, грохоти та системи очищення.

Завантажувальні пристрої — скіповий підйомник, колошниковий завантажувальний механізм.

Машини для обслуговування льоток доменної печі — бурильна установка, електропушка для забивання льотки.

Транспортне обладнання для видалення продуктів плавки — чавуновози, шлаковози.

Обладнання повітронагрівачів.

Пиловловлювачі та механізми видалення пилу.

Газопровідне обладнання.

Розливальні машини з кантувальними механізмами.

Таке групування дає змогу більш чітко визначити місце кожного виду обладнання у технологічній схемі доменного виробництва та забезпечити ефективне планування ремонтних і модернізаційних робіт.

1.2 Призначення і область застосування машини для підйому цегли

Вертикальний двострічковий підйомник цегли використовується для транспортування вогнетривких матеріалів між різними рівнями під час проведення капітальних ремонтів доменних печей та повітронагрівачів. Його основною функцією є забезпечення безпечного та ефективного піднімання вогнетривкої цегли на висоту, необхідну для виконання ремонтно-відновлювальних робіт.

Сфера застосування обладнання охоплює металургійну промисловість, зокрема доменне виробництво, де під час ремонтів агрегатів великої висоти виникає потреба у періодичній заміні вогнетривких футерівок та інших теплоізоляційних матеріалів.

1.3 Технічна характеристика машини для підйому цегли

Швидкість подачі цегли, шт/хв.	40
Проміжок між цеглинами, мм	1500
Сортамент цегли що доставляються	ШПД-41(39)
Габарити цегляного матеріалу для підйому	
Виріб 1	
Довжина, мм	230
Ширина, мм	150
Висота, мм	75
Вага, кг	6
Виріб 2	
Довжина, мм	345
Ширина, мм	150
Висота, мм	75
Вага, кг	9
Виріб 3	
Довжина, мм	230
Ширина, мм	135, 150
Висота, мм	75
Вага, кг	5,7
Виріб 4	
Довжина, мм	345
Ширина, мм	125, 150
Висота, мм	75
Вага, кг	8,3
Темп переміщення стрічки, м/сек.	1,09
Різновид конвеєрної стрічки:	150х5
Привод:	
кількість обертів приводів за одиницю часу, об/хв.	50

зовнішній діаметр барабана зі стрічкою, мм	417
Передача з прямими зубами на циліндричних колесах	
Відношення обертання і	1
Діаметр, на якому вимірюється модуль d, мм	490
Модуль m, мм	5
Число зубів z, шт.	98
Редуктор	
Тип	Ц2-250-20-11
Відношення обертання і	20
Пасова передача	
Відношення обертання і	1
Ремінь	клиновий В(Б) -2000
Число ременів, шт.	3
Робочий діаметр шківа, мм	180
Електромотор	
Тип	АИР132S6
Потужність, кВт	5,5
Обертова швидкість, об/хв.	1000
Напруга, В	380
Частота, Гц	50
Режим роботи	Тривалий
Габаритні розміри підйомника	
Довжина, мм	5952
Ширина, мм	1020
Висота, мм	42706
Вага підйомника, кг	2500

1.4 Опис конструкції машини для підйому цегли

Вертикальний двострічковий підйомник цегли (рис. 1.1) призначений для транспортування вогнетривкої цегли з нижніх рівнів робочого майданчика на верхні під час проведення капітальних ремонтів доменних печей і повітронагрівачів.

Конструктивно підйомник складається з натяжної станції (1), горизонтальної секції (2), радіальної секції (3), вертикальних секцій (4), додаткових секцій (5) та приводної станції (6).

Кількість вертикальних і додаткових секцій визначається залежно від висоти конкретного об’єкта ремонту згідно з планом організації робіт. Цим самим планом встановлюються місця розташування приводної та натяжної станцій, а також способи їх кріплення з урахуванням умов монтажу на об’єкті.

Монтаж і встановлення підйомника виконуються відповідно до спеціально розробленого проєкту організації робіт, погодженого з відповідними службами підприємства і затвердженого в установленому порядку.

Переміщення цегли відбувається між двома транспортерними стрічками, які затискають виріб і рухаються з однаковою швидкістю, забезпечуючи рівномірне піднімання. Приведення стрічок у рух здійснюється приводною станцією.

Стабільність вертикального транспортування забезпечується необхідним натягом стрічок, який регулюється натяжною станцією (1).

Керування підйомником здійснюється з пульта управління, розташованого в зоні завантаження. На пульті встановлені кнопки «Пуск» і «Стоп».

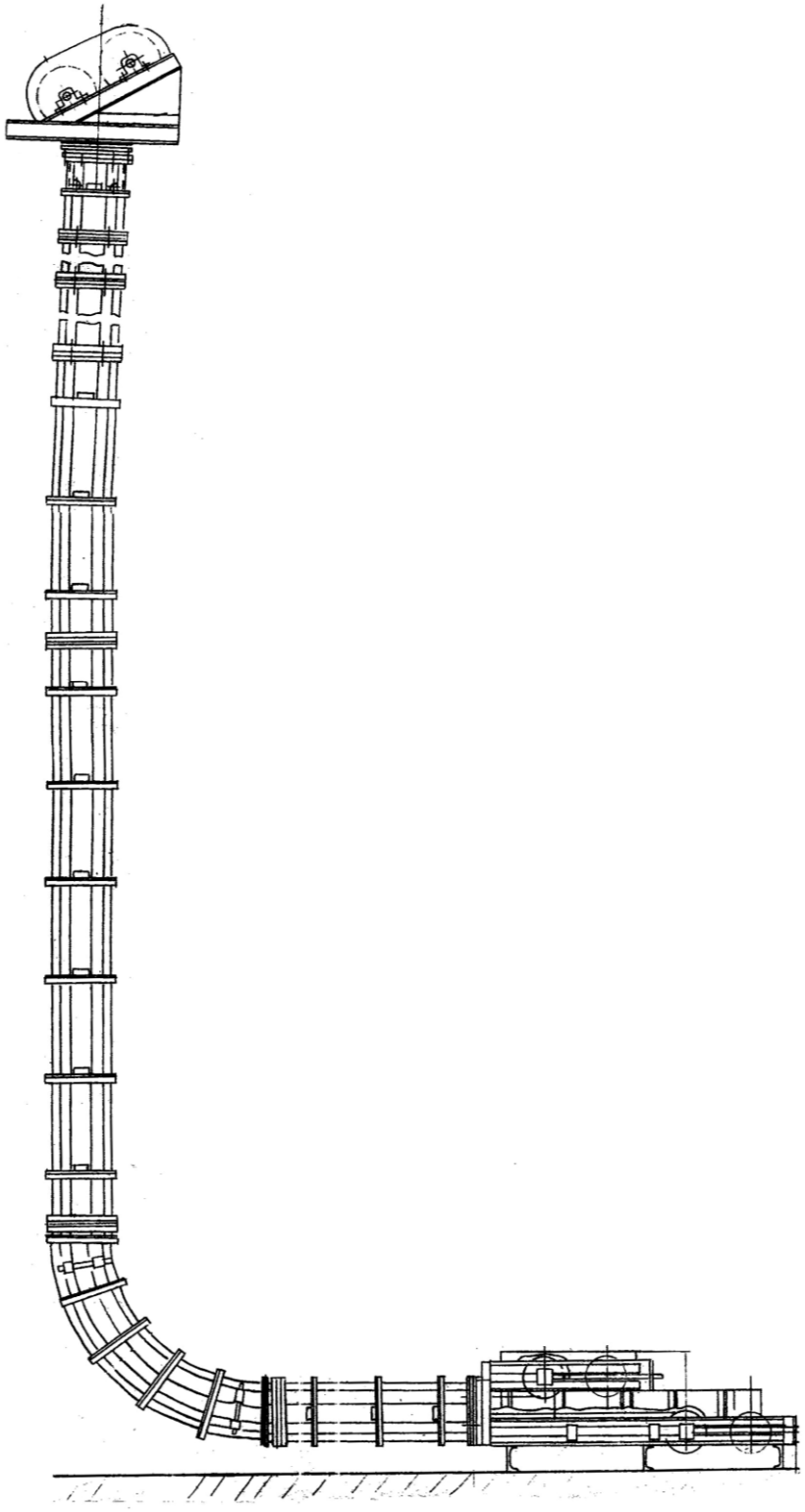


Рис. 1.1. Вертикальний двострічковий підйомник цегли

(розроблено автором)

У місці розвантаження передбачений аварійний пульт з кнопкою зупинки, що забезпечує безпечну експлуатацію. Точні місця розташування зон завантаження та розвантаження визначаються окремо для кожного об’єкта ремонту.

Вертикальний двострічковий підйомник відноситься до машин безперервної дії та характеризується високою ефективністю. Його секційна будова дозволяє легко змінювати висоту підйому, забезпечуючи універсальність застосування без необхідності використання інших вантажопідіймальних механізмів.

Конструкція підйомника передбачає можливість роботи спільно з горизонтальними транспортерами завантаження й розвантаження, що забезпечує безперервну подачу цегли безпосередньо до місця виконання ремонтних робіт.

Робота підйомника здійснюється відповідно до експлуатаційної інструкції, яка розробляється ремонтним цехом на основі цієї пояснювальної записки.

Після натискання кнопки «Пуск» на пульті керування приводиться в дію електродвигун приводної станції, який через барабани забезпечує рух транспортерних стрічок.

Завантаження здійснюється вручну — цеглу подають поштучно на горизонтальну ділянку стрічки натяжної станції. Відстань між цеглинами становить 1500 мм, що при швидкості руху стрічки 1,09 м/с відповідає інтервалу завантаження приблизно 1,37 с.

Розвантаження відбувається за допомогою переставного перевантажувального ножа, який установлюють на необхідній висоті відповідно до проєкту організації робіт.

Зупинка підйомника здійснюється натисканням кнопки «Стоп» на пульті управління або аварійної кнопки в зоні розвантаження.

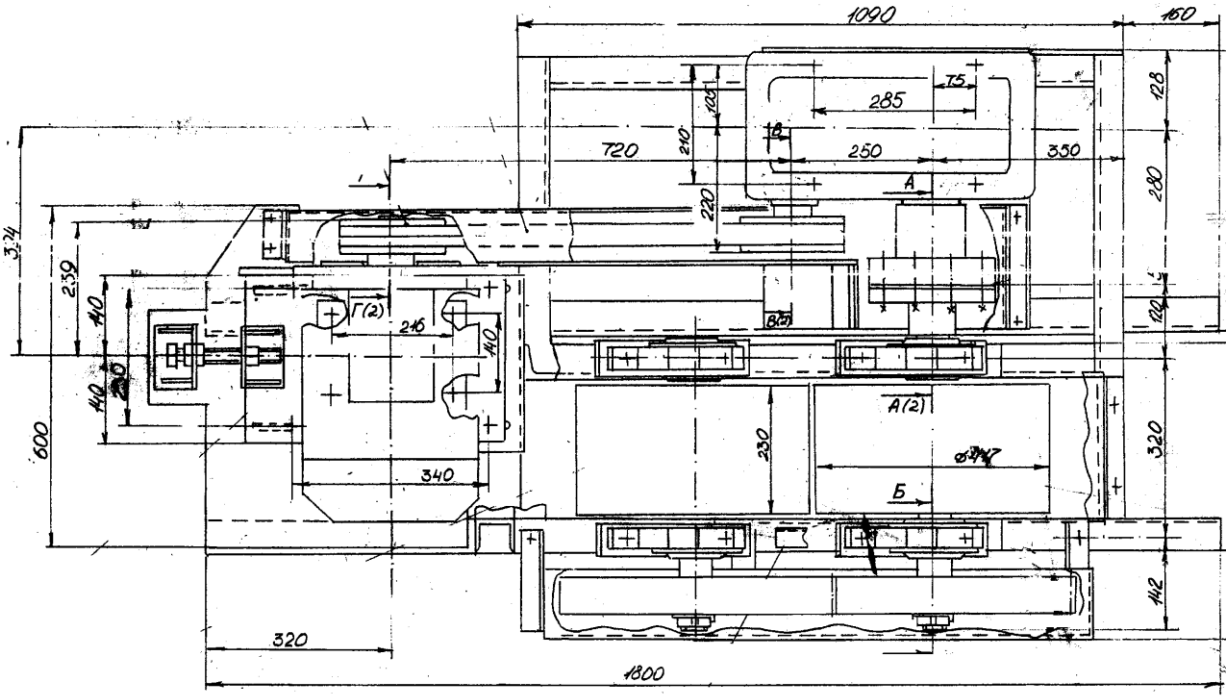


Рис. 1.2. Приводна станція підйомника
(розроблено автором)

Завдяки простій кінематичній схемі та можливості модульного збирання конструкції, вертикальний двострічковий підйомник забезпечує надійне, безпечне та безперервне транспортування вогнетривкої цегли під час ремонтних робіт доменних печей.

