

Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні ЗНУ

(повна назва факультету)

Кафедра металургійного обладнання

(повна назва кафедри)

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему «Модернізація приводної пари сушильного барабана установки зневоднення шихтових матеріалів в умовах феросплавного цеху АТ «Запорізький завод феросплавів»»

Виконав: студент групи 6.1331-с

Скорік Віталій Вікторович

(ПІБ)

(підпис)

спеціальності 133 Галузеве машинобудування»

(шифр і повна назва)

спеціалізація

(шифр і повна назва)

освітньо-професійна програма

133.00.12 Металургійне обладнання

(шифр і повна назва)

Керівник Шевченко І.А.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Н.контроль Васильченко Т.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Запоріжжя – 2024 року

Запорізький національний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет Інженерний навчально-науковий інститут ім.Ю.М. Потебні

Кафедра Металургійного обладнання

Рівень вищої освіти бакалавр
(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
(шифр і повна назва)

Спеціалізація _____
(шифр і повна назва)

Освітньо-професійна програма 133.00.12 Металургійне обладнання
(шифр і повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри А.О.Власов

“  _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я ДО ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Скорік Віталій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Модернізація приводної пари сушильного барабана установки зневоднення шихтових матеріалів в умовах феросплавного цеху АТ «Запорізький завод феросплавів»

керівник роботи Шевченко І.А., к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 26.10.2023
№ 2215-С

2. Термін подання студентом роботи 11.06.24

3. Вихідні дані до роботи: Об'єкт розробки – установка для зневоднення шихтових матеріалів; ширина сторони випускного отвору бункеру $a = 0,4$ м; об'ємна маса марганцевої руди $\gamma = 2600$ кг/м³; висота стовпа матеріалу у бункері - $h_0 = 2,7$ м; ширина лотка $B = 0,5$ м; довжина лотка $L = 1,12$ м; довжина сушильного барабану $3,6$ м; діаметр барабана 1 м; час сушіння 10 хв.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Загальна частина; 2. Спеціальна частина; 3. Експлуатаційна частина;

4. Охорона праці та техногенна безпека; Висновки; Список використаних джерел.





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

Лист 1 – План цеху з виробництва феромарганцю; Лист 2 – Установка зневоднення шихти.

Лист 3 - Установка живильника КТ-5; Лист 4 - Бункер; Лист 5 – Корпус барабана; Лист 6 -

Деталювання (сектор зубчастого вінця, шестерня); Лист 7 - Відсмоктування димових газів.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підп.
		завдання видав
1	Шевченко І.А., доцент	
2	Шевченко І.А., доцент	
3	Шевченко І.А., доцент	
4	Шевченко І.А., доцент	

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Збір матеріалу для роботи	13.05.2024-20.05.2024
2	Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдань кваліфікаційної роботи	21.05.2023-27.05.2024
3	Виконання теоретичної частини роботи	26.05.2024-29.05.2024
4	Виконання графічної частини роботи	30.05.2024-05.06.2024
5	Написання та оформлення пояснювальної записки	06.06.2024-10.06.2024
6	Перевірка кваліфікаційної роботи консультантом	11.06.2024-13.06.2024
7	Попередній захист	14.06.2024
8	Оформлення кваліфікаційної роботи	Згідно з графіком
9	Захист проекту у ДЕК	Згідно з графіком

Студент


(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Шевченко І.А.
(прізвище та ініціал)

АНОТАЦІЯ

Скорік В.В. Модернізація приводної пари сушильного барабана установки зневоднення шихтових матеріалів в умовах феросплавного цеху АТ «Запорізький завод феросплавів».

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавра за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування, науковий керівник І.А. Шевченко. Інженерний навчально-науковий інститут запорізького національного університету ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, кафедра «Металургійне обладнання», 2024.

В роботі запропонований варіант модернізації приводної відкритої евольвентної зубчастої пари, що дозволяє зменшити позапланові простой установки та збільшити термін служби зубчастої пари в 3...4 рази.

Ключові слова: УСТАНОВКА, ВСТАНОВЛЕННЯ, СУШИЛЬНИЙ БАРАБАН, БАНДАЖ, ПРИВІД, СЕКТОР, РОЛИК, ПЕРЕДАЧА, МЕХАНІЗМ.

ABSTRACT

Skorik V.V. Modernization of the drive pair of the drying drum of the batch materials dehydration plant in the conditions of the ferroalloy shop of JSC "Zaporizhsky Ferroalloy Plant".

Qualifying thesis for obtaining a bachelor's degree in the specialty 133 - Industrial mechanical engineering, scientific supervisor I.A. Shevchenko. Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhzhia National University named after Y.M. Potebny ZNU, department "Metallurgical equipment", 2024.

In the work, a variant of the modernization of the driven open involute gear pair is proposed, which allows to reduce unplanned downtime and increase the service life of the gear pair by 3...4 times.

Keywords: INSTALLATION, INSTALLATION, DRYING DRUM, BANDAGE, DRIVE, SECTOR, ROLLER, TRANSMISSION, MECHANISM.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	6
ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	9
1.1 Коротка характеристика підприємства	9
1.2 Вантажопотоки феросплавного цеху	9
1.3 Характеристика механічного устаткування цеху	12
1.3.1 Загальні відомості	12
1.3.2 Підйомно-транспортне та транспортуєчне обладнання	12
1.3.3 Устаткування для підготовки шихти	14
1.3.4 Плавильне обладнання	17
1.3.5 Обладнання для розливання металу	19
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	24
2.1 Опис установки зневоднення шихтових матеріалів	23
2.2 Огляд та аналіз механічного обладнання установки зневоднення шихти	26
2.3 Обґрунтування шляхів вирішення модернізації приводної пари сушильного барабана	32
2.4 Розрахунок бункера	33
2.5 Розрахунок живильника	37
2.6 Розрахунок приводу сушильного барабана	38
2.7 Розрахунок відкритої зубчастої передачі	44
3 ЕКАСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА	54
3.1 Технологія монтажу установки зневоднення шихти	54
3.2 Експлуатація та ремонт установки зневоднення шихти	55
3.3 Розрахунок параметрів монтажу установки зневоднення шихти ..	60
3.3.1 Вихідні дані	60
3.3.2 Розрахунок фундаменту	60
3.3.3 Розрахунок фундаментальних анкерних болтів	61
3.3.4 Розрахунок площі основи прокладок	62

3.3.5 Такелажні роботи	63
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА ЕЗПЕКА	67
4.1 Характеристика ступеня безпеки обраних технологічних процесів, рівня їхньої механізації та автоматизації	67
4.2 Аналіз потенційних небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища	68
4.3 Технічні рішення щодо виробничої санітарії	70
4.4 Заходи з техніки безпеки	71
4.5 Рішення щодо захисту навколишнього середовища	72
ВИСНОВКИ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77
СПИСОК ВИКОНАНИХ КРЕСЛЕНЬ	80
ДОДАТКИ	81

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

u	передаточне відношення
γ	об'ємна маса марганцевої руди
Z	кількість зубів
V	об'єм бункера
g	прискорення вільного падіння
P_r	середній тиск на горизонтальний затвор бункера
k_H	коефіцієнт надійності
Π	продуктивність живильника
B	ширина лотка
L	довжина лотка
n	частота обертання кривошипа
S	хід лотка
T	навантаження на лоток
f_0	коефіцієнт тертя
η	к.п.д. приводу
n_δ	частота обертання барабана
T_I	обертаючий момент
σ_{Hlim}	базова межа контактної витривалості поверхонь зубів
S_H	коефіцієнт безпеки
K_{HL}	коефіцієнт циклічної довговічності
σ_{Flime}	межа витривалості зубів при згинанні
Ψ_{sd}	коефіцієнт ширини шестерні
$[\sigma_{H1}]$	допустима контактна напруга для шестерні
m	модуль зубчастих коліс
F_t	окружна сила
Y_F	коефіцієнт форми зуба
Q_δ	зусилля затягування болта

ВСТУП

Особливістю виробництва металів є великий обсяг підготовчих робіт, пов'язаних з тим, що вміст корисних компонентів у руді, що видобувається, становить від часток відсотків до декількох відсотків. Процеси збагачення за своїм цільовим призначенням можуть бути поділені на підготовчі, основні та допоміжні. До підготовчих відносяться процеси дроблення, подрібнення, гуркотіння та класифікації; до основних - процеси власного збагачення за рахунок флотаційних, гравітаційних, магнітних та електричних властивостей мінералів; до допоміжних – процеси, що сприяють підвищенню ефективності основного виробництва (знепилення, видалення шлаку) та подальшої переробки отриманих продуктів (зневоднення, сушіння).

У металургії існує велика різноманітність сушарок, що класифікують за конструктивними та технологічними принципами. Найбільшого поширення набули установки зневоднення барабанного типу і з киплячим оливою. Такі установки зневоднення шихтових матеріалів вважаються компактними, високою продуктивністю та простотою конструкцій. Однак вони мають значні недоліки: неможливість транспортування стрічкою шихти стрічковим живильником, посилень з неї колеса живильника, зношування приводного цівкового колеса і опорних бандажів сушильного барабана, що, крім не задовільного терміну служби деталей, негативно відбивається на надійності всієї установки в цілому. Ці недоліки стосуються і устаткування для зневоднення шихтових матеріалів, яке встановлене в цеху виробництва феромарганцю ВАТ Запорізький завод феросплавів.

Основними недоліками відомих конструкцій є недостатня надійність приводу сушильного барабана, а зокрема - відкритої опори цівки. Заміна приводної шестерні та вінця на зубчасту дасть можливість підвищити продуктивність установки, полегшення монтажу внаслідок двосекторної конструкції зубчастого вінця.

Об'єкт проектування - установка для зневоднення шихтових матеріалів.

Мета роботи – підвищення надійності роботи та експлуатаційних показників встановлення зневоднення шихтових матеріалів шляхом модернізації конструкції приводної відкритої евольвентної зубчастої пари, що дозволить збільшити термін служби зубчастої пари в 3...4 рази.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра містить 79 сторінок тексту, 22 рисунків, 9 таблиць, 17 додатків. Бібліографічний список містить 26 найменування використаних літературних джерел.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Коротка характеристика підприємства

АТ Запорізький завод феросплавів є виробником металевого марганцю, феросиліцію, феромарганцю та інших сплавів заліза з марганцевими компонентами, які надалі використовуються для виплавки сталей та сплавів на інших підприємствах [1,2].