1.5 Аналіз недоліків

Під час експлуатації вертикального двострічкового підйомника цегли у роботі приводної станції спостерігаються певні конструктивно-експлуатаційні недоліки. Основні з них такі:

- відкрита зубчаста передача піддається інтенсивному абразивному зношуванню, що призводить до поступового руйнування або поломки зубців коліс.

- у пасовій передачі виникають обмеження щодо зменшення габаритів механізму, спостерігається нестабільність передатного числа через ковзання ременя, яке залежить від рівня навантаження. Крім того, значне попереднє натягнення ременя створює підвищені радіальні навантаження на вали та підшипники, що скорочує строк служби цих елементів. Додатковим недоліком є невисока довговічність ременів, які потребують регулярної заміни.

1.6 Формування мети і задачі

Основною метою даної кваліфікаційної роботи є аналіз існуючої конструкції машини для вертикального підіймання цегли на основі результатів спостережень та даних, отриманих під час переддипломної практики. У процесі дослідження необхідно виявити основні недоліки конструкції, що впливають на її надійність, довговічність, зручність технічного обслуговування та ремонтопридатність.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

- провести аналітичний огляд літературних і патентних джерел, що стосуються конструкцій машин для вертикального транспортування цегли, з метою визначення можливих напрямів удосконалення та пошуку альтернативних технічних рішень;

- розробити пропозиції щодо модернізації існуючої конструкції машини з урахуванням виявлених недоліків;

- здійснити розрахунки основних параметрів та елементів модернізованих вузлів і деталей;

- підготувати комплект креслень на розроблені конструктивні елементи;

- розробити заходи з охорони праці та безпечної експлуатації обладнання під час проведення ремонтних і монтажних робіт.

РОЗДІЛ 2
ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз стану існуючих інноваційних рішень

До конструкцій, подібних за принципом дії та функціональним призначенням до вертикального двострічкового підйомника цегли, належать ряд технічних рішень і винаходів, що використовуються у сфері підйомно-транспортного обладнання.

Одним із таких прикладів є привід конвеєра (рис. 2.1), який складається з редуктора із зубчастими колесами, двох співвісно розташованих елементів, з яких один закріплений нерухомо на корпусі редуктора, а інший має можливість осьового та колового переміщення. Пересування рухомого елемента здійснюється спеціальним механізмом.

Особливістю цієї конструкції є те, що з метою зменшення масогабаритних показників приводу рухомий елемент виконано у вигляді маточини одного із зубчастих коліс редуктора. Обидва елементи мають різьбові конусні робочі поверхні, а механізм осьового зміщення реалізований у формі підпружиненого в осьовому напрямку вала з упорним буртиком, який контактує із зубчастим колесом, що має маточину у вигляді рухомого елемента.

Окрім цього, привід конвеєра відрізняється тим, що нерухомий елемент оснащено виступами, а корпус редуктора має відповідні заглиблення, у які ці виступи входять.

У деяких модифікаціях конструкції пружний елемент додатково обладнано пристроєм для регулювання його жорсткості, що дозволяє налаштовувати характеристики приводу під конкретні умови експлуатації.

Ще один технічний приклад — зубчаста передача, яка належить до галузі машинобудування, зокрема до систем передач зі змінною швидкістю обертання веденої ланки.

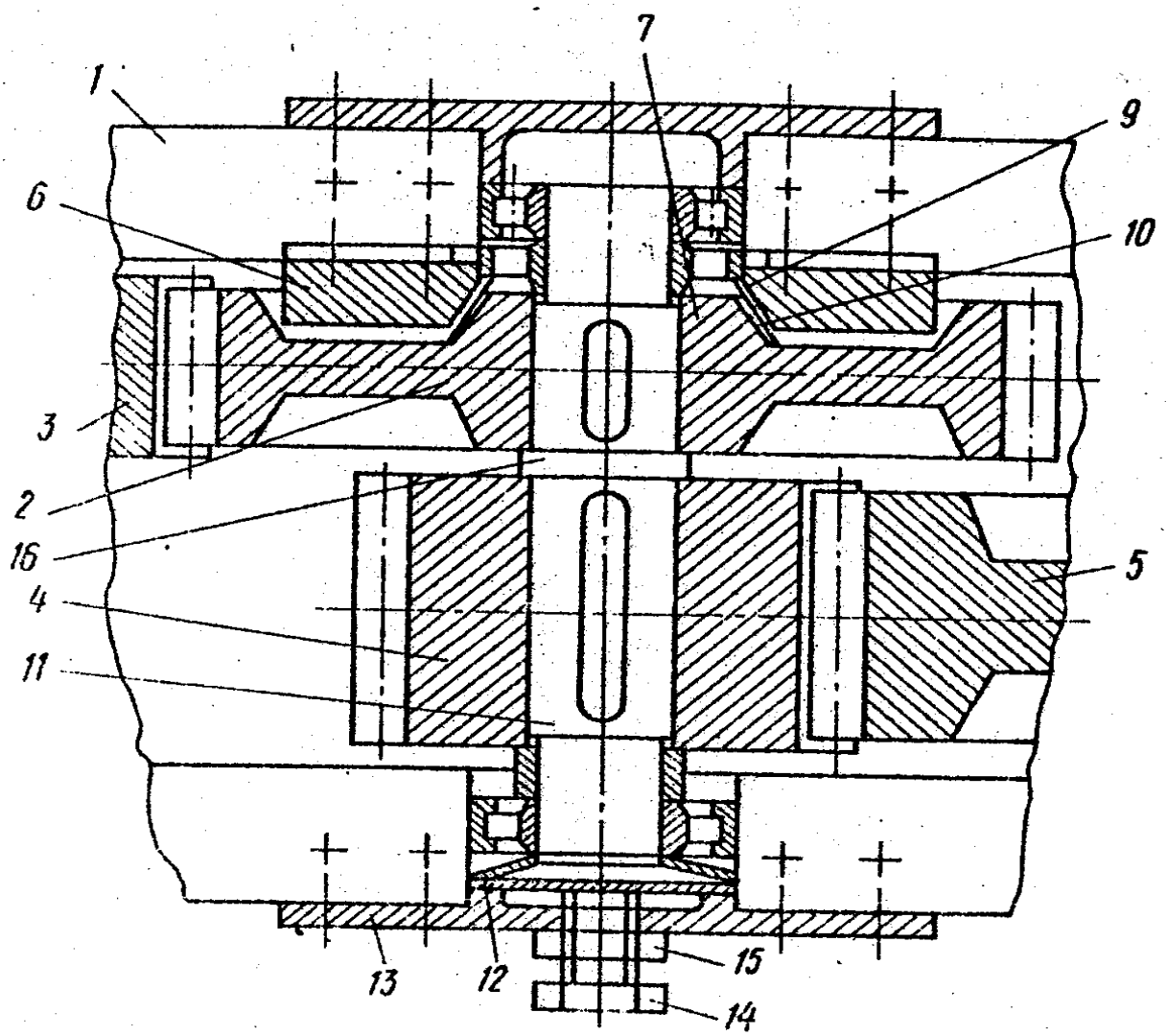


Рис. 2.1. Фрагмент редуктора приводу:

1 - редуктор; 2…5 - зубчасті колеса; 6 - нерухомий елемент;

7 - рухливий елемент; 8 - виступи; 9…10 - робочі поверхні;

11 - вал; 12 - підшипник ; 13 - пружний елемент;

14 - болт; 15 - контргайка; 16 - буртик

розроблено із використанням [6]

Основною метою такого винаходу є підвищення довговічності роботи механізму та зменшення рівня шуму під час його функціонування.

На рисунках 2.2 та 2.3 наведено поздовжній розріз конструкції зубчастої передачі. Дана передача включає ведучий та ведений вали, на яких ексцентрично закріплені зубчасті колеса, що знаходяться у взаємному зачепленні за допомогою своїх зубчастих вінців.

Між вінцями розташований зв’язувальний елемент із тілами кочення, який забезпечує передачу руху та синхронізацію обертання валів.

Особливістю конструкції є те, що для підвищення довговічності та зниження рівня шуму зв’язувальний елемент виконано у формі штанги, на якій розміщені ролики, що виконують роль тіл кочення. Ці ролики встановлені з можливістю поздовжнього переміщення вздовж штанги та можуть бути зафіксовані у потрібному положенні, що забезпечує точніше регулювання та плавнішу роботу механізму.

2.2 Пропозиції по досягненню поставленої мети

Після аналізу недоліків у роботі привода вертикального двострічкового підйомника цегли пропонується відмовитися від використання відкритої зубчастої передачі, у якій спостерігається інтенсивний знос зубів через потрапляння абразивних частинок із навколишнього середовища. Також доцільно виключити ремінну передачу, оскільки вона потребує постійного регулювання натягу через розтягування ременів і виникнення прослизання. Замість цього пропонується встановити планетарно-циліндричний редуктор, оскільки планетарна передача здатна передавати значно більші навантаження порівняно з циліндричною.

Вертикальний двострічковий підйомник цегли (рис. 2.4) складається з таких основних вузлів: натяжної станції, горизонтальної секції, радіальної секції, вертикальних секцій, переставного перевантажувального ножа, додаткових секцій, приводної станції та транспортерних стрічок.

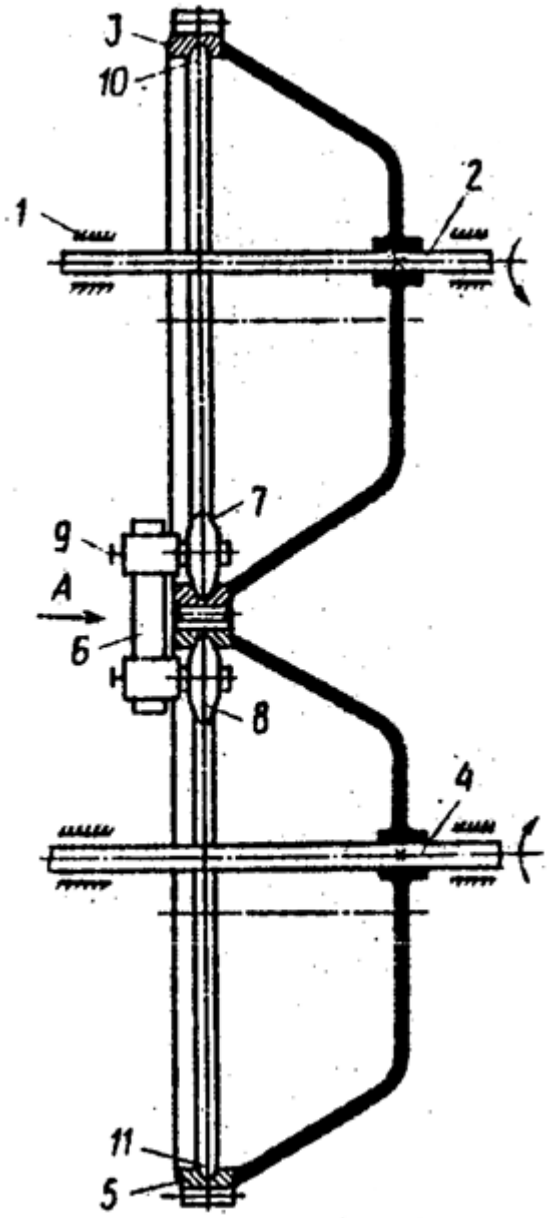


Рис. 2.2. Зубчата передача:

1 - корпус; 2 - провідний вал; 3 - зубчасте колесо;

4 - ведений вал; 5 - зубчасте колесо; 6 - штанга;

7, 8 - ролики; 9 - фіксатори; 10, 11 - кільцеві канавки

розроблено із використанням [7]

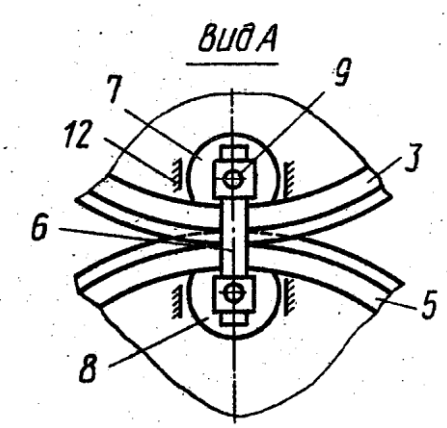


Рис. 2.3. Зубчата передача:

3, 5 – зубчасте колесо; 6 – штанга,

7, 8 – ролики; 9 – фіксатори; 12 – канавка

розроблено із використанням [7]

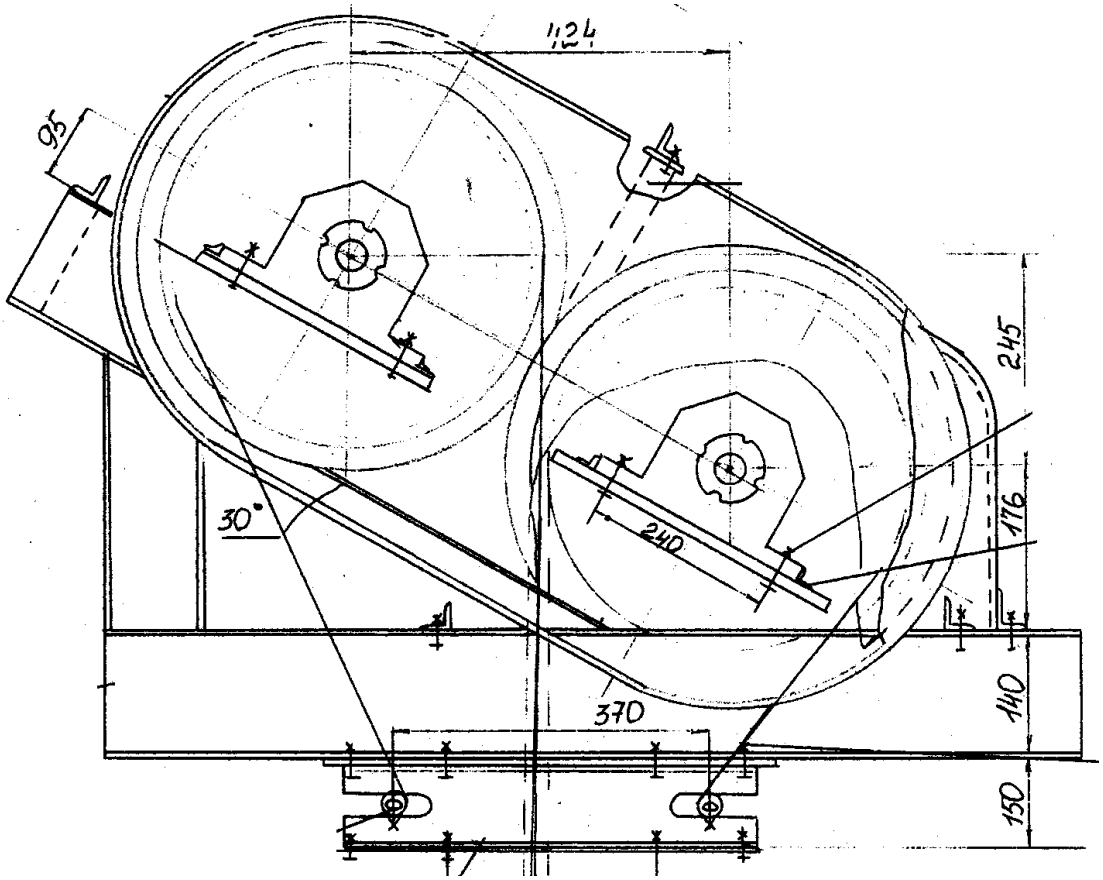


Рис. 2.4. Приводна станція:

розроблено із використанням [8]

Кількість вертикальних і додаткових секцій визначається планом організації робіт, розробленим для конкретного об’єкта капітального ремонту.

У цьому ж плані вказуються місця встановлення приводної та натяжної станцій, а також способи кріплення обладнання відповідно до умов монтажу та експлуатації.

Приводна станція монтується на металеву жорстку багатоточкову раму на висоту, що відповідає вимогам даного ремонту. До її складу входять: електродвигун 1, муфта 2, планетарно-циліндричний редуктор 3, зубчаста передача 4 та приводні барабани 5 і 6. Кінематична схема приводної станції подана на рис. 2.4.

Натяжна станція розташовується на нульовій відмітці. Стабільність і надійність вертикального транспортування цегли забезпечується правильним натягом транспортерних стрічок, який підтримується натяжною станцією.

Керування роботою підйомника здійснюється з пульта керування, що має кнопки «Пуск» і «Стоп» і розміщується безпосередньо у зоні завантаження підйомника. У місці розвантаження додатково встановлюється аварійний пульт із кнопкою екстреної зупинки «Стоп».

Підйомник працює таким чином: після натискання кнопки «Пуск» на пульті керування вмикається електродвигун приводної станції, який через систему передач обертає приводні барабани, приводячи в рух транспортерні стрічки. Необхідний натяг стрічок забезпечується натяжною станцією.

Завантаження здійснюється вручну — цеглу укладають поштучно на горизонтальну ділянку стрічки поблизу натяжної станції з інтервалом 1200 мм між окремими виробами. При швидкості руху стрічки 1,09 м/с цей інтервал відповідає часовому проміжку між подачею цеглин приблизно 1,1 с.

Розвантаження виконується за допомогою переставного перевантажувального ножа, який встановлюють на потрібній висоті згідно з проектом організації робіт.

Зупинка підйомника здійснюється натисканням кнопки «Стоп».

2.3 Аналітичні розрахунки

Оцінка виробничої потужності

Для транспортувальних механізмів безперервної дії, які працюють зі штучним товаром, показник продуктивності може бути визначений як кількість об'єктів (штук) за одиницю часу.

Часовий проміжок між послідовними одиницями вантажу визначається за формулою

$$t = \frac{a_n}{v} = \frac{1{,}2}{1{,}09} = 1{,}1 \text{ с} \quad (2.1)$$

де, a_n - проміжок між елементами кладки, м;

v - швидкість руху вантажного тіла, м/с.

Обсяг переміщення конвеєра за годину

$$Z = \frac{3600}{t} = \frac{3600 \cdot v}{a_n} = \frac{3600 \cdot 1{,}09}{1{,}2} = 3270 \text{ шт./год} \quad (2.2)$$

Водночас, продуктивність у масовому вираженні

$$Q = \frac{m \cdot Z}{1000} \quad (2.3)$$

де, m - маса окремої штуки, кг.

Обчислюємо продуктивність кожного виробу, виходячи з його маси.

Виріб №1

$$Q = \frac{6 \cdot 3270}{1000} = 19{,}62 \text{ т/год}$$

Виріб №2

$$Q = \frac{9 \cdot 3270}{1000} = 29{,}43 \text{ т/год}$$

Виріб №3

$$Q = \frac{5{,}7 \cdot 3270}{1000} = 18{,}639 \text{ т/год}$$

Виріб №4

$$Q = \frac{8{,}3 \cdot 3270}{1000} = 27{,}141 \text{ т/год}$$

Обчислення розрахункової потужності привідного механізму

Обчислення виконуємо, орієнтуючись на найважчий вантаж – виріб №2.

Початкові дані

Гранична висота підйому, м	42
Пропускна здатність, т/год.	29,43
Параметри виробу для перевезення:	
довжина, мм	345

ширина, мм	150
висота, мм	75
вага, кг	9

Встановлюємо швидкість стрічки $v = 1{,}09$ м/с.

Показник тертя між цеглою та стрічкою $f = 0{,}7$.

Площа проекції вантажу

$$F = a \cdot b = 0{,}345 \cdot 0{,}075 = 25{,}875 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \tag{2.4}$$

На стрічки, що вертикально транспортують вантаж, діє як бічний, так і вертикальний тиск від цього вантажу

$$\rho_б = \frac{\lambda_1 \cdot \gamma_р \cdot F \cdot \left(1 + \frac{a}{g}\right)}{2 \cdot B \cdot (1 - 2 \cdot k_1) \cdot f} \tag{2.5}$$

$$\rho_В = \frac{\lambda_2 \cdot \rho_Б}{k \cdot \lambda_1} \tag{2.6}$$

де, λ_1 і λ_2 - коефіцієнти, отримані дослідним шляхом;

a - наростання швидкості конвеєрної стрічки під час старту, м/с^2;

g - гравітаційне прискорення, м/с^2;

k - показник бічного тиску

$$k = \frac{1}{1 + 2 \cdot f^2 + 0{,}67 \cdot \sqrt{1 + f^2}} = \frac{1}{1 + 2 \cdot 0{,}7^2 + 0{,}67 \cdot \sqrt{1 + 0{,}7^2}} = 0{,}357 \tag{2.7}$$

Якщо взяти до уваги прискорення конвеєра $a = 4 \ \ м/с^2$ під час старту, то тиск становитиме

$$\rho_б = \frac{1{,}9 \cdot 9 \cdot 25{,}875 \cdot 10^{-3} \cdot \left(1 + \frac{4}{9{,}81}\right)}{2 \cdot 0{,}65 \cdot (1 - 2 \cdot 0{,}18) \cdot 0{,}7} = 1{,}07 \frac{кг}{м^2} = 10{,}7 \frac{Н}{м^2}$$

$$\rho_в = \frac{2{,}3 \cdot 10{,}7}{0{,}357 \cdot 1} = 65{,}6 \frac{Н}{м^2}$$

Ширина розташування бокових підтримуючих роликів

$$l = B \cdot (1 - 2 \cdot k_1) = 0{,}65 \cdot (1 - 0{,}19) = 0{,}53 \ \ м \tag{2.8}$$

Усереднене навантаження від вантажу на ролики вертикального конвеєра

$$q_б = \rho_б \cdot l = 10{,}7 \cdot 0{,}53 = 5{,}67 \ \ Н/м \tag{2.9}$$

Лінійне навантаження вагою на опорні ролики на секції 3 – 4

$$q_г = \frac{Q \cdot \gamma_р}{3{,}6 \cdot v} = \frac{29{,}43 \cdot 7{,}5 \cdot 10^{-3}}{3{,}6 \cdot 1{,}09} = 0{,}056 \frac{кг}{м} = 0{,}56 \frac{Н}{м} \tag{2.10}$$

Середнє навантаження на метр конвеєра в точці прийому вантажу

$$q_г = \frac{Q \cdot \gamma_р}{3{,}6 \cdot v} = \frac{29{,}43 \cdot 7{,}5 \cdot 10^{-3}}{3{,}6 \cdot 0{,}6} = 0{,}102 \frac{кг}{м} = 1{,}02 \frac{Н}{м} \tag{2.11}$$

Вага рухомих роликів на одиницю довжини на ділянці 3–4

$$q'_р = \frac{G_р}{l'_р} = \frac{200}{0,4} = 500 \frac{Н}{м} \qquad (2.12)$$

де, $G_р$ - маса опорного вузла, м;

$l_р$ - відстань між роликовими опорами, м.

Спершу, встановивши середній інтервал між опорними роликами на вертикальній секції $t_к = 0,4$ м, ми можемо розрахувати лінійну вагу однієї пари роликів

$$q'_к = \frac{2}{3} \cdot \frac{G'_р}{t_л} = \frac{2 \cdot 200}{3 \cdot 0,4} = 333,3 \frac{Н}{м} \qquad (2.13)$$

Попередньо приймаємо стрічку конвеєрну 2Л-650-5-ТК-200-2-3-1 по ГОСТ 20-85.