Основними цехами підприємства є плавильні цехи №1, №2, №3, №4. Кожен із яких самостійна одиниця підприємства не залежить від інших і займається виправкою встановлених феросплавів.

Вантажопотоки на заводі здійснюються за допомогою залізничного цеху та частково з господарсько-тракторного цеху, також на підприємстві існують ремонтні цехи та лабораторії хімічного аналізу металу.

Сировина для виплавки феросплавів в основному є марганцева руда, кварцит, кокс, металева стружка, вапно та перероблені на шлакових відвалах підприємства марганцю, що містять шлаки.

У перспективі розвитку підприємства планується збільшити обсяги виробництва та якість феросплавів, у технічному плані закінчити реконструкцію газоочищення плавильного цеху № 2, виконати в повному обсязі реконструкцію плавильного цеху № 3 з виробництва феромарганцю, закінчити будівництво хімічної лабораторії та котельні підприємства.

1.2 Вантажопотоки феросплавного цеху

Вантажопотоки цеху досить різноманітні, як видно з рисунка 1.1 основними транспортуючими машинами є електромостові крани, стрічкові живильники та візки.

Подача сировини в цех здійснюється залізничним та рідко автомобільним транспортом у шихтовий проліт, де здійснюється його

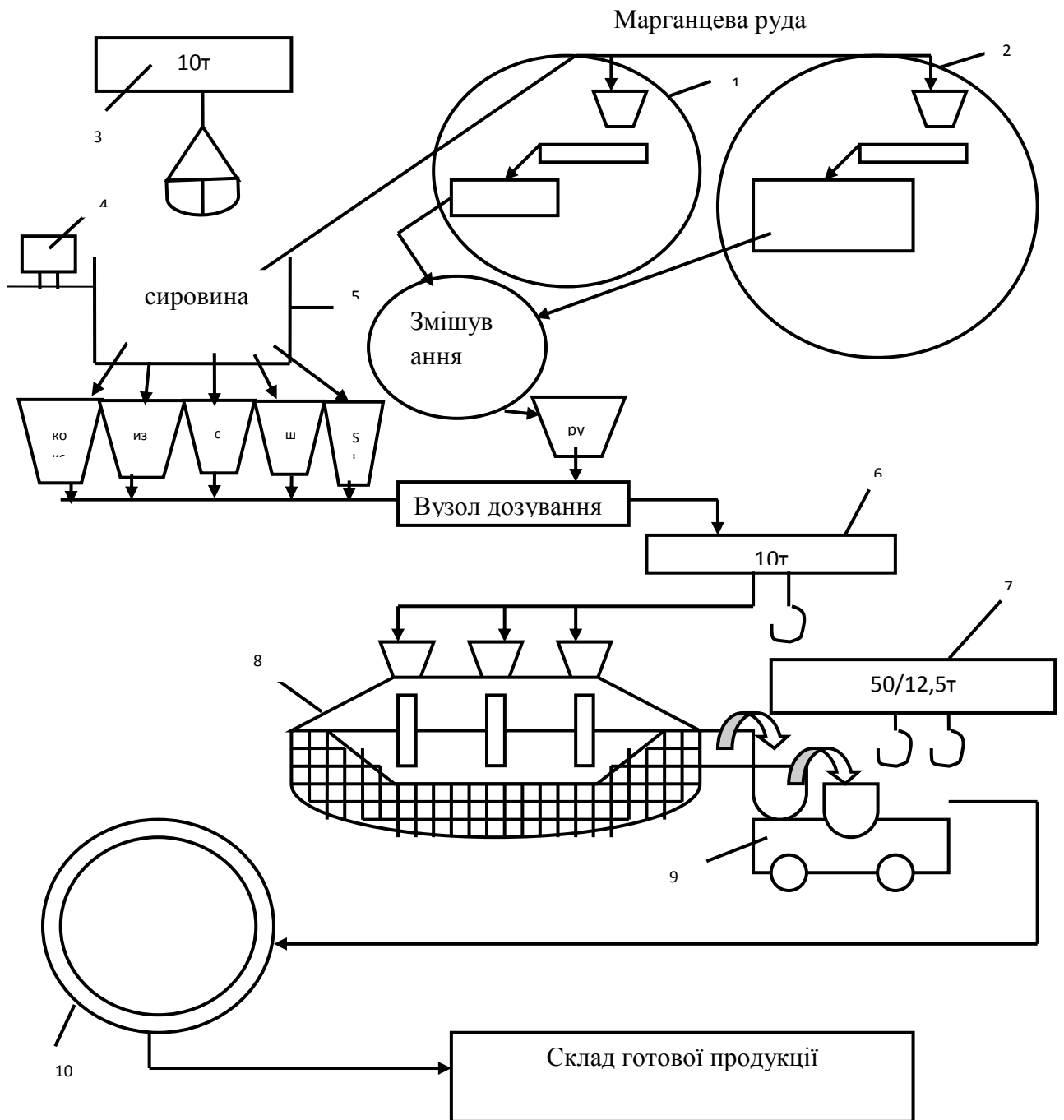
вивантаження грейферними електромостовими кранами у засіки (приямки). Для кожного виду сировини є окремі засіки для його зберігання та запобігання змішуванню.

Підготовка шихти включає сушіння марганцевої руди на установці зневоднення або печі киплячого шару. Після сушіння проводиться змішування різних сортів марганцевої руди та подальшою її подачею в бункери, де після на дозіркових візках проводиться її дозування. Також в окремі бункери подаються вапно, силікомарганець, сталева стружка, подрібнений шлак, що містить марганець, який також дозується як і марганцева руда [4,5].

За допомогою електромостових кранів здійснюється завантаження бункерів печей щодо плавки тривалістю 2 – 2,5 години.

Ферромарганець за хімічним складом повинен відповідати вимогам ГОСТ 4755-80 (таблиця 1.1). Виділяють ферромарганець низько-, середньо-, високовуглецевих марок [15].

Існує традиційна технологія отримання середньовуглецевого ферромарганцю, сутність якої полягає в наступному методі – електрошлакотермічному. Найбільш типовими компонентами шихтівки для виплавки ферромарганцю в залежності від необхідного вмісту фосфору та вуглецю є: марганцевий концентрат (руда) окисний найбільш високої якості використовується в поєднанні з граничним низькофосфористим силікомарганцем; передільний низькофосфористий марганцевий шлак (МФШ або ШМП-78) шихтується спільно з товарним силікомарганцем з регламентованим вмістом фосфору та вуглецю; можлива комбінація МФШ + ШМП - 78 плюс граничний або товарний силікомарганець. Незалежно від використаного складу наведених складів шихтових сумішей у плавку обов'язково вводять основний флюс – свіжообпалене вапно. Кількість вапна коригується в залежності від виду використовуваного марганцевмістовного матеріалу, так щоб основність шлаку у ванні печі була в межах 1,25 - 1,45.



1 – установка зневоднення шихти; 2 - піч киплячого шару;

3 – електромостовий грейферний кран; 4 – ж.д. вагон;

5 – засік; 6 – електромостовий кран;

7 – електромостовий розливний кран; 8 – феросплавна піч;

9 - візок з ковшем; 10 – карусельна розливна машина.

Рисунок 1.1 - Вантажопотоки цеху № 3 з виробництва феромарганцю.

Електричний режим ведення плавки контролюється автоматичною системою управління (АСУ) «Майстер» і полягає в наступному:

- 4; 5 ступінь трансформатора потужністю 7 мВА - це набір навантаження, розплавлення шихти.
- 3; 4 ступінь трансформатора - це проведення відновлювального періоду.
- 2; 3 ступінь трансформатора - прогрів ванни перед випуском.

Виплавка феромарганцю ведеться періодичним процесом і складається з наступних періодів:

- заправка ванни печі;
- завантаження основної кількості відновника (силікомарганця) на подіну;
- заливання рідкого шлаку;
- набір тонового навантаження та завантаження вапна у розрахунковій кількості;
- розплавлення шихти і завантаження відновника, що залишився, в розплав;
- продування (перемішування) ванни стисненим повітрям;
- випуск плавки;

Готовність плавки та випуску визначається по пробі взятої з ванни печі.

На рисунку 1.2 показано технологічну схему виробництва низьковуглецевого низькофосфористого феромарганцю марки ФМn85У0,2.

1.3 Характеристика механічного устаткування цеху

1.3.1 Загальні відомості

Все обладнання цеху можна розділити за такими ознаками:

- підйомно-транспортне обладнання;
- обладнання для підготовки шихти;
- плавильне обладнання;
- обладнання для розливання металу;