Лінійна маса стрічки

$$q_0 = 10,8 \frac{кг}{м} = 108 \frac{Н}{м}.$$

Натяг кожної стрічки обчислюємо методом обходу по контуру, починаючи розрахунок із точки 3', де стрічка сходить з натяжного барабана (це точка найменшого натягу)

Натяг на першій стрічці

$$S_3' = (5 \div 10) \cdot (q_в + q_0) \cdot l_p' = 5 \cdot (1{,}02 + 108) \cdot 0{,}4 = 218H \quad (2.14)$$

$$S_4' = S_3' + \frac{c \cdot Q \cdot \gamma_p \cdot v}{3{,}6 \cdot g} + \left[(q_г + q_0) \cdot \cos\beta + q_p'\right] \cdot l_5 \cdot \omega' + (q_г + q_0) \cdot l_5 \cdot \sin\beta = \quad (2.15)$$

$$= 218 + \frac{1{,}5 \cdot 29{,}43 \cdot 10^{-3} \cdot 7{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}09}{3{,}6 \cdot 9{,}81} + \left[(0{,}56 + 108) \cdot \cos 12° + 500\right] \cdot 2 \cdot 0{,}35 +$$

$$+ (0{,}56 + 108) \cdot 2 \cdot \sin 12° = 687{,}5H$$

$$S_5' = k \cdot S_4' = 1{,}3 \cdot 687{,}5 = 893{,}75H \quad (2.16)$$

$$S_6' = S_5' + \left(\frac{\gamma_p \cdot F}{2} + q_0\right) \cdot l_2 + (q_0 + q_e') \cdot l_2 \cdot \omega' = 893{,}75 + \quad (2.17)$$

$$+ \left(\frac{7{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 25{,}875 \cdot 10^{-3}}{2} + 108\right) \cdot 37 + (5{,}67 + 333{,}3) \cdot 37 \cdot 0{,}035 = 5328{,}75H$$

$$S_2' = \frac{S_3'}{k} = \frac{218}{1{,}06} = 205{,}6H \quad (2.17)$$

$$S_1' = S_2' + q_0 \cdot l_1 = 205{,}6 + 108 \cdot 42 = 4741{,}6H \quad (2.18)$$

Сила натягу на другій смузі

$$S_5'' = S_5' = 893{,}75H \quad (2.19)$$

$$S_4'' = S_4' \cdot \left(\frac{2}{e^{\omega' \cdot \alpha_5}} - 1\right) = 687{,}5 \cdot \left(\frac{2}{2{,}71^{0{,}035 \cdot 1{,}34}} - 1\right) = 694{,}6H \quad (2.20)$$

$$S_5'' = S_4'' + q_0 \cdot l_4 \cdot \sin \beta_1 = 694{,}6 + 108 \cdot 37 \cdot \sin 25^\circ = 2383{,}4H \quad (2.21)$$

$$S_2'' = \frac{S_5''}{k} = \frac{2383{,}4}{1{,}03} = 2314H$$

$$S_1'' = S_2'' + q_0 \cdot l_2 = 2314 + 108 \cdot 37 = 4230H$$

$$S_6'' = S_6' = 5328{,}75H$$

Щоб забезпечити щільне змикання вільних від вантажу кінців стрічки на вертикальній ділянці, крок встановлення катків обирають з урахуванням натягу стрічки, числа прокладок та величини бокового тиску.

$$q_к = 0{,}5 \cdot q_0 \cdot 10^2 МПа \quad (2.22)$$

Напруга стрічки на верхній і нижній вітках визначається такими значеннями

$$\sigma_в = \frac{S_6'}{B \cdot i} = \frac{5328{,}75}{0{,}65 \cdot 5} = 1640 \frac{H}{м^2} \quad (2.23)$$

$$\sigma_н = \frac{S_5'}{B \cdot i} = \frac{893{,}75}{0{,}65 \cdot 5} = 275 \frac{H}{м^2}$$

$$q_з = 0{,}5 \cdot 5{,}67 \cdot 10^2 = 28{,}35 \frac{H}{м^2}$$

За допомогою номограми обираємо необхідний крок встановлення котків на верхній і нижній ділянках $t_н = 0{,}45м,\ t_в = 0{,}6м$.

Число роликоопор на вертикальній секції

$$m = \frac{2 \cdot l_2}{t_в + t_н} = \frac{2 \cdot 37}{0{,}45 + 0{,}6} = 51 \tag{2.24}$$

Збільшення відстані між котками під час монтажу

$$\Delta t = \frac{t_в - t_н}{m} = \frac{0{,}6 - 0{,}45}{51} = 0{,}003м \tag{2.25}$$

Спротив переміщенню стрічок номер один і номер два

$$W_c' = S_6' - S_1' = 5328{,}75 - 4741{,}6 = 587{,}15H \tag{2.26}$$

$$W_c'' = S_6'' - S_1'' = 5378{,}25 - 4320 = 1058{,}25H$$

Враховуючи коефіцієнт запасу тягового зусилля, загальна встановлена потужність становить

$$N = k_з \cdot \frac{(W_c' + W_c'') \cdot v}{1020 \cdot \eta} = 1{,}2 \cdot \frac{(587{,}15 + 1058{,}25) \cdot 1{,}09}{1020 \cdot 0{,}8} = 3{,}63кВт \tag{2.27}$$

Проводимо кінематичний аналіз планетарної передачі для визначення та вибору числа зубів її коліс.

Для досягнення передавального відношення 20 обрано конструкцію з трьома подвійними сателітами.

Щоб уникнути підрізання зубів, приймаємо 21 зуб для центрального сонячного колеса. Далі, використовуючи таблиці, знаходимо коефіцієнт, а потім обчислюємо число зубів центрального колеса з внутрішнім зачепленням.

$$z_3 = \frac{z_1 \cdot (u_{пл} - 1)}{c} = \frac{21 \cdot (20 - 1)}{2} = 199{,}5 \quad (2.28)$$

Враховуючи умову співвісності, яка вимагає, щоб число зубів центрального колеса було кратним числу сателітів, ми приймаємо z_3=201

Коригуємо значення коефіцієнта с

$$c = \frac{z_1 \cdot (u_{пл} - 1)}{z_3} = \frac{21 \cdot (20 - 1)}{201} = 1{,}99 \quad (2.29)$$

Виконуємо розрахунок для визначення кількості зубів сателітного колеса

$$z_4 = \frac{z_3 - z_1}{c + 1} = \frac{201 - 21}{1{,}99 + 1} = 60 \quad (2.30)$$

$$z_2 = c \cdot z_4 = 1{,}99 \cdot 60 = 120 \quad (2.31)$$

Припускаючи, що модулі зовнішнього та внутрішнього зачеплень ідентичні, ми уточнюємо число зубів на основі умови співвісності

$$z_2 = z_3 - z_4 - z_1 = 201 - 60 - 21 = 120 \quad (2.32)$$

Перевіряємо правильність підбору зубів:

умова співвісності

$$z_1 + z_2 = z_3 - z_4 = 21 + 120 = 201 - 60 \qquad (2.33)$$

$$141 = 141$$

умова збірки

$$\frac{z_1}{n_w} = \frac{21}{3} = 7 \qquad (2.34)$$

$$\frac{z_3}{n_w} = \frac{201}{3} = 67 \qquad (2.35)$$

умова сусідства для зовнішнього зачеплення

$$(z_1 + z_2) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n_w}\right) - z_2 \succ 2 \qquad (2.36)$$

умова сусідства для внутрішнього зачеплення

$$(z_3 - z_4) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n_w}\right) - z_4 \succ 2 \qquad (2.37)$$

$$(201 - 60) \cdot \sin\left(\frac{3{,}14}{3}\right) - 60 = 62{,}106 \succ 2$$

Всі умови виконуються.

Отже, числа зубців коліс визначені правильно.

2.4 Монтаж, ремонт, змащення

2.4.1 Прив’язка машини до технологічного тракту

Перед початком будівництва будь-якого об’єкта та монтажу обладнання виконується проектування й створення геодезичної розбивочної основи. Вона складається з двох частин — планової та висотної. Планова геодезична основа являє собою систему закріплених на місцевості точок (знаків) із точно визначеними координатами. Висотна основа складається з точок, для яких відомі висоти (репери). Репер позначає абсолютну висоту певної точки відносно рівня моря.

На практиці при встановленні обладнання часто користуються умовними відмітками. За нульову відмітку, як правило, приймають рівень чистої підлоги першого поверху будівлі. Висоту будь-якої точки відносно цієї умовної площини називають умовною висотною позначкою. Приводна станція вертикального підйомника розташовується на рівні +40700 мм відносно чистої підлоги.

Точки будівельної сітки, як правило, інвертують, і вони виконують роль реперів висотної розбивочної основи. Їх положення узгоджують із реперами державної нівелірної (висотної) мережі.

На основі геодезичної розбивочної основи на будівельному майданчику виконується геодезичне обґрунтування монтажу — комплекс планових осей і висотних відміток, необхідних для встановлення та вивірки обладнання. Усі осі та позначки поділяються на контрольні **(**головні**)** — наприклад, головні осі доменного цеху, та робочі, які, у свою чергу, класифікуються на основні та допоміжні.

Основними вважають осі, що визначають найважливіші технологічні напрямки, наприклад — напрям руху агломерату.

Після монтажу приводна станція підйомника проходить ретельну перевірку точності встановлення відповідно до нормативних вимог. Для

цього застосовують монтажні інструменти, а також оптико-геодезичні та лазерні методи, що дозволяють визначити точне просторове положення контрольних точок у горизонтальній і вертикальній площинах.

Найточнішим способом перевірки правильності монтажу є оптико-геодезичний метод. Його суть полягає у фіксації оптичних осей за допомогою високоточних теодолітів і візирних марок, а також у контролі висоти за допомогою прецизійних нівелірів і малогабаритних штрихових рейок.

Під час перевірки в плані теодоліт встановлюють на спеціальному координатному столику над плашкою, а навпроти фіксують стаціонарну візирну марку. На вертикальній площині плитовини закріплюють переносну марку з магнітною основою та мікрометричним механізмом, на яку наводять зорову трубу теодоліта. Довжина марки від центру щілини до базової поверхні відповідає проектній відстані до осі. Плитовину переміщують у горизонтальній площині доти, доки центр марки не збіжиться з коліматорною площиною теодоліта.

Перевірку по висоті здійснюють за допомогою нівеліра. Спочатку вивіряють одну плитовину, використовуючи інварну нівелірну рейку та рівень. Рейку встановлюють на репер і визначають висоту базової поверхні плитовини. Потім, приймаючи першу плитовину за базову, вивіряють другу, застосовуючи малогабаритну нівелірну рейку з рівнем і регулювальними гвинтами для точного встановлення її вертикальної осі.

2.4.2 Технологічна карта монтажу машини для підйому цегли

Будівництво сучасних доменних печей супроводжується виконанням великого обсягу механомонтажних робіт. Монтаж механічного обладнання доменного цеху здійснюється відповідно до спеціально розробленого проекту та графіка, що забезпечує високий рівень організації трудомістких операцій.

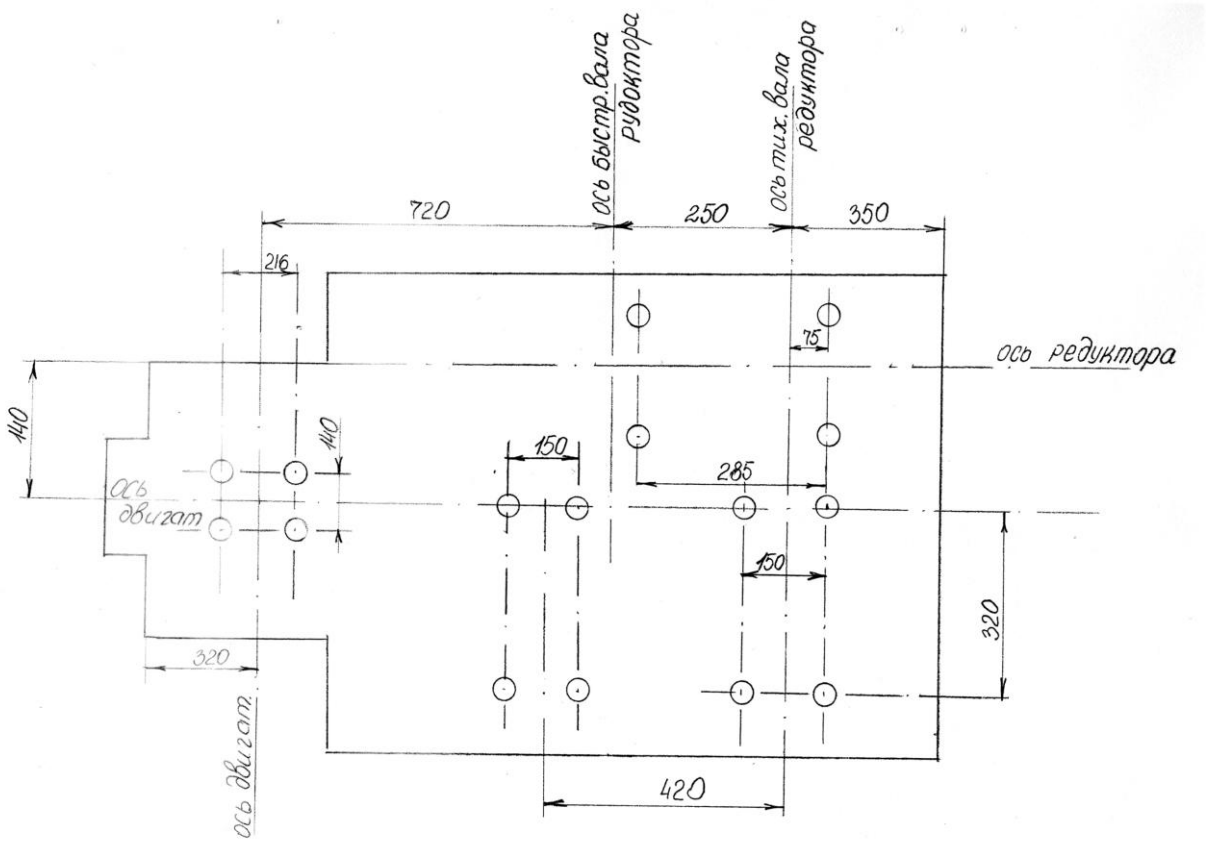


Рис. 2.5. Схема геодезичного обґрунтування монтажу

розроблено автором

Технологічний процес монтажу включає такі основні етапи: перевірку обладнання, підготовку складальних і монтажних вузлів, установлення та вивірку базових деталей, складання, регулювання машин і механізмів, що входять до комплексу, проведення контрольних випробувань та здачу обладнання в експлуатацію.

Оскільки об’єкти доменного виробництва мають значну висоту, на підготовчому етапі передбачаються спеціальні пристрої для виконання робіт на кількох ярусах, прорізи для подачі та монтажу обладнання й металоконструкцій, а також уточнюються вантажопідйомність і робочі зони монтажних механізмів.

Для скорочення термінів монтажу та підвищення його якості науково-дослідним інститутом ВНІІмонтажспецстрой були розроблені технічні вимоги до постачання технологічного обладнання металургійних

підприємств. Згідно з ними, усі машини та механізми повинні надходити з максимальною заводською готовністю, у вигляді блоків і вузлів, що не потребують додаткової підгонки під час монтажу. Місця стикування при заводській контрольній збірці мають бути оснащені контрольними штифтами та підібраними регулювальними прокладками. Базові деталі та вузли повинні мати контрольні площадки з нанесеними позначками осей, а також місця для встановлення прокладок. Комплект клинових прокладок постачається разом із машинами.

Технологічна карта — це основний ремонтно-технологічний документ, у якому визначено організацію, послідовність і технологію проведення ремонтних робіт, а також заходи щодо забезпечення вимог охорони праці та пожежної безпеки.

Технологічна карта вирішує такі завдання:

- застосування технологічних процесів, які гарантують необхідний рівень якості ремонтних робіт;

- забезпечення чіткої організації ремонту для виконання робіт у встановлені терміни;

- впровадження комплексної механізації із широким використанням машин, механізмів і засобів малої механізації;

- проведення складання й монтажу конструкцій укрупненими блоками; розроблення організаційно-технічних заходів для безпечного виконання ремонтних робіт.

Послідовність монтажу вертикального двострічкового підйомника цегли:

а) виконання ревізії обладнання, укрупнене складання секцій за допомогою електролебідки, встановлення перевантажувального ножа, підготовка переліку матеріалів, напівфабрикатів та монтажного оснащення;

б) стропування та підйом приводної станції підйомника, монтаж натяжної станції;

в) запасування транспортерних стрічок.

Контроль точності монтажу.

Після встановлення обладнання проводиться перевірка точності відповідно до нормативних вимог із використанням монтажних інструментів, а також оптико-геодезичних і лазерних методів. Після монтажу приводної та натяжної станцій здійснюється їх вивірка на співвісність і фіксація у проєктному положенні.

Монтаж металоконструкцій середньої частини підйомника виконують згідно з монтажними кресленнями. Після з'єднання секцій із опорними частинами проводять перевірку прямолінійності та співвісності, після чого встановлюють роликоопори.

Положення стрічок під час роботи визначається точністю їх навішування відносно осі підйомника, а також правильністю встановлення приводних і натяжних барабанів та роликоопор.