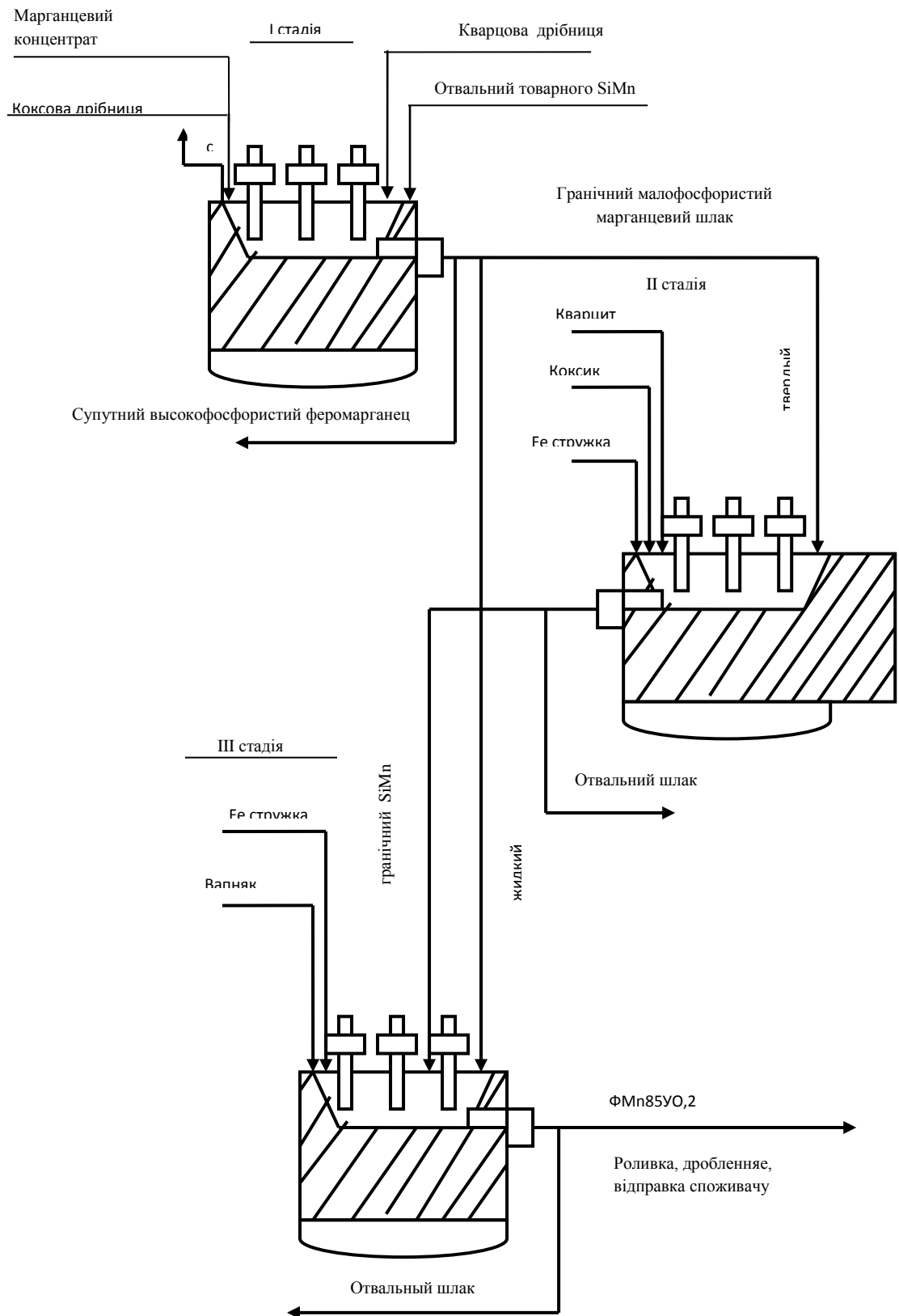


Рисунок 1.2 - Технологічна схема виробництва низьковуглецевого низькофосфористого феромарганцю марки ФМn85У0,2

1.3.2 Підйомно-транспортне та транспортуюче обладнання

До цього виду обладнання електромостові крани, стрічкові живильники та транспортери, силові підйомники шахтних печей випалу вапна, дозувальні візки, характеристики яких у таблиці 1.2.

Особливий практичний інтерес викликає конструкція нестандартного дозувального візка розробленого та виготовленого на підприємстві. Вона призначена для дозування шихтових матеріалів та транспортування цебра з шихтою в зону дії електромостових кранів.

Візок пересувається по надземних рейкових коліях і складається з ходової частини, електромеханічного приводу, зварної рами, механічних ваг та апаратури управління на малюнку 1.3 показаний загальний вигляд та кінематична схема приводу.

Коротка технічна характеристика візка:

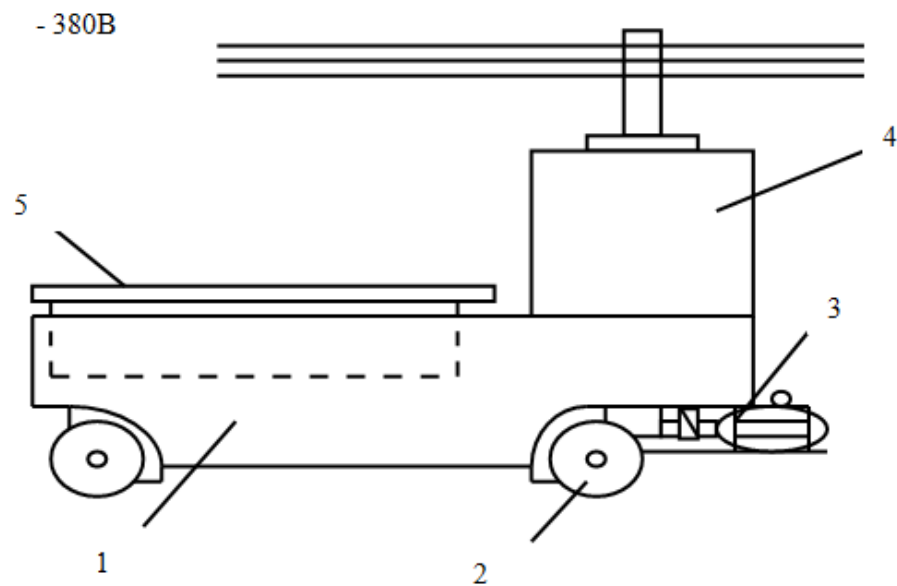
- маса візка, т	3,9
- вантажопідйомність, т	10
- швидкість пересування, м/с	0,5
- тип електродвигуна	АЧРМ-160М8
потужність, кВт	11
частота обертання, хв ⁻¹	710
- тип редуктора	РЧ-160-53
передавальне число	31,5

Інше обладнання стандартне та добре описане в технічній літературі.

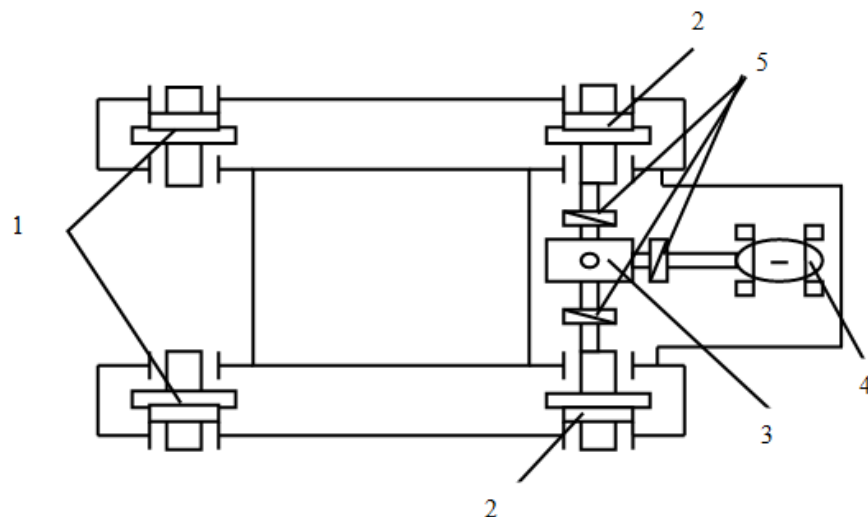
1.3.3 Устаткування для підготовки шихти

До цього виду обладнання відносяться піч для сушіння руди в киплячому шарі, установка зневоднення руди, дробарки, гуркоти, шахтна піч випалення вапна, установка перебирання шлакових відходів, основні характеристики яких наведені в таблиці 1.2. на підприємстві. Її призначення

поділ залишилися після розливу і застигли в ковші шлаку і металу. Установка складається з бункера і встановленого під ним гуркоту, штателя, що коливається, стрічкового транспортера і зварного каркаса. У бункер висипаються ковшові залишки за допомогою гуркотіння вони розбиваються живильником подаються на стрічковий транспортер, де відбувається їх перебирання в ручну.



1 – зварна рама; 2 – ходова частина (одно реборні колеса);
3 – електромеханічний привід; 4 – апаратура управління; 5 – механічні ваги.



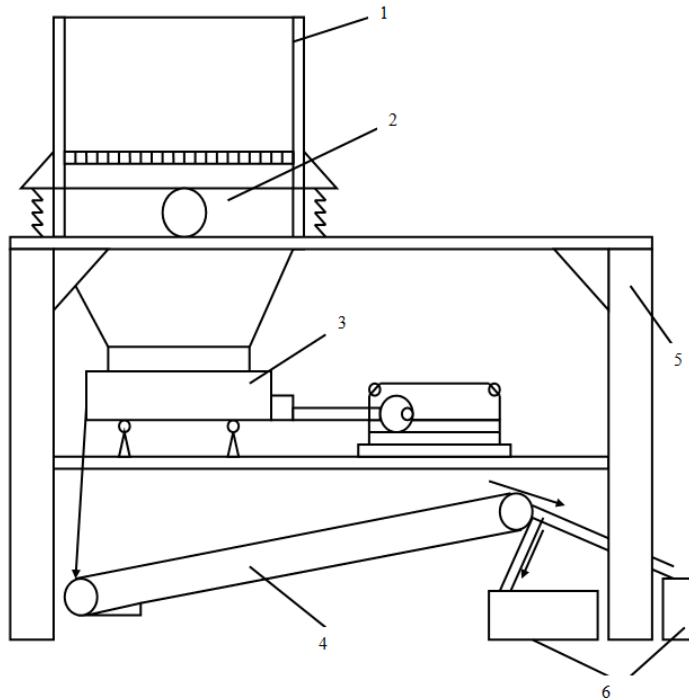
1 – неодружені колеса; 2 – приводні колеса; 3 – черв'ячний редуктор;
4 – електродвигун; 5 – сполучні муфти.

Рисунок 1.3 – а) – загальний вигляд дозувального візка;
б) – кінематична схема приводу.

Коротка технічна характеристика:

- продуктивність, м/год	3
- гуркіт інерційний	ГІЛ32
потужність електродвигуна, кВт	10
частота обертання, хв ⁻¹	1000
- конвеєр стрічковий	
ширина стрічки, м	0,65
довжина, м	4,7
потужність електродвигуна, кВт	5
частота обертання, хв ⁻¹	1000
- Живильник коливається	КТ-5
потужність електродвигуна, кВт	5
частота обертання, хв ⁻¹	1000

Загальний вид установки представлений рисунку 1.4.