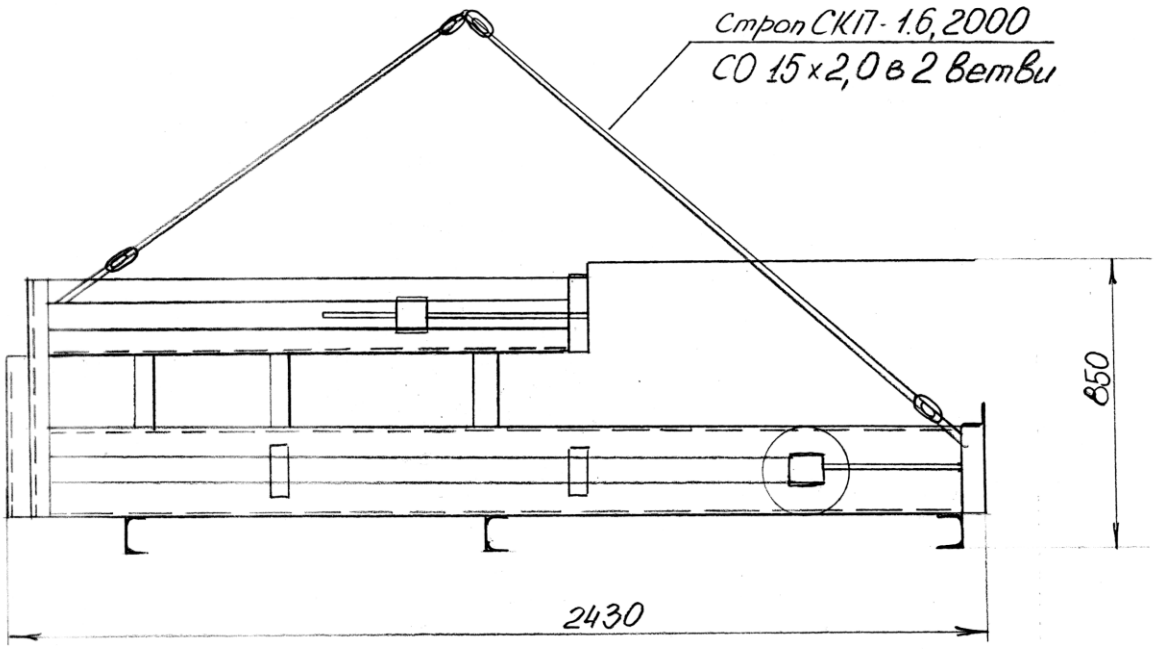


Рис. 2.6. Стропування натяжної станції

розроблено автором

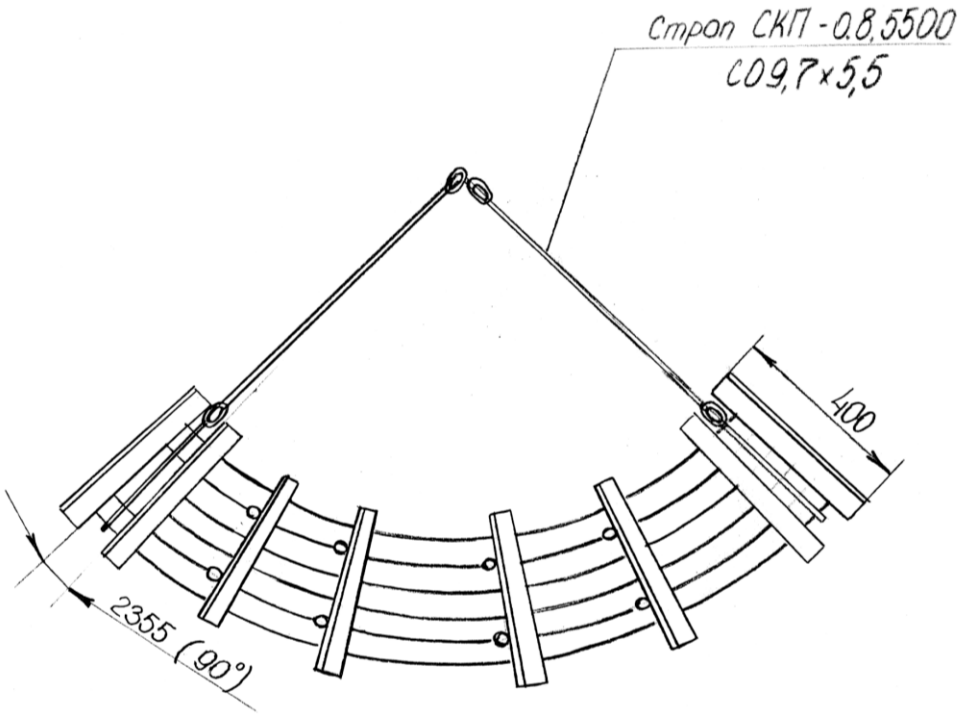


Рис. 2.7. Стропування радіальної секції

розроблено автором

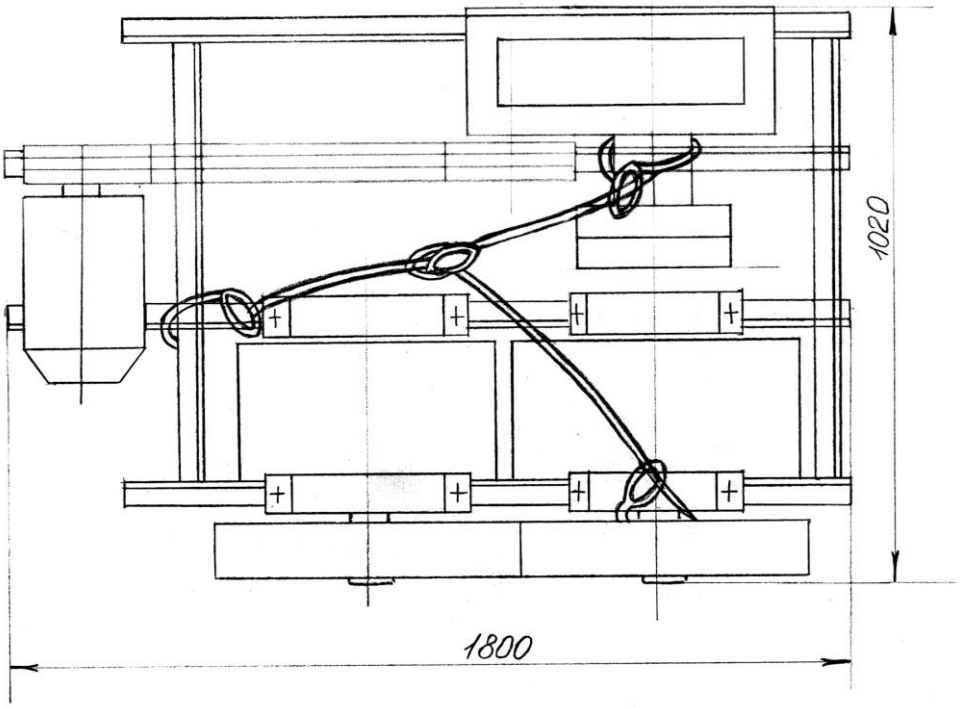


Рис. 2.8. Стропування приводної станції

розроблено автором

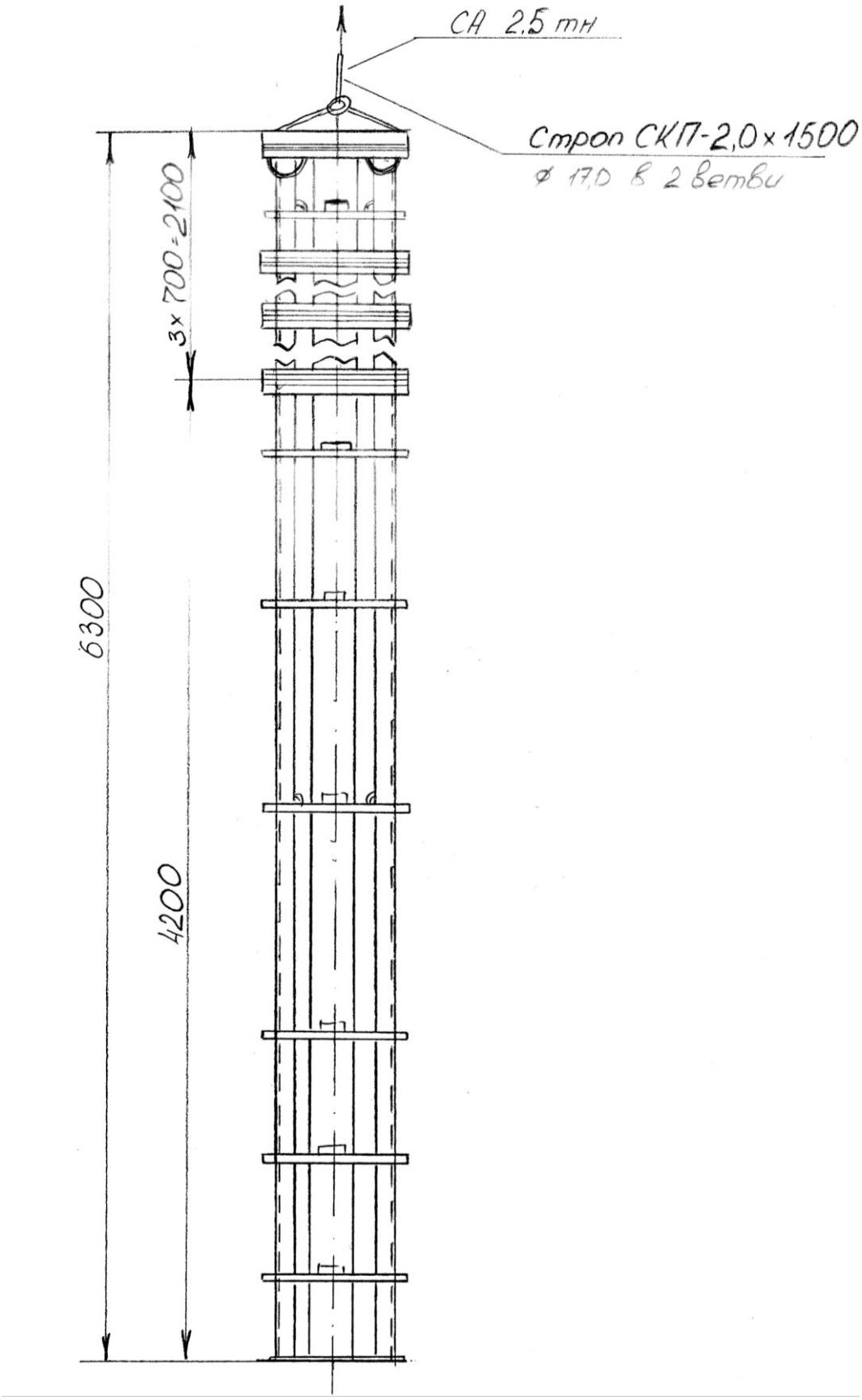


Рис. 2.9. Стропування вертикальної секції

розроблено автором

2.4.3 Зношення відповідальних деталей та методи їх відновлення

У процесі експлуатації вертикального двострічкового підйомника цегли відбувається зношування його деталей, змінюються геометричні параметри елементів, погіршується стан робочих поверхонь через появу мікротріщин, надривів та інших дефектів.

Найбільш схильними до зносу деталями є зубчасті колеса, підшипники кочення, вали та стрічка.

Зубчасті колеса виходять з ладу внаслідок зносу контактних поверхонь зубів або поломок самих зубів і ступиці. При цьому спостерігається стирання робочих поверхонь, що є наслідком нормального чи прискореного зносу, який поступово змінює форму профілю зуба. Можливі також вищерблення поверхонь через дію змінних контактних напружень або неправильне змащення, а також задирання зубів, що виникає під час короткочасних перевантажень чи ударних навантажень і супроводжується появою подряпин та рисок. Абразивний знос зумовлений потраплянням у зачеплення сторонніх частинок із навколишнього середовища.

Основні причини виходу з ладу підшипників кочення — осповидний, окиснювальний та абразивний знос, а також руйнування сепаратора, тіл кочення чи кілець, і дефекти монтажу. Осповидний знос виникає при змішаному терті, знакоперемінних навантаженнях і високих питомих тисках, які досягають межі витривалості матеріалу. Окиснювальний знос пов’язаний із взаємодією тертьових поверхонь з киснем повітря, а абразивний — із тертям деталей об частинки абразивного середовища.

Найчастіші дефекти валів — це знос поверхонь цапф, що призводить до зміни їхніх розмірів і форми, появи подряпин і задирів; пошкодження робочих поверхонь шпонкових пазів і різьблень (зминання, зрізи, вищерблення); залишкові прогини, закручування та поломки.

Необхідність ремонту стрічки підйомника виникає у разі появи поздовжніх чи поперечних розривів, зносу або пошкодження гумових

обкладок, розшарування прокладок бельтингу по краях, а також утворення тріщин будь-якого розміру та розташування.

Надійність роботи вертикального двострічкового підйомника цегли значною мірою визначається довговічністю його швидкозношуваних деталей — зубчастих коліс, підшипників кочення, валів, осей та стрічки. Ремонт цих елементів зазвичай виконують вузловим методом у міжремонтні періоди роботи підйомника.

Під час ремонту зубчастих коліс із пошкодженими зубами застосовують різні способи їх відновлення та закріплення на ободі колеса. У малонавантажених повільнохідних передачах зламані зуби замінюють новими, які кріпляться до обода за допомогою гвинтів. Якщо товщина обода достатня, новий зуб встановлюють у попередньо оброблену канавку типу «ластівчин хвіст» і фіксують гвинтом із торця. Тріщини на ободі усувають зварюванням або встановленням накладок з обох боків, які кріплять болтами.

Коли потрібно замінити цілу зубчасту секцію, зношені або пошкоджені зуби зрізають на фрезерному чи стругальному верстаті, після чого на ободі виконують паз у формі «ластівчиного хвоста». Нову секцію встановлюють у цей паз з натягом і закріплюють гвинтами або болтами, а іноді зварюванням. Зубчасті секції виготовляють із нових заготовок або з непридатних за іншими ознаками, але не зношених зубчастих коліс таких самих розмірів.

Ремонт тріснутих ступиць здійснюють шляхом проточування зовнішньої поверхні та напресування зміцнювального кільця.

Зношені підшипники кочення здебільшого замінюють новими, а ремонт проводять лише для корпусів. У разі зносу посадочних місць їх наплавляють і розточують до номінального розміру. Якщо товщина стінок корпусу дозволяє, отвір розточують під більший розмір і запресовують сталеву втулку товщиною не менше 5 мм, внутрішній діаметр якої відповідає зовнішньому діаметру підшипника.

Вибір методу ремонту валів залежить від ступеня та характеру зносу. Неглибокі дефекти, як-от риски чи раковини, усувають шліфуванням, якщо

їх площа не перевищує 3–5% загальної поверхні цапфи. При більшому зносі опорні поверхні відновлюють, враховуючи конструктивні особливості вузла.

Під час ремонту обточуванням вал закріплюють на токарному верстаті, обробляють зношені ділянки до ремонтного розміру й шліфують. Якщо потрібно повернути номінальні розміри, застосовують ремонтні втулки: вал попередньо відпалюють, обточують, напресовують втулку з аналогічного матеріалу, зварюють її точками, після чого обробляють і шліфують цапфу. За необхідності проводять термообробку. Альтернативно, поверхню можна відновити наплавленням металу з подальшою механічною обробкою до номінального розміру.

Якщо вал пошкоджено в зоні шпонкової канавки, можливий ремонт зварюванням. Цей спосіб застосовують при незначному зносі посадкових місць або шийок. Коли ширина канавки збільшилась не більше ніж на 15%, зношені місця заварюють, проводять термообробку та відновлюють форму механічною обробкою. Для невідповідальних механізмів канавки можна відновити за допомогою шаблону-шпонки з міді, до якої не прилипає наплавлений метал. При значному зносі стару канавку заварюють і нарізають нову під іншим кутом (90°, 135° або 180°).

Посадочні місця та шийки валів відновлюють наплавленням із подальшою термічною та механічною обробкою.

Ремонт стрічки підйомника зазвичай проводять без її демонтажу. Невеликі розриви та пошкодження гумотканинних стрічок усувають за допомогою переносних вулканізаційних пресів, які створюють тиск до 10 кгс/см² і нагрівають ділянку до стандартного режиму вулканізації.

Незначні тріщини або пошкодження верхнього шару гумових обкладок ремонтують із використанням самовулканізувальних паст.

2.4.4 Розробка графіка планово-попереджувальних ремонтів

Для проведення ремонтів обладнання на металургійних підприємствах розробляють річні, квартальні та місячні графіки планово-попереджувальних ремонтів (ППР).

Річні графіки складаються відділом (або управлінням) головного механіка (ОГМ/УГМ) на основі заявок цехів на проведення ремонтів, а також відповідно до нормативних даних щодо періодичності та тривалості ремонтних робіт. Графік узгоджується та підписується начальником цеху і його помічником з обладнання.

Річний графік планово-попереджувальних ремонтів вертикального двострічкового підйомника цегли подано в таблиці 2.1.

Під час його розроблення враховують інформацію про термін служби основних вузлів і деталей обладнання, їхній технічний стан у процесі експлуатації за попередній період, а також дані, зафіксовані у відповідній технічній документації — агрегатних журналах та паспортах машин.

2.4.5 Змащення

Надійність роботи металургійного обладнання значною мірою визначається правильним вибором мастильних матеріалів, а також раціональними способами, режимами змащування та контролем якості мастила під час експлуатації.

Основне призначення мастильних матеріалів полягає у зменшенні сили тертя та підвищенні зносостійкості поверхонь, що контактують. Крім цього, мастило відводить тепло з вузлів тертя та захищає металеві поверхні від корозії й утворення іржі.

Враховуючи складні умови роботи металургійного обладнання, його високу навантаженість і необхідність безперервної роботи, до мастильних матеріалів висувають такі основні вимоги:

Таблиця 2.1.

Розклад профілактичних і планових ремонтів вертикального двострічкового підйомника цегли

Найменування устаткування	Дата і тривалість виконання К.Р.	Час виконання ремонту, доба	I квартал										II квартал										III квартал										IV квартал										Кіл-ть ремонтів за рік		Тривалість ремонтів за рік, год	
			Січень			Лютий			Березень				Квітень			Травень			Червень				Липень			Серпень			Вересень				Жовтень			Листопад			Грудень				T_1	T_2	T_1	T_2
			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	1	2	3					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14	15	16	17	18	19	20	21		22	23	24	25	26	27	28	29	30		31	32	33	34	35	36	37	38	39		40	41	42	43
Вертикальний двострічковий підйомник цегли	14.11.25	3		$\frac{T_1}{8}$			$\frac{T_2}{16}$			$\frac{T_1}{8}$				$\frac{T_2}{16}$			$\frac{T_1}{8}$			$\frac{T_2}{16}$				$\frac{T_1}{8}$			$\frac{T_2}{16}$				$\frac{T_1}{8}$				$\frac{T_2}{16}$			$\frac{T_1}{8}$				$\frac{T_2}{16}$			6	6	48	96

- високі антифрикційні та протизносні властивості;

- оптимальна в’язкість і хороша змочуваність поверхонь тертя (протизадирні характеристики);

- стійкість до дії великих тисків і здатність залишатися в зазорі між деталями, що труться;

- термо- та окислювальна стабільність;

- хімічна інертність;

- економічна доцільність використання.

Для змащення вузлів тертя вертикального двострічкового підйомника цегли використовують пластичні мастила. До таких мастильних матеріалів пред’являють підвищені вимоги, а саме:

Забезпечення мінімального зносу деталей і зменшення втрат на тертя у вузлах тертя;

Добра прокачуваність через трубопроводи довжиною до 150 м при температурі навколишнього середовища від –10 до +180 °С;

Стійкість до розкладання під дією тиску до 20 МПа, стабільність властивостей під час зберігання та експлуатації, відсутність термозміцнення, нерозчинність у воді та низька випаровуваність.

2.5 Економічна доцільність запропонованих рішень

У цій кваліфікаційній роботі магістра розглядається питання удосконалення конструкції привідної станції вертикального двострічкового підйомника для подавання цегли. Заплановано заміну існуючого редуктора на новий тип із покращеними характеристиками, а також ліквідацію відкритої зубчастої та ремінної передач. Реалізація таких змін забезпечить підвищення ефективності роботи обладнання та позитивно вплине на його економічні показники.

Визначаємо витрати на виготовлення нового редуктора

$$С_р = С_{чл} + С_{зк1} + С_{зк2} + С_{зк3} + С_{в1} + С_{в2} + С_{в3} + С_п + З_с \quad (2.38)$$

де $С_{чл}$ – вартість лиття чавуна з мехобробкою, грн.;

$С_{зк}$, $С_{зк2}$, $С_{зк3}$ – вартість виготовлення зубчастих коліс з обробкою, грн;

$С_{в1}$, $С_{в2}$, $С_в$ – вартість на виготовлення валів з обробкою, грн;

$С_П$ – вартість закупівлі підшипників, грн.;

$З_с$ – вартість складання редуктора, грн.

$$C_P = 111578 + 7500 + 8000 + 8160 + 5800 + 6800 + 7850 + 11200 + 4860 = 171748 \text{ грн}$$

Вартість металевого брухті старого редуктора

$$C_{MP} = m_P \cdot C_M \cdot n_n = 1{,}58 \cdot 5500 \cdot 1 = 8690 \text{ грн} \quad (2.39)$$

де m_P - маса редуктора, т

C_M - вартість одного кілограма металевого брухту, грн.

n_n - кількість підйомників, шт.

Вартість капітальних вкладень

$$K_B = C_P \cdot n_n - C_{MP} = 171748 \cdot 1 - 8690 = 163058 \text{ грн.} \quad (2.40)$$

Вартість амортизаційних відрахувань

$$A_{от} = K_B \cdot 15\% = 163058 \cdot 15\% = 24459 \text{ грн} \quad (2.41)$$

У результаті впровадження нового механізму тривалість міжремонтного періоду зростає утричі.

При цьому вартість проведення одного ремонту становить

$$C_{рем} = C_м + Ц_р + З_п \quad (2.42)$$

де $C_м$ - вартість витратних матеріалів, грн.;

$Ц_р$ - вартість цехових витрат, грн.

$З_п$ - заробітна плата робітників, грн.

Впровадження наших заходів призведе до зниження собівартості тонни продукції на 0,1 грн. При цьому капітальні інвестиції окупляться вже за 0,5 року, забезпечуючи річний економічний ефект у розмірі 322975 грн.

РОЗДІЛ 3
ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Аналіз основних шкідливостей і небезпечностей доменного цеху №1

Виробниче середовище доменного цеху характеризується складними умовами праці, наявністю підвищених температур, пилу, шуму, вібрацій та газових виділень. Доменне виробництво належить до категорії шкідливих і небезпечних виробництв металургійного профілю, тому питання охорони праці мають особливе значення для забезпечення безпечних умов роботи персоналу.

Основними технологічними об’єктами доменного цеху є доменна піч, колошникове обладнання, повітронагрівачі, системи подачі дуття, газоочищення, транспортування коксу, агломерату та чавуну. Під час експлуатації цих агрегатів утворюються різноманітні шкідливі та небезпечні фактори, що впливають на працівників.

До основних небезпечних виробничих факторів належать:

- підвищена температура повітря в робочій зоні (до 50–60 °C поблизу горна доменної печі);
- можливість опіків від контакту з розплавленим чавуном або шлаком;
- рухомі частини механізмів та транспортерів;
- можливість обвалення матеріалів під час завантаження шихти;
- ризик вибуху доменного газу при порушенні герметичності систем.

До шкідливих виробничих факторів належать:

- підвищена запиленість повітря робочої зони (пил агломерату, коксу, шлаку);
- наявність оксиду вуглецю (CO), оксидів сірки, азоту та пилогазових викидів;

- шум і вібрація, що виникають від роботи дуттьових машин, компресорів, транспортерів;

- недостатня освітленість у зоні обслуговування печі;

- фізичне перенавантаження під час виконання ремонтно-монтажних робіт.

У доменному цеху рівень шуму часто перевищує допустимі норми, установлені ДСП 173-96, і може досягати 100–110 дБ у зоні дуттьових машин. Вібрація передається через фундаменти від повітродувних агрегатів і транспортного обладнання, що може викликати професійні захворювання опорно-рухового апарату та нервової системи. Для зниження впливу цих факторів застосовуються шумопоглинаючі кожухи, віброізоляційні прокладки та засоби індивідуального захисту (навушники, вкладиші).

Мікроклімат характеризується високими температурами і тепловим випромінюванням. Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99, у гарячих цехах необхідно забезпечувати вентиляцію, подачу охолодженого повітря та організацію режиму праці й відпочинку з регламентованими перервами у прохолодних приміщеннях.

Під час роботи доменної печі утворюються значні об’єми доменного газу, що містить до 25–30 % оксиду вуглецю. Потрапляння газу в робочу зону становить смертельну небезпеку. Для контролю за концентрацією шкідливих газів застосовуються стаціонарні газоаналізатори, автоматичні системи сигналізації та вентиляційні установки.

Пилові викиди формуються під час завантаження шихти та при розливі чавуну. Для їх зменшення використовують аспіраційні системи, місцеві відсмоктувачі та фільтри типу ЦН-15 або рукавні фільтри.

У доменному цеху експлуатуються численні електроприводи, системи керування, крани, насосні установки, що працюють під напругою до 1000 В. Для запобігання ураженню електричним струмом застосовуються заземлення, блокування, попереджувальні таблички та періодичний контроль опору ізоляції згідно з вимогами ПУЕ і НПАОП 40.1-1.21-98.

Освітлення повинно забезпечувати нормовану яскравість робочих зон (не менше 200 лк у місцях обслуговування печі). Використовуються світильники в захисному виконанні з пилогазонепроникними корпусами.

Для персоналу доменного цеху передбачено спеціальний комплект засобів індивідуального захисту (ЗІЗ):

- вогнетривкий костюм або брезентовий комбінезон;
- теплоізолювальні рукавиці та черевики на металевій підошві;
- захисний щиток або маска з термостійким склом;
- каска, респіратор або протигаз марки В-К;
- беруші або навушники для захисту слуху.

Видача ЗІЗ регламентується НПАОП 27.0-3.01-08 та нормами безоплатної видачі спецодягу.

Для підтримання безпечних умов праці на підприємстві впроваджено систему управління охороною праці, яка відповідає вимогам ISO 45001:2018. До основних організаційних заходів належать:

- проведення вступного, первинного та періодичного інструктажів;
- щорічна перевірка знань з охорони праці;
- регулярний контроль за станом вентиляції, газоаналізу та освітлення;
- атестація робочих місць за умовами праці;
- медичні огляди працівників, що зайняті на шкідливих роботах.

3.2 Заходи щодо зниження шкідливостей і небезпечностей на рудозбагачувальній фабриці

Для зменшення впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів у доменному цеху №1 передбачається комплекс технічних, організаційних та санітарно-гігієнічних заходів. Їх мета — створення безпечних умов праці, зниження виробничого травматизму та професійних захворювань.

Одним із головних напрямів підвищення безпеки є нормалізація параметрів мікроклімату у зоні обслуговування доменної печі.

Для цього передбачається:

- установлення систем припливно-витяжної вентиляції з локальними відсмоктувачами у місцях розливу чавуну та шлаку;

- використання охолоджувальних повітряних завіс у проходах і поблизу горна печі;

- автоматичне регулювання повітрообміну залежно від температури та концентрації газів у робочій зоні;

- облаштування кімнат відпочинку з кондиціонованим повітрям, де працівники можуть відновити працездатність після перебування у зоні високих температур.

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99, температура повітря у робочій зоні не повинна перевищувати 28 °C при виконанні робіт середньої важкості, тому контроль температури здійснюється безперервними термодатчиками з передачею даних у диспетчерський пункт.

Важливим напрямом є модернізація систем аспірації на ділянках підготовки шихти та завантаження доменної печі.

Рекомендується:

- установлення рукавних фільтрів із системою імпульсної регенерації для ефективного уловлювання дрібнодисперсного пилу;

- герметизація стиків завантажувальних трубопроводів;

- використання газоочисних установок мокрого типу для зниження концентрації CO у доменному газі;

- регулярна перевірка герметичності газових тракті та газоходів.

Після модернізації системи газоочищення рівень шкідливих речовин у робочій зоні не повинен перевищувати гранично допустимі концентрації (ГДК), установлені ДСП 201-97.

З метою запобігання ураженню електричним струмом персонал повинен працювати лише з обладнанням, що має справні заземлення та автоматичні вимикачі захисного відключення.

Рекомендується:

- проведення періодичних вимірювань опору заземлення не рідше одного разу на рік;

- застосування переносних ламп з напругою не більше 12 В у зонах підвищеної вологості;

- маркування струмопровідних частин та встановлення попереджувальних знаків;

- регулярне навчання електротехнічного персоналу з перевіркою знань правил НПАОП 40.1-1.21-98.

Для обмеження впливу шуму передбачається:

- установлення шумозахисних кожухів на повітродувних машинах та компресорах;

- облицювання стін звукопоглинальними панелями;

- віддалення робочих постів від джерел шуму за рахунок дистанційного керування процесами;

- використання індивідуальних засобів захисту слуху (навушники, беруші).

Для зменшення вібрацій рекомендується використання демпферних фундаментних подушок, гумометалевих амортизаторів під опорами обладнання, а також регулярне балансування обертових частин механізмів.

Для підвищення рівня безпеки обслуговування передбачається:

- заміна застарілих освітлювальних приладів на енергоефективні LED-світильники з пило- та вологозахисним виконанням;

- облаштування аварійного освітлення у зонах підвищеної небезпеки;

- розміщення світильників таким чином, щоб уникати утворення тіней на робочих поверхнях;

- регулярне очищення плафонів від пилу для підтримання необхідного рівня освітленості (не менше 200 лк згідно з ДБН В.2.5-28:2018).

До комплексу організаційних заходів належать:

- впровадження автоматизованих систем контролю параметрів технологічного процесу, що зменшують кількість працівників у небезпечних зонах;

- чітке зонування території з нанесенням попереджувальних знаків і маркуванням небезпечних місць;

- розроблення та затвердження інструкцій з безпечного ведення робіт для кожної посади;

- проведення навчання і перевірки знань з охорони праці не рідше одного разу на рік;

- планово-попереджувальні ремонти обладнання, що дозволяють запобігати аваріям і нещасним випадкам.

Працівники доменного цеху проходять попередні та періодичні медичні огляди відповідно до Наказу МОЗ №246 від 21.05.2007 р.

Для забезпечення гігієнічних умов праці передбачено:

- душові приміщення, пункти особистої гігієни, побутові кімнати;

- наявність санітарно-побутових блоків з вентиляцією;

- забезпечення працівників питною водою та засобами особистої профілактики (молоко або рівноцінні продукти згідно з нормами НПАОП 0.00-4.33-99).

3.2.1 Засоби індивідуального захисту

Умови праці в доменному цеху належать до категорії шкідливих та небезпечних, тому забезпечення працівників ефективними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) є обов’язковою вимогою згідно з Законом України “Про охорону праці” та НПАОП 27.0-3.01-08 “Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших ЗІЗ”.

Засоби індивідуального захисту призначені для зменшення або усунення впливу шкідливих факторів, таких як висока температура, пил,

шум, гази, бризки розплавленого металу, механічні травми та електричний струм.

Для персоналу доменного цеху передбачено спеціальний вогнестійкий та термозахисний одяг, який виготовляється з брезенту або спеціальних вогнетривких тканин типу «Арселон», «Номекс» чи аналогічних. До комплекту входять:

- куртка та брюки вогнетривкі, що захищають від іскор, бризок розплавленого металу та шлаку;

- брезентовий або шкіряний фартух — для працівників на ділянках розливу чавуну;

- рукавиці теплоізолювальні або краги зі спилку;

- чоботи термостійкі з металевим підноском та підошвою, стійкою до ковзання;

- жилет сигнальний із світловідбивними елементами — для підвищення видимості в умовах запиленості та диму.

Взуття та одяг повинні відповідати вимогам ДСТУ EN ISO 11612:2019 (захист від тепла та полум’я) та ДСТУ EN ISO 20345:2019 (захисне взуття).

У зоні підвищеної запиленості та можливого вмісту шкідливих газів (оксид вуглецю, діоксид сірки) працівники забезпечуються:

- респіраторами типу РПГ-67, РУ-60М або аналогічними, що забезпечують фільтрацію пилу та газів;

- протигазами марки В або ВК (для роботи в умовах можливого потрапляння CO, SO_2, NO_x);

- ізолюючими апаратами типу ПШ-1 — для аварійних ситуацій та ремонтних робіт у газоходах.

Усі ЗІЗ органів дихання проходять періодичну перевірку на герметичність і справність відповідно до НПАОП 0.00-4.33-99.

Під час обслуговування доменної печі працівники піддаються дії інтенсивного теплового випромінювання, іскор та бризок розплавленого металу. Для захисту застосовуються:

- захисні окуляри з термостійкими скельцями (тип ОТ-2 або ОЧ-6);

- щитки лицьові термостійкі з металізованим покриттям (тип ЩТ-1, ЩТ-2);

- захисні каски з теплоізоляційною підшивкою, що відповідають ДСТУ EN 397:2017.

- Каски повинні бути оснащені ременем для фіксації та забезпечувати захист від падаючих предметів, іскор та бризок металу.