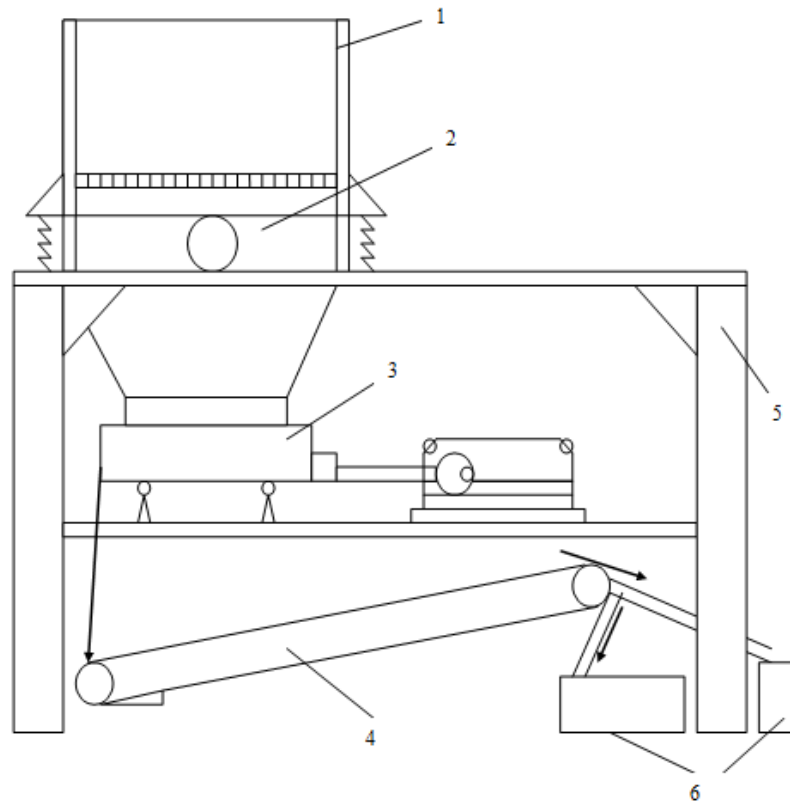
1 - бункер; 2 – гуркіт; 3 - живіт, що коливається; 4 - стрічковий транспортер;
5 - зварний каркас; 6 - короб відповідно під шлак і метал.

Рисунок 1.4 - Загальний вид установки перебирання шлакових відходів.

1.3.4 Плавильне обладнання

До цього виду обладнання належать феросплавні печі, механізми яких розроблені фірмою Маннестан Детач (Німеччина), до складу яких входять:

- механізм переміщення електроутримувача (гідравлічний);
- механізм затиску електрода (гідравлічний);
- механізм нахилу ванни печі (гідравлічний);
- механізм обертання ванни печі;
- візок викочування ванни печі вантажопідйомністю 125т;
- водоохолоджуваний жолоб.

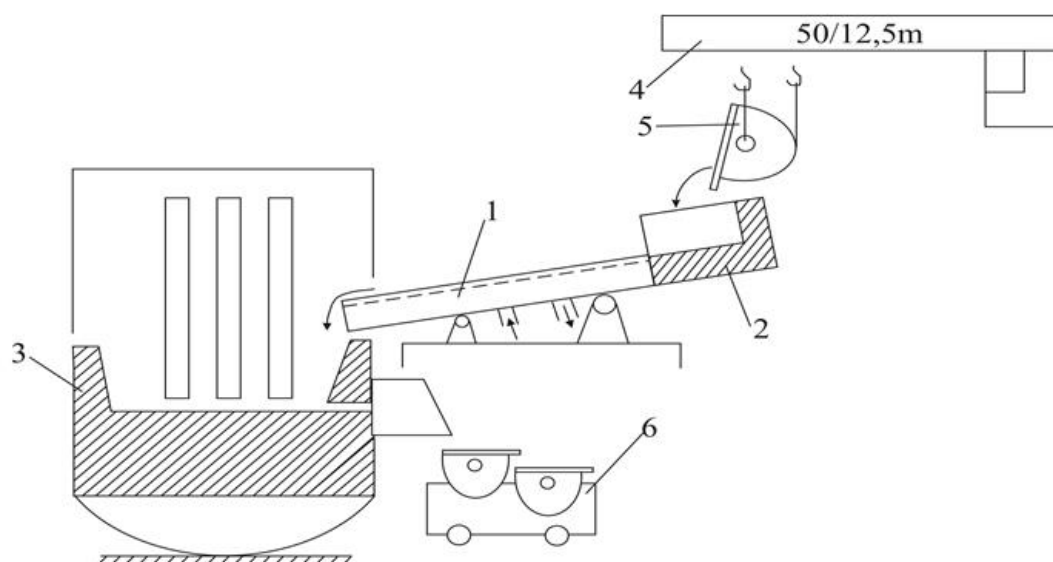


1 – гідроциліндр затиску електрода; 2 – гідроциліндр переміщення електроутримувача; 3 – гідроциліндр нахилу печі; 4 – шахта; 5 – електрод; 6- електроутримувач; 7-ванна печі.

Рисунок 1.5 - Схема гідроприводу печі.

Особливий інтерес викликає система гідроприводу печі, в яку входять механізми переміщення електротримача, затиску електрода, нахилу ванни печі. Управління цими механізмами здійснюється автоматичною системою управління (АСУ «Майстер») розробленою шведською фірмою «АВВ». Схема гідроприводу печі показує рисунок 1.5.

Також інтерес викликає водоохолоджуваний жолоб зварної конструкції, призначений для заливання в піч рідких розплавів. Він складається із зварного жолоба у формі півмісяця та футерованого магнезитовою цеглою копильника як показано на рисунку 1.6.



1 - водоохолоджуваний жолоб; 2 – копильник; 3 – піч;
4 – електромостовий кран; 5 – ківш; 6 – візок із ковшем.

Рисунок 1.6 - Схема установки водоохолоджуваного жолоба.

1.3.5 Обладнання для розливання металу

До цього виду обладнання відносяться розливна машина, камери розливу з виливницями, шлаковози, ковші, візки технологічного посуду.

Особливий практичний інтерес викликає конструкція карусельної розливальної машини розробленої та виготовленої фірмою «Манестан Детаг»

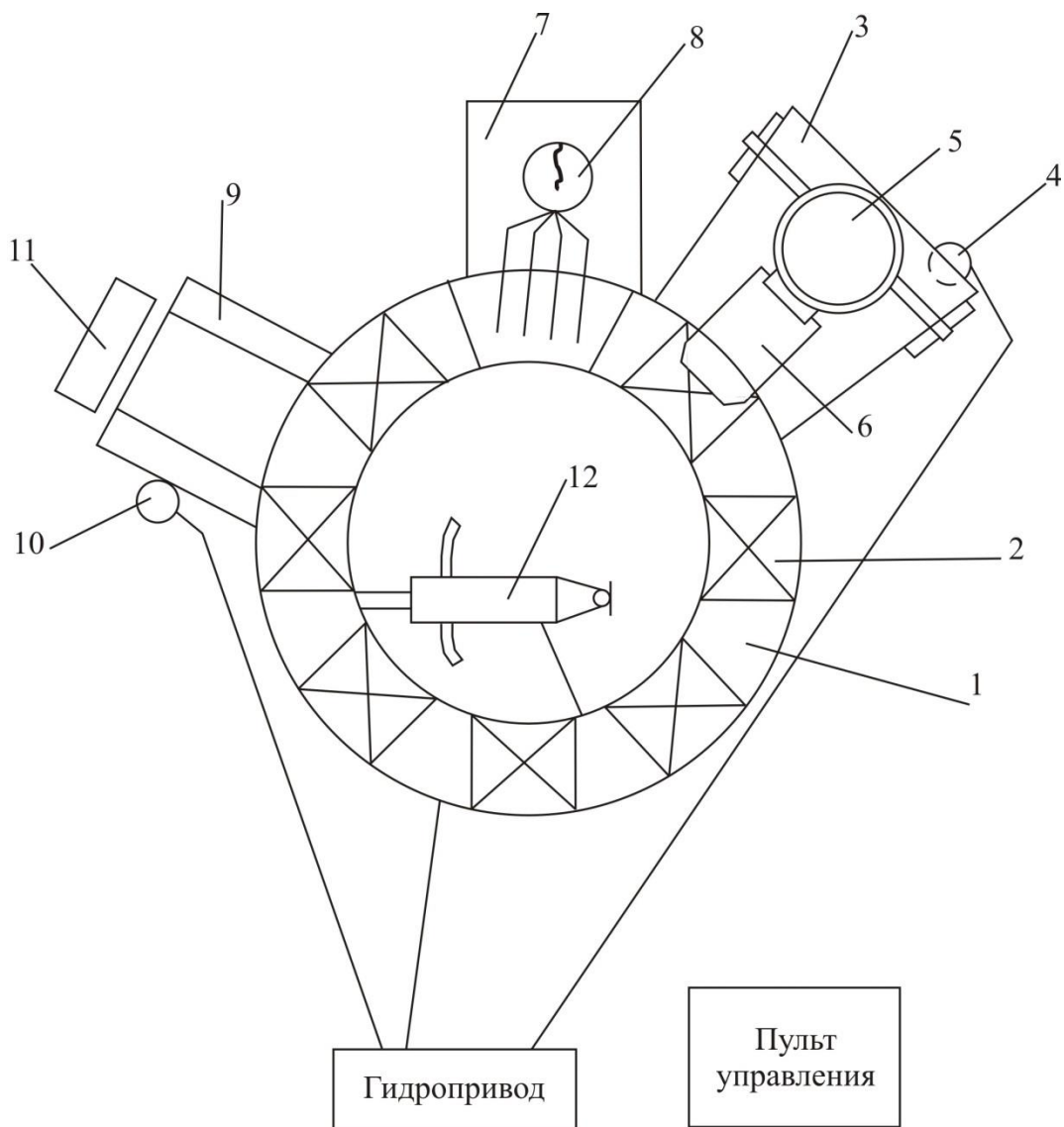
(Німеччина), яка складається з каруселі з виливницями, стенду перекидання ковша, механізму вибивання злитків, пристрою поболі виливниць та пульта управління. Переваги цієї машини полягає в тому, що при порівняно невеликих габаритах є досить висока продуктивність, а також покращуються умови праці робітників.

Коротка технічна характеристика:

- тип машини	карусельна К10, 5/140;
- продуктивність, Т/добу	140;
- загальна потужність приводів, кВт	37;
- діаметр каруселі, м	10,5;
- тип приводу каруселі	гідравлічний.

Схема карусельної розливальної машини показана рисунку 1.7.

Решта обладнання стандартизовано і добре описано в технічній літературі, основні характеристики якого наведені в таблиці 1.2.



1 – карусель; 2 – виливниця; 3 - стенд перекидання ковша;
 4 – гідроциліндр; 5 – ківш; 6 – перехідний жолоб;
 7 – встановлення побілки виливниці; 8 – побілковий бак;
 9 – стенд вибивання злитків; 10 – гідроциліндр;
 11 – короб для металу; 12 – гідроциліндр повороту каруселі.

Рисунок 1.7 - Схема карусельної розливальної машини К10, 5/140.

Таблиця 1.2 – Перелік та характеристика обладнання цеху з виробництва феромарганцю.

Найменування обладнання	Тип	Кількість	Призначення	Основні показники			
				Продуктивність або вантажоемність	Загальна потужність двигунів, кВт	Габаритні розміри, м	Маса, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Мостовий кран	Літейний	4	Підйом, переміщення та опускання вантажів	50/12,5т	149	22x5,9	51,75
2. Мостовий кран	Грейферний	3	Підйом, переміщення та опускання вантажів	10т	118	14x4,2	22,5
3. Мостовий кран	Крюковий	4	Підйом, переміщення та опускання вантажів	10т	62	14x4,8	16,2
4. Мостовий кран	Крюковий	2	Підйом, переміщення та опускання вантажів	10т	29,2	22,5x5,9	24,6
5. Мостовий кран	Крюковий	1	Підйом, переміщення та опускання вантажів	10т	56,9	14x5,9	23,11
6. Мостовий кран	Крюковий	1	Підйом, переміщення та опускання	5т	35,5	16,5x5,5	16,5

			вантажів				
7. Мостовий кран	Грейферний	2	Підйом, переміщення та опускання вантажів	10т	117	26x5,9	36,3
8. Мостовий кран	Крюковий	1	Підйом, переміщення та опускання вантажів	20т	59	14x5,9	20,4
9. Живильник стрічковий	1ПТ-5-00	24	Транспортування сипких матеріалів	46 м ³ /год	1,7	1,7x0,5	0,47
10. Конвеєр	Стационарний стрічковий	5	Транспортування сипких матеріалів	120т/добу	4,5	46x0,6	3
11. Скіповий підйомник	СКП-0,5	6	Завантаження вапняку в піч	1,2т	10	40x0,7	10
12. Віброживильник	ПЭВУ30	2	Регулюється подача шихтових матеріалів	30т	0,5	2,1x0,9	0,38
13. Піч для сушки руди	3 киплячим шаром	1	Сушіння марганцевої руди	20т/час	80	5,0x1,8	7
14. Дробарка шокова	СМД-108	2	Дроблення шихтових матеріалів	22 м ³ /год	45	2x2,1x1,1	8
15. Дробарка шокова	СМД-110	1	Дроблення шихтових матеріалів	75 м ³ /год	75	3x2,5x2,6	21
16. Дробарка шокова	С-11Б	2	Дроблення шихтових матеріалів	25м ³ /год	40	2,5x2,2x2	11
17. Гуркіт інерційний	ГИЛ-32	1	Класифікація вапняку	100т/год	7	4,3x2,8x2,9	4,6

18.Піч випалення вапняку	Шахтна	3	Випалення вапняку	120т/добу	93,2	27x9,2	200
19.Феросплавна піч	FeMn 7мВА	8	Виплавка феросплавів	45т/добу	7мВА	5	150
20. Шлаковоз	V=16м ³	18	Транспортування рідкого розплаву	20т	26,5	8,3x3,4x3,4	49
21. Ківш	V=5м ³	28	Приєм та транспортування рідкого розплаву	35т	-	2,2x3,1	11,95
22. Піч	Вакуум термічна	2	Виробництво азотованих сплавів	6,6 т/добу	600	10-длина, 2,2	20
23.Кульовий млин	ШР-1	4	Подрібнення матеріалів, розмелювання феросплавів	0,3 т/год	5,5	1,3x2,2x1,2	4
24.Живільник коливальний	КТ-5	10	Транспортування шихтових матеріалів	55 м ³ /год	4	2,5x0,9x0,8	0,8
25. Лебідка візка з ковшами	ЛШ-2	8	Переміщення візків із ковшами	3т	7,5	1,4x1,3x0,8	0,98

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Опис установки зневоднення шихтових матеріалів

Установка зневоднення призначена для сушіння марганцевого концентрату (руди), коксової дрібниці. На рисунку 2.1 представлено схему установки, вона складається з бункера (1), лоткового живильника (2), сушильного барабана (3) [3].

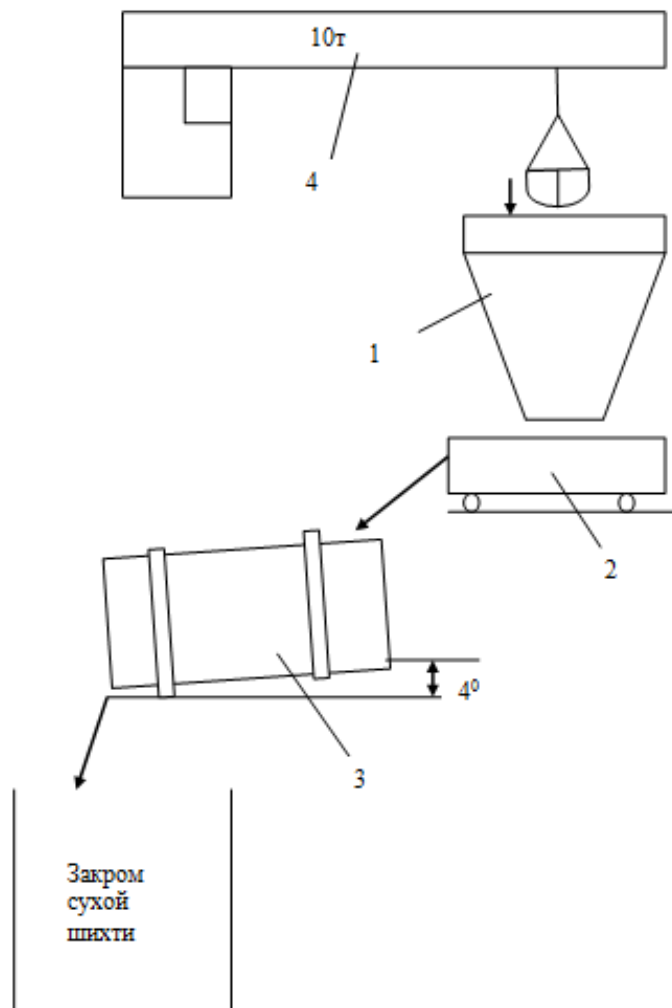
Завантаження сушильного барабана здійснюється через бункер, за допомогою лоткового живильника проводиться рівномірна видача шихтового матеріалу прийомну камеру барабана. Рух матеріалу в барабані здійснюється методом його пересипання по похилій обертової внутрішньої поверхні з кутом нахилу осі барабана 40. Режим роботи сушильного барабана залежить від крупності і вологості матеріалу і ступеня заповнення коливається від 0,15 ... 0,25.

На рисунку 2.2 показана схема сушильного барабана встановлений на бандажах 3, що спираються на ролики 4 встановлені під кутом 300 до вертикалі. Від осевого зсуву бандажа по роликах передбачений горизонтальний упор 8 одного з бандажів. Обертання барабана здійснюється від приводу 7 через відкриту зубчасту передачу шестерню 5 і вінець 6.

Для запобігання виходу газів назовні та від підсмоктування повітря служать ущільнення 9. Барабан виготовлений звареною конструкцією з товщиною стінки 10мм.

Для установки роликів по відношенню до осі барабана і , отже по відношенню до поверхні бандажів підшипникові опори роликів можуть зрушуватися по напрямних горизонтальній площині. Таке зміщення дозволяє виставити корпус барабана як при монтажі, так і при переточенні бандажів через їхнє зношування. Привід барабана забезпечує частоту обертання 4 хв-1 і здійснюється від двигуна змінного струму через двоступінчастий редуктор і

відкритою зубчастою парою. Зубчасте колесо виконане із двох половин для полегшення монтажу.



1 – бункер; 2 – лотковий живильник; 3 – сушильний барабан;
4 – мостовий кран.

Рисунок 2.1 - Схема встановлення зневоднення шихтових матеріалів.

Сушильний барабан виконаний з паралельним (прямоточним) рухом газів, що не викликає пересушування матеріалу. Висушений продукт вивантажується через розвантажувальну камеру 10 у засік сухої шихти.

Новизна розробки полягає в тому, що цівкове зачеплення барабана і приводу замінюється на зубчасте більш надійне в експлуатації.