У доменному цеху рівень шуму часто перевищує 100 дБ, що є небезпечним для слуху. Для його зниження використовують:

- вкладиші (беруші) з шумопоглинальних матеріалів;

- протишумові навушники типу СОМ-32, СОМ-38;

- у зонах з високим рівнем шуму — комбіновані навушники з герметичними амбушурами.

Використання засобів захисту слуху обов’язкове при роботі біля дуттьових машин, компресорів та на ділянках транспортування матеріалів.

Для захисту від механічних пошкоджень, опіків та порізів працівники забезпечуються:

- крагами зі спилку або азбесту — при роботі з розплавленим металом;

- рукавицями комбінованими — для монтажних і транспортних робіт;

- рукавичками з термостійких тканин — при роботі біля гарячих поверхонь.

Рукавиці повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 407:2018 щодо захисту від високих температур.

Для захисту шкіри від дії пилу, хімічних речовин і високих температур застосовуються:

- захисні креми типу «Силікон-1» або «Бар’єр», які утворюють плівку на шкірі рук;

- захисні мазі після роботи для відновлення шкірного покриву;

- спецодяг із вентиляційними вставками для зниження теплового навантаження.

Кожен працівник доменного цеху повинен бути ознайомлений з інструкцією з використання засобів індивідуального захисту, проходити навчання та перевірку знань щодо правил їх застосування.

Видача, облік і зберігання ЗІЗ здійснюються згідно з Наказом Держгірпромнагляду №53 від 24.03.2008 р.

Зношені або пошкоджені ЗІЗ підлягають негайній заміні. На підприємстві повинна діяти служба охорони праці, яка здійснює контроль за правильністю використання засобів захисту та їх технічним станом.

3.2.2 Санітарно-побутові приміщення і пристрої

У доменному цеху №1 умови праці характеризуються високими температурами, запиленістю, наявністю газових викидів і значним фізичним навантаженням працівників. Тому забезпечення працівників належними санітарно-побутовими приміщеннями та пристроями є важливим елементом системи охорони праці й профілактики професійних захворювань.

Вимоги до складу, площі й обладнання санітарно-побутових приміщень регламентуються ДБН В.2.2-28:2018 “Будинки і споруди. Підприємства. Санітарно-побутові вимоги”, ДСанПіН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”, а також НПАОП 0.00-1.28-10 “Правила охорони праці в металургійній промисловості”.

Санітарно-побутові приміщення цеху включають:

Гардеробні приміщення — для зберігання спецодягу та особистого одягу окремо. Гардеробні обладнані двосекційними шафами (для чистого та забрудненого одягу), лавами, сушильними пристроями і вентиляцією. Температура повітря підтримується в межах 18–22 °С.

При кількості працівників понад 100 осіб передбачаються душові блоки, безпосередньо сполучені з гардеробною, що відповідає вимогам п. 6.13 ДБН В.2.2-28:2018.

Душові установки — розміщуються біля виходів із гарячих дільниць і розраховуються з нормою 1 душова сітка на 5 працівників, які одночасно завершують зміну.

Вода подається гаряча (t = 37–40 °C) і холодна (t = 15–20 °C). Встановлені змішувачі дозволяють регулювати температуру потоку. Душові обладнані антиковзким покриттям підлоги та вентиляцією з кратністю повітрообміну не менше 5 разів/год.

Умивальні та санітарні вузли — розташовані поблизу робочих місць і гардеробних. Кількість умивальників приймається з розрахунку 1 кран на 10 осіб у найбільш численній зміні. Умивальні забезпечуються милом, рушниками та сушарками для рук.

Туалети (вбиральні) — розміщуються у безпосередній близькості до робочих зон (не далі 75 м). Кількість унітазів — не менше 1 на 15 чоловіків і 1 на 10 жінок у зміні. Приміщення мають примусову витяжну вентиляцію, водяне змивання та санітарну обробку згідно з ДСанПіН 145-2007.

Питні установки — у робочих зонах встановлюються пункти забезпечення питною водою, обладнані фонтанчиками або бачками з охолодженою водою. Вода повинна відповідати вимогам ДСТУ 7525:2014 “Вода питна. Гігієнічні вимоги”.

У гарячих цехах рекомендується забезпечення працівників спеціальними напоями (підсоленою або мінералізованою водою) для компенсації втрати рідини.

Медпункт — розташовується у межах виробничої дільниці та забезпечується аптечкою, засобами долікарської допомоги, носилками, перев’язувальними матеріалами. Персонал проходить інструктаж із надання першої медичної допомоги при опіках, ураженні газом або електрострумом.

Кімнати відпочинку та приймання їжі — облаштовані кондиціонерами, холодильниками, столами, мийками та мікрохвильовими печами. Площа приміщення розраховується не менше 0,5 м² на одного працівника зміни. У гарячих цехах кімнати відпочинку мають охолоджене повітря з температурою 18–20 °С.

Пункти обігріву — у холодний період року для робітників, які виконують роботи на відкритому повітрі, передбачені утеплені приміщення з електрообігрівом і місцями для короткочасного відпочинку.

Пральня або пункт прийому спецодягу — організовується централізовано для прання, сушіння та ремонту спецодягу. Забороняється винесення забрудненого спецодягу за межі підприємства.

Додаткові санітарно-гігієнічні заходи:

- щоденне вологе прибирання побутових приміщень з використанням дезінфікуючих засобів;

- регулярна перевірка вентиляційних систем та освітлення;

- обладнання приміщень системами протипожежного захисту (вогнегасники, пожежні крани, сигналізація);

- санітарна обробка спецодягу працівників, які мають контакт із пилом і газами;

- забезпечення доступності побутових приміщень для всіх категорій персоналу, включаючи жінок і працівників з обмеженими можливостями.

Організація санітарно-побутових приміщень сприяє зниженню впливу шкідливих виробничих факторів, підвищенню працездатності та збереженню здоров’я працівників доменного цеху. Дотримання встановлених норм створює комфортні умови праці й позитивно впливає на виробничу дисципліну та якість виконання технологічних операцій.

3.3 Пожежна профілактика

Доменне виробництво належить до об’єктів підвищеної пожежної небезпеки через наявність відкритих джерел високих температур, використання горючих матеріалів та наявність пилоповітряних сумішей. Основними потенційними осередками займання є повітронагрівачі, фурмені прилади, газопроводи доменного газу, склади вуглецевмісних матеріалів (коксу, пилу), кабельні траси та електрообладнання.

До основних причин виникнення пожеж у доменному цеху належать:

- порушення герметичності газопроводів і витік доменного газу;
- перегрів елементів металоконструкцій і футеровки;
- коротке замикання електропроводки;
- іскроутворення під час ремонтних і зварювальних робіт;
- накопичення горючого пилу у важкодоступних місцях.

З метою запобігання виникненню пожеж на підприємстві впроваджено комплекс профілактичних заходів, які включають:

- регулярну перевірку справності газопроводів, арматури та запірних пристроїв;
- обов’язкове очищення приміщень від пилу, мастильних матеріалів і відходів;
- контроль температурного режиму технологічних процесів;
- обладнання електроустановок автоматичними вимикачами і плавкими запобіжниками;
- забезпечення цеху системою автоматичної пожежної сигналізації та оповіщення персоналу;
- створення пожежних розривів між будівлями і технологічними установками.

Для гасіння можливих осередків загоряння у доменному цеху №1 передбачені:

- стаціонарні установки водяного та пінного пожежогасіння;

- внутрішні пожежні крани з рукавами і стволами;

- переносні вогнегасники (порошкові та вуглекислотні);

- пожежні щити, укомплектовані лопатами, баграми, відрами, бочками з піском;

- під'їзди та підходи до джерел водопостачання (гідрантів) з вільним доступом для пожежних машин.

Велика увага приділяється навчанню персоналу. Працівники доменного цеху проходять інструктаж з пожежної безпеки при прийнятті на роботу та періодичне повторне навчання. На робочих місцях розміщуються плани евакуації, а також плакати з правилами поведінки при пожежі.

Під час проведення зварювальних, газорізальних або ремонтних робіт видаються наряди-допуски, якими визначаються відповідальні особи, заходи з очищення території від горючих матеріалів, наявність засобів пожежогасіння та контроль після закінчення робіт.

Для забезпечення пожежної безпеки в доменному цеху №1 розроблено план локалізації і ліквідації аварійних ситуацій (ПЛАС), у якому визначено дії персоналу при виникненні пожежі, схему евакуації, розташування вогнегасників і джерел води.

Своєчасне виконання профілактичних заходів, технічне обслуговування обладнання та відповідальне ставлення персоналу є запорукою попередження пожеж і забезпечення безпечної експлуатації доменного виробництва.

ВИСНОВКИ

Основними проблемами у конструкції та роботі приводної станції вертикального двострічкового підйомника цегли є використання відкритої зубчастої передачі, в якій через потрапляння абразивних частинок із навколишнього середовища відбувається передчасний знос і поломка зубів. Крім того, ремінна передача схильна до розтягування під час експлуатації, що спричиняє прослизання та втрату ефективності передавання руху. Циліндричний редуктор, який застосовано у прототипі, має обмежене передавальне відношення та низький крутний момент, незважаючи на значні габаритні розміри.

Після детального аналізу недоліків існуючої конструкції пропонується повністю відмовитися від відкритої зубчастої та ремінної передач у приводі. Замість циліндричного двоступінчастого редуктора доцільно застосувати планетарно-циліндричний редуктор, який забезпечує кращі експлуатаційні характеристики, підвищену надійність та компактність конструкції.

Реалізація запропонованих змін дозволить збільшити міжремонтний інтервал роботи підйомника, зменшити витрати на технічне обслуговування та ремонт. Нова конструкція привода є більш надійною, оскільки усуває проблему прослизання ременів і необхідність постійного регулювання натягу.

Планетарний редуктор має підвищений коефіцієнт передавання та здатен створювати великі крутні моменти при менших габаритах, що робить його більш ефективним і довговічним у роботі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Каталог «Криворіжсталь» - 70 років - 70 кроків у майбутнє; 2004рік - 15с.
2. Офіційний сайт ПАТ «АМКР» https://ukraine.arcelormittal.com/
3. Сировинні матеріали та їх підготовка до металургійних процесів: підручник / С.А. Воденніков, С.О. Гаврилко, В.М. Очинський та ін., за редакцією професора Червоного І.Ф.; Запорізька державна інженерна академія. Запоріжжя: ЗДІА, 2013. – 408 с.
4. ПБМ-ПП-150/200.00.000 ТО Технічна характеристика та інструкція з експлуатації . 1981. -31с.
5. Технічне обслуговування металургійного обладнання / Жук А.Я., Малишев Г.П., Желябіна Н.К., Таратута К.В. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2017. — 288 с.
6. Історія гірництва: Підручник / Гайко Г. І., Білецький В. С. — Київ-Алчевськ: Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», видавництво «ЛАДО» ДонДТУ, 2013.— 542 с.
7. а.с №1590763/Зубчатая передача Украина. В. Л. Басинюк. -№4616318/25-28; Заявлено 9.11.88; Опубл.7.09.90. Бюл. №33. https://patenton.ru/patent/SU1590763A1?ysclid=ml2o0nurlc482161904
8. а.с №1578394/Зубчатая передача, Украина. Ю.М.Ермаков и др.-№4384311/25-28; Заявлено 19.01.88; Опуб.15.07.90. Бюл. №26. https://patents.google.com/patent/SU1567838A1/ru
9. В.П. Танай, М.І. Гармаш та ін.. Довідник практичного механіка, - Кривий Ріг, 2001, - 328с.
10. Зінченко В.І., Мамаєв Л.М., Постольник Ю.С., Основи інженерної механіки: Навч. посібник. –Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004. – 444с.
11. Монтаж металургійного обладнання: Навчальний посіб. / Жук А.Я., Малишев Г.П., Желябіна Н.К., Таратута К.В. — К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. - 330 с.

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

Я, *Мушик Всеволод Андрійович* , підтримую політику Державного університету економіки і технологій з академічної доброчесності і відкритого доступу.

Засвідчую, що кваліфікаційна робота магістра «*Механічне обладнання Доменного цеху №1 Департаменту з виробництва чавуну та сталі ПАТ «Арселор-Міттал Кривий Ріг». Модернізація приводу вертикального двухстрічкового підйомника цегли*» виконана самостійно та не містить академічного плагіату. Я не надавав і не одержував недозволену 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. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення норм академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

Також я поінформований, 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.

15.01.2026 _____ В.М. Мушик
(ініціали, прізвище, власноруч)