Коротка технічна характеристика зубчастої пари

- кількість зубів

колеса

$$Z_k = 90$$

шестірні

$$Z_{ш} = 15$$

- модуль зачеплення

$$m = 18$$

- передаточне відношення

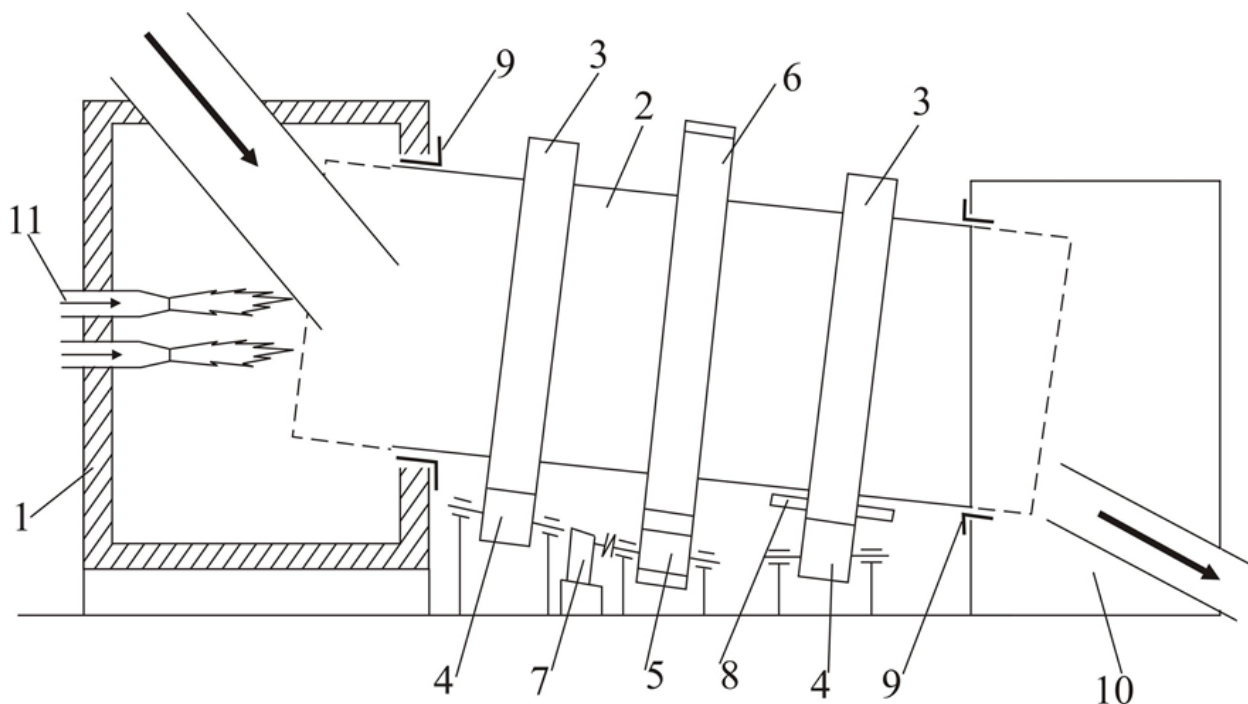
$$u = 6$$

2.2 Огляд та аналіз механічного обладнання установки зневоднення шихти

На основі результатів аналізу технічної та патентної літератури основними недоліками обладнання даної установки є:

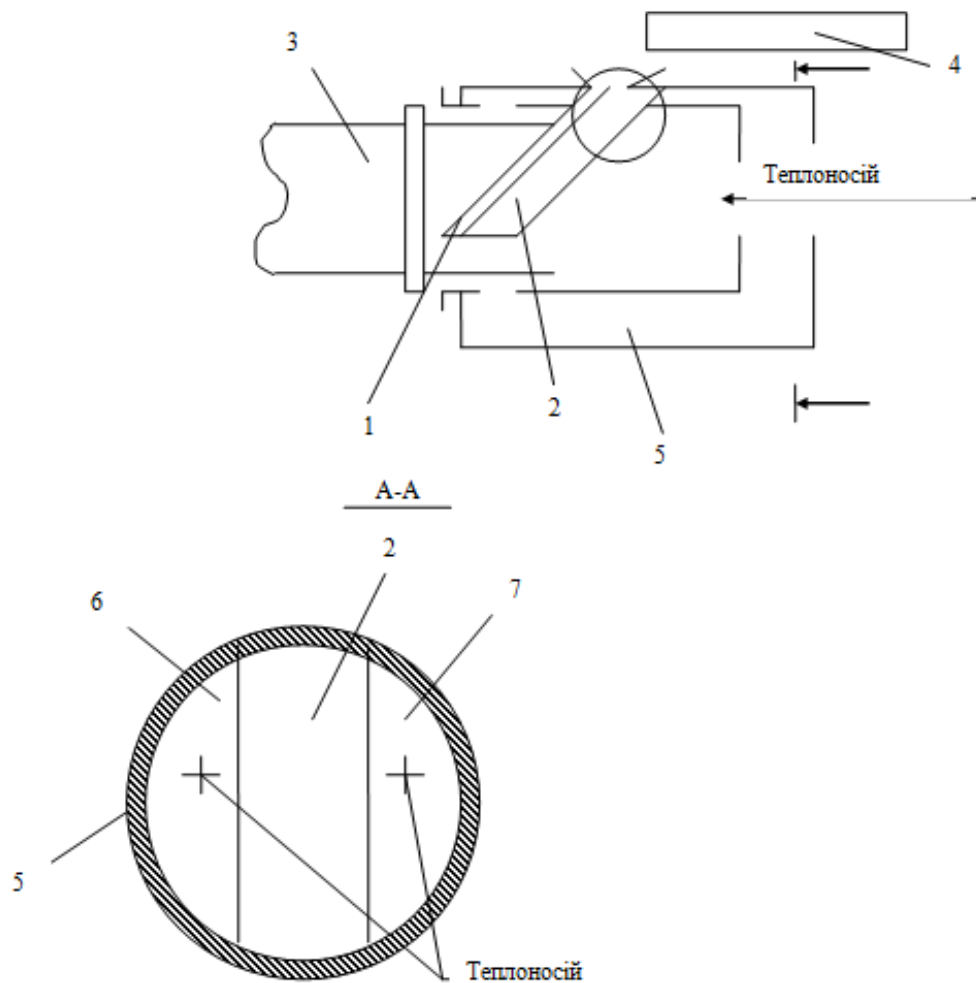
- а) посиленій зношування тічки завантажив сушильного барабана, внаслідок впливу високих температур. З метою підвищення експлуатаційної надійності пропонується постачати тічку напівциліндричним захисним екраном, встановленим від течки на відстані рівній половині її радіусу, який приймає на себе основний тепловий удар, а також досягається оптимальний напір потоку теплоносія на вході і рівномірність розподілу його в поперечному перерізі барабана як показано на малюнку 3. Більш точні відомості про захисний екран наведено в [4,5].
- б) мала ефективність ущільнень між барабаном та камерами завантаження та вивантаження шихти. Мають місце вихід газів і підсмоктування повітря в місцях ущільнень. [12-14] запропоновано ущільнення з прижитим пристроєм.
- в) недостатня надійність опорних, завзятих роликів та бандажів барабана. Конструктивно ролики виконують по-різному. У деяких конструкціях ролики жорстко закріплені на осях, встановлених у підшипниках ковзання і кочення. Для установки роликів по відношенню до осі барабана і, отже, по відношенню до поверхні бандажів підшипникові опори роликів можуть зрушуватися напрямними в горизонтальній площині. Таке усунення

дозволяє виставити корпус барабана як при монтажі, так і при переточенні бандажів через їх знос. Широкого поширення набули роlikоопори на підшипниках кочення та зварні бандажі (4 і 5), що дозволило значною мірою підвищити надійність та знизити витрати на їх утримання та ремонт. Для сприйняття осьових навантажень встановлюють упорні ролики. Їх мають так, щоб вони торкалися бічної поверхні одного з бандажів. Зазвичай опорні ролики роблять конічними, щоб катилися по поверхні бандажа без ковзання. В останніх удосконалених конструкціях схема опор побудована за принципом незмінної паралельності осей опорних роликів та поздовжньої осі печі. Паралельне розташування роликів забезпечує великий термін служби бандажів та роликів за меншої їх ширини. Розробка опорних роликів і опорних пристроїв печей, що обертаються, наведені в [8,9].



- 1 – приймальна камера; 2 – барабан; 3 – бандаж; 4 – ролики;
 5 – шестерня; 6 – вінець; 7 – привід; 8 – завзяті ролики;
 9 – ущільнення; 10 – розвантажувальна камера; 11 – пальники.

Рисунок 2.2 - Схема сушильного барабана.



1 - тічка; 2 - захисний екран; 3 - сушильний барабан; 4 - живильник;
5 - завантажувальна камера; 6,7 - канали для потоку теплоносія.

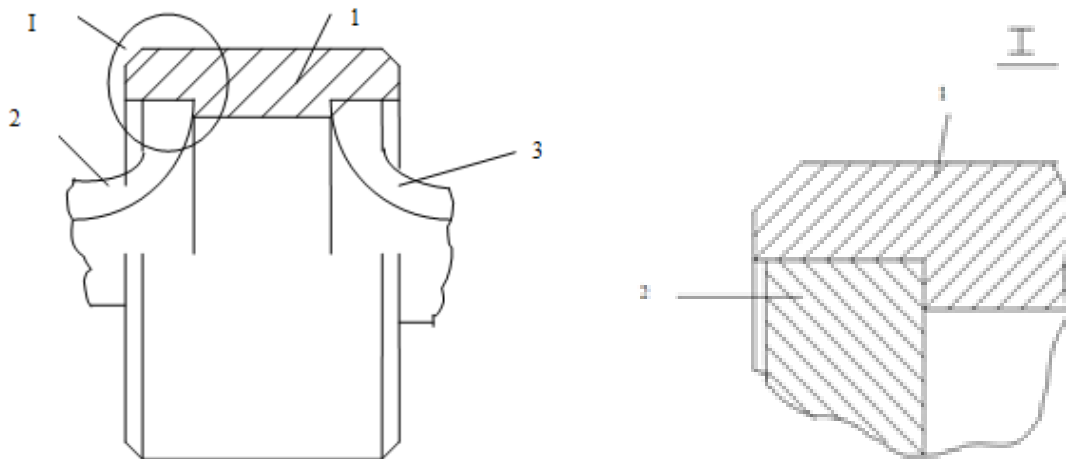
Рисунок 2.3 - Схема встановлення захисного екрану на завантаження сушильного барабана.

Але особливо проблемним вузлом сушильного барабана є його привід, що складається з електродвигуна, редуктора, приводної шестерні цівки і цевочного бандажа недоліками останніх є:

- посилений знос цівок бандажа та їх полотна;
- проблеми виготовлення та монтажу цевочного бандажу;
- зайва паразитна пара, що швидко виходить з ладу;

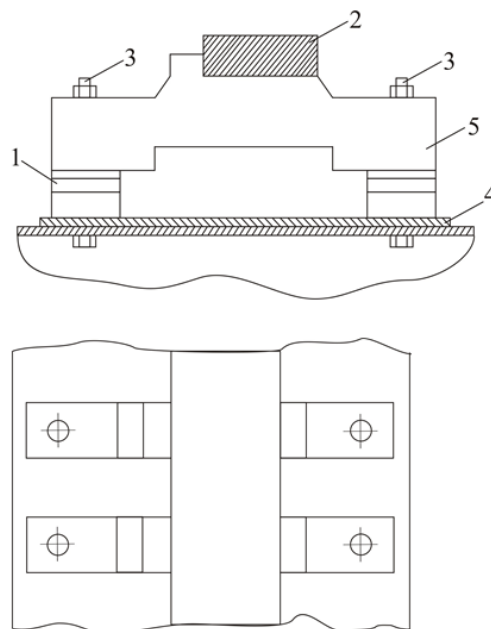
Для забезпечення надійної роботи приводу встановлюють зубчасту пару замість цівкової, що і буде розглянуто далі.

Привід печі зазвичай встановлюють рівному відстані від торців барабана. Він складається з зубчастої пари (вінцева та приводна шестерня), редуктора та електродвигуна. Вінцеві шестерні виготовляють із якісної вуглецевої сталі. Щоб забезпечити довговічність вінцевої шестерні, заміна якої потребує тривалої зупинки, їх роблять із твердішого матеріалу, ніж малі. Вінці великих розмірів виготовляють із кількох секторів.



1 - обід; 2,3 - пустотілі цапфи.

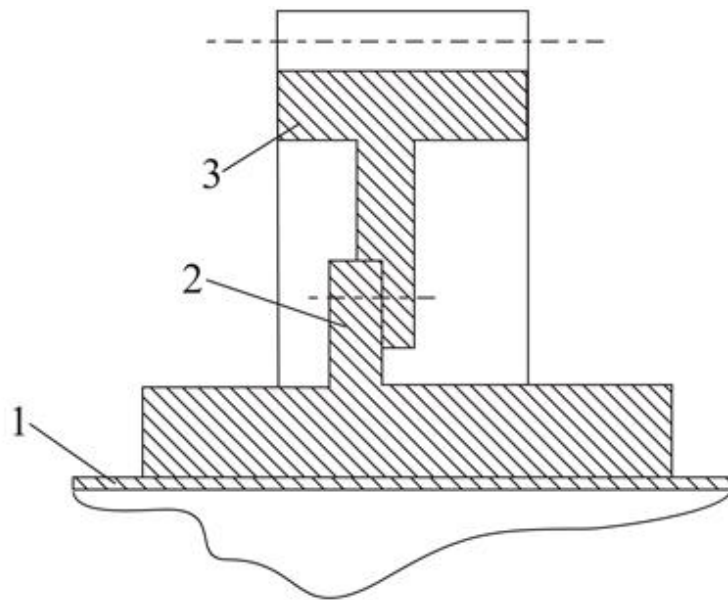
Рисунок 2.4 - Опорний ролик.



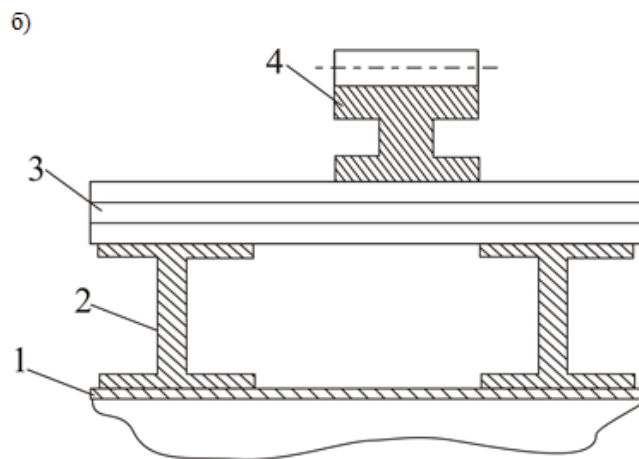
1- регулююча прокладка; 2 – бандаж; 3 – болти;

4 – обичайка; 5 – корпус.

Рисунок 2.5 - Схема кріплення бандажа на кожух барабана.



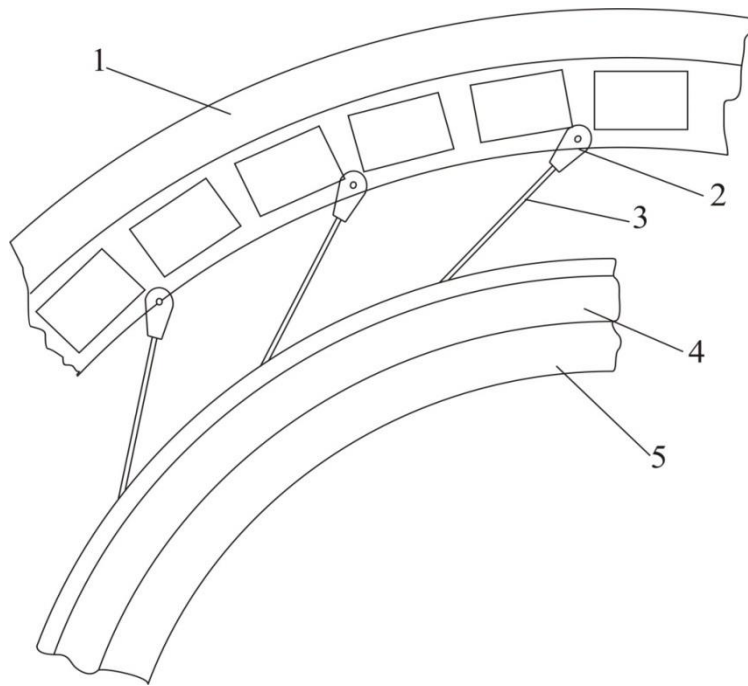
1 – корпус барабана; 2 – ступиця; 3 – зубчатый венец;



б) 1 – корпус барабана; 2 – сталевий сегмент; 3 – поздовжні пружини;
4 – зубчастий вінець.

Рисунок 2.6 - Способи кріплення зубчастого вінця:

а – жорстке кріплення; б - на поздовжніх пружинах.



1 - зубчастий вінець; 2 - шарнір; 3 - плоска пружина;
4 - маточина; 5 - корпус барабана.

Рисунок 2.7 - Схема тангенціального з'єднання зубчастого вінця та барабана.

Відомо два типи кріплення вінцевої шестерні до барабана: жорстке та пружне. Жорстке кріплення (рисунок 2.6) застосовують для установок, температура корпусу яких під час роботи незначно змінюється і, отже, відсутні температурні напруги. Для середніх розмірів сушильних барабанів вінець пружно кріплять на поздовжніх або тангенціальних пластинах. Вінець кріплять до поздовжніх пружин, які у свою чергу жорстко закріплені по краях до сталевих сегментів, приварених до барабана. При тангенціальному з'єднанні (рисунок 2.7) одні кінці сталевих плоских пружин жорстко прикріплені до барабана, інші – шарнірами до вінця. У великих барабанах здійснюється шарнірне з'єднання вінця та барабана за допомогою тяг [16,17] запропоновано кріплення зубчастого вінця до барабана за допомогою ресор.

2.3 Обґрунтування шляхів вирішення модернізації приводної пари сушильного барабана

У сучасних умовах виробництва феросплавів особлива увага приділяється виробництву шихтових матеріалів. Застосування вологих концентратів (руд) як знижує продуктивність електропечей, погіршує їх техніко-економічні показники, а й небезпечно обслуговуючого персоналу, оскільки висока вологість сприяє збільшенню концентрації водню в колошниковому газі. У зимових умовах вологі концентрати можуть змерзатися, що ускладнює завантаження, тому при підготовці до електроплавки їх піддають сушінню в печах киплячого шару КС і установках зневоднення, вологість при цьому знижується до 9%.

При вихідній вологості концентрату 15,4% та роботі установки в оптимальному режимі величина питомої вологознімання становить 800 кг/(м²год). Тому необхідно мати надійні конструкції печей сушіння руди.

В даний час всі конструкції приводів металургійних машин переобладнуються або вже переобладнані на зубчасте зачеплення, що є більш надійним в експлуатації і технологічним, порівняно з цевким, яке вже морально застаріло.

Зубчасте зачеплення має такі переваги: можливість передачі практично будь-яких потужностей, сталість передатного відношення, компактність, надійність і висока втомна довговічність, високий ККД, простота обслуговування.

Стосовно нашої установки заміна приводної шестерні та вінця на зубчасту дасть можливість підвищити продуктивність установки за рахунок скорочення позапланових ремонтів, полегшення монтажу внаслідок двосекторної конструкції зубчастого вінця.

Для проектування лінії та підбору вузлів обладнання необхідно виконати такі розрахунки:

а) Розрахунок бункера;

- б) Розрахунок живильника (продуктивність, опору переміщеного лотка, потужність приводу);
- в) Розрахунок потужності приводу, частоти обертання та крутних моментів барабана;
- г) Розрахунок відкритої зубчастої передачі.

2.4 Розрахунок бункера

2.4.1 Вихідні дані для розрахунку бункера на рисунку 8

- а) Ширина верхньої частини бункера $a = 3\text{ м}$;
- б) Висота верхньої частини бункера $h_2 = 0,5\text{ м}$;
- в) Висота нижньої частини бункера $h_1 = 2,125\text{ м}$;
- г) Ширина сторони випускного отвору $a = 0,4\text{ м}$;

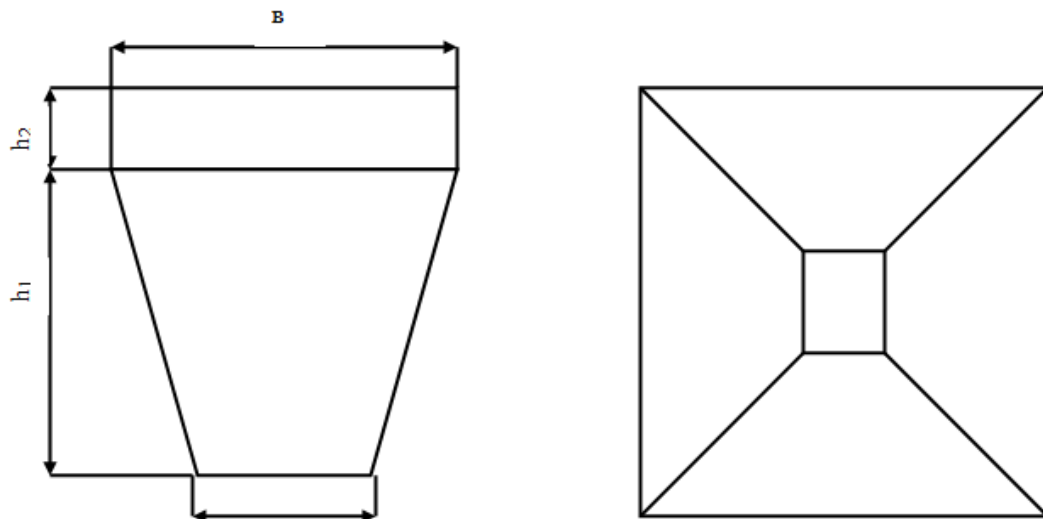


Рисунок 2.8 - Бункер

При квадратних верхньому та нижньому отворах об'єм бункера розраховується за формулою [9]

$$V = h^2 b^2 + \frac{h_1}{6} [(2b + a)b + (2a + b)a] \quad (2.1)$$

де h_2 - висота верхньої частини бункера, м;

v - ширина верхньої частини бункера, м;

h_1 - висота нижньої частини бункера, м;

a - ширина сторони випускного отвору, м;

Підставляючи числові значення (2.1), отримаємо

$$V = 0,5 \cdot 3^2 + \frac{2,125}{6} [(2 \cdot 3 + 0,4)3 + (2 \cdot 0,4 + 3)0,4] = 11,8 \text{ м}^3$$

2.4.2 Пропускна спроможність бункера

$$P = 3600 F \cdot v, \quad (2.2)$$

де F – площа випускного отвору;

$$F = a^2 = 0,4^2 = 0,16 \text{ м}^2,$$

v - швидкість витікання матеріалу;

$$v = \lambda \sqrt{3,2gR} \quad (2.3)$$

де λ - коефіцієнт витікання для вологих матеріалів [1]

$g = 9,81$ - прискорення вільного падіння, м/с²;

R - гідравлічний радіус отвору;

$$R = \frac{F}{A} \quad (2.4)$$

де F – площа випускного отвору;

A - периметр випускного отвору;

$$A = 0,4 + 0,4 + 0,4 + 0,4 = 1,6 \text{ м}$$

Підставляючи числові значення (2.4), (2.3), (2.2), отримаємо

$$R = \frac{0,16}{1,6} = 0,1 \text{ м};$$

$$v = 0,22 \sqrt{3,2 \cdot 9,81 \cdot 0,1} = 0,38 \text{ м/с};$$

$$P = 3600 \cdot 0,16 \cdot 0,38 = 218,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2.4.3 Тиск на стінки бункера

Як видно з рисунка 9 P_x – тиск на вертикальну стінку бункера,
 P_y – тиск на горизонтальний майданчик; P_H - тиск на похилу стінку бункера.

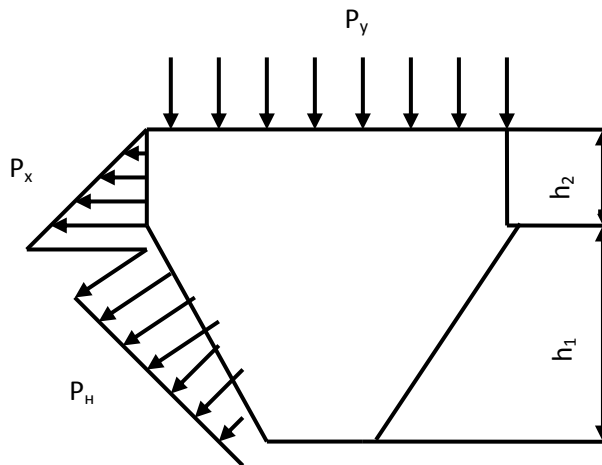


Рисунок 2.9 - Розподіл тиску на стінки бункера

Вертикальна стінка

$$P_x = m\gamma h_2 \quad (2.5)$$

де m – коефіцієнт бічного тиску;

$$m = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \quad (2.6)$$

$\varphi = 40^\circ$ – кут природного укосу;

$\gamma = 26 \text{ кН/м}^3$ – насипна вага марганцевої руди;

$h_2 = 0,5$ – висота вертикальної ділянки бункера;

Підставляємо числові значення (2.6), (2.5)

$$m = \frac{1 - \sin 40}{1 + \sin 40} = 0,25$$

$$P_x = 0,25 \cdot 26 \cdot 0,5 = 3,25 \text{ кН/м}^2.$$

Похила стінка

$$P_H = \gamma h_1 (m \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) \quad (2.7)$$

де $h_1 = 2,125$ м - висота похилої ділянки бункера;

$\alpha = 58^\circ$ – кут нахилу стінки бункера;

Підставивши числові значення (2.7), отримаємо

$$P_H = 26 \cdot 2,125 (0,25 \sin^2 58 + \cos^2 58) = 13,8 \text{ кН/м}^2.$$

Горизонтальний майданчик

$$P_y = \gamma \cdot h \quad (2.8)$$

де $h = 2,7$ м - висота бункера;

Підставимо числові значення (2.8), отримаємо

$$P_y = 26 \cdot 2,7 = 70,2 \text{ кН/м}^2.$$

2.4.4 Сила тиску на затвор

$$G = P_r F, \quad (2.9)$$

де P_r - середній тиск на горизонтальний затвор бункера;

$$P_r = 0,56 \cdot k_0 \cdot \gamma \cdot R \quad (2.10)$$

де $k_0 = 1$ - коефіцієнт враховує особливості експлуатації бункера [1];

Підставивши числові значення (2.10), (2.9), отримаємо.

$$P_r = 0,56 \cdot 1 \cdot 26 \cdot 0,1 = 1,456 \text{ кН/м}^2;$$

$$G = 1,456 \cdot 0,16 = 0,23 \text{ кН.}$$

Перевіряємо розмір випускного отвору $a = R$

$$a = k_H k_\phi \frac{\tau_0 (1 + \sin \varphi)}{\rho} \quad (2.11)$$

де $k_H = 1,73$ - коефіцієнт надійності [1];

$k_\phi = 4$ - коефіцієнт форми випускного отвору [1];

τ_0 - початковий опір зсуву для вологої руди, приймають $\tau_0 = 0,96$ кПа [1];

$\phi = 40^\circ$ - кут природного укосу;

$\gamma = 26$ кПа /м³ – насипна вага;

Підставивши числові значення (2.11), отримаємо

$$a = 1,73 \cdot 4 \frac{0,96(1 + \sin 40)}{26} = 0,4 \text{ м.}$$

Умова виконується.

2.5 Розрахунок живильника

Лотковий живильник повинен забезпечувати безперервну подачу матеріалу в сушильний барабан з певною продуктивністю, яку можна регулювати за допомогою шибера.

Оскільки насипна вага транспортованих шихтових матеріалів досить висока, конструкція живильника повинна бути надійною і жорсткою лотка, що витримує поступальний рух.

2.5.1 Продуктивність лоткового живильника

Продуктивність живильника залежить від відстані між шиберами та лотком при максимально відкритому шиберах продуктивність визначаємо за формулою.

$$P = 3600 B \cdot h \cdot S \cdot n \cdot \phi \quad (2.12)$$

де $B = 0,5$ м - ширина лотка;

$h = 0,33$ м - висота шару матеріалу на лотку, що залежить від відстані між лотком та нижньою кромкою шибера;

$S = 0,19$ м - хід лотка;

$n = 0,604 \text{ сек}^{-1}$ - частота обертання кривошипа [10];

$\varphi = 0,7$ - коефіцієнт заповнення [11];

Підставляючи числові значення, (2.12), отримаємо

$$P = 3600 \cdot 0,5 \cdot 0,33 \cdot 0,19 \cdot 0,604 \cdot 0,7 = 47,7 \text{ м}^3 / \text{з.}$$

2.5.2. Опір переміщення лотка

Вони складаються з опору перекочування лотка по роликах та опору зсуву матеріалу під бункером.

Загальне навантаження на ролики визначаємо за формулою -

$$P = T + G_0 + G_M, \quad (2.13)$$

де T - навантаження на лоток у зоні активного тиску визначається за формулою;

$$T = F \cdot h_\delta \cdot \gamma \cdot g \quad (2.14)$$

де $F = 0,16 \text{ м}^2$ - площа перерізу вихідного отвору бункера;

$h_0 = 2,7 \text{ м}$ - висота стовпа матеріалу у бункері;

$\gamma = 2600 \text{ кг/м}^3$ - об'ємна маса марганцевої руди;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - прискорення вільного ширяння;

$G_0 = 407 \text{ Н}$ - сила тяжкості матеріалу у лотку визначається за формулою

$$G_M = B \cdot h_L \cdot L \cdot \gamma \cdot g \quad (2.15)$$

де $B = 0,5 \text{ м}$ - ширина лотка;

$h_L = 0,33 \text{ м}$ - висота шару матеріалів лотку;

$L = 1,12 \text{ м}$ - довжина лотка;

Підставляючи числові значення (2.15), (2.14), (2.13), отримаємо

$$G_M = 0,5 \cdot 0,33 \cdot 1,12 \cdot 2600 \cdot 9,81 = 4713,5 \text{ Н};$$

$$T = 0,16 \cdot 2,7 \cdot 2600 \cdot 9,81 = 11018,5 \text{ Н};$$

$$P = 11018,5 + 407 + 4713,5 = 16139 \text{ Н}.$$

Опір переміщеного лотка визначається за формулою

$$W = Pk_{\omega} + Tf_0 \quad (2.16)$$

де $k_{\omega} \approx 0,1$ - коефіцієнт опору перекочування по роликах [11];

$f_0 \approx 0,16$ - коефіцієнт тертя для сталей [11];

Підставляючи числові значення (2.16), отримаємо

$$W = 16139 \cdot 0,1 + 11018,5 \cdot 0,16 = 3376,78 \text{ Н} .$$

2.5.3 Розрахункова потужність приводу

Визначаємо за формулою

$$N = K_3 \frac{W \cdot 2 \cdot S \cdot n}{1000 \cdot \eta} , \quad (2.17)$$

де K_3 - коефіцієнт запасу (приймають від 1,2 ... 1,4) [11];

$S = 0,19$ м - хід лотка;

$n = 0,6$ - число ходів лотка в секунду;

η - к.п.д. приводу (приймають 0,75 ... 0,95) [11];

Підставляючи числові значення (2.17), отримаємо.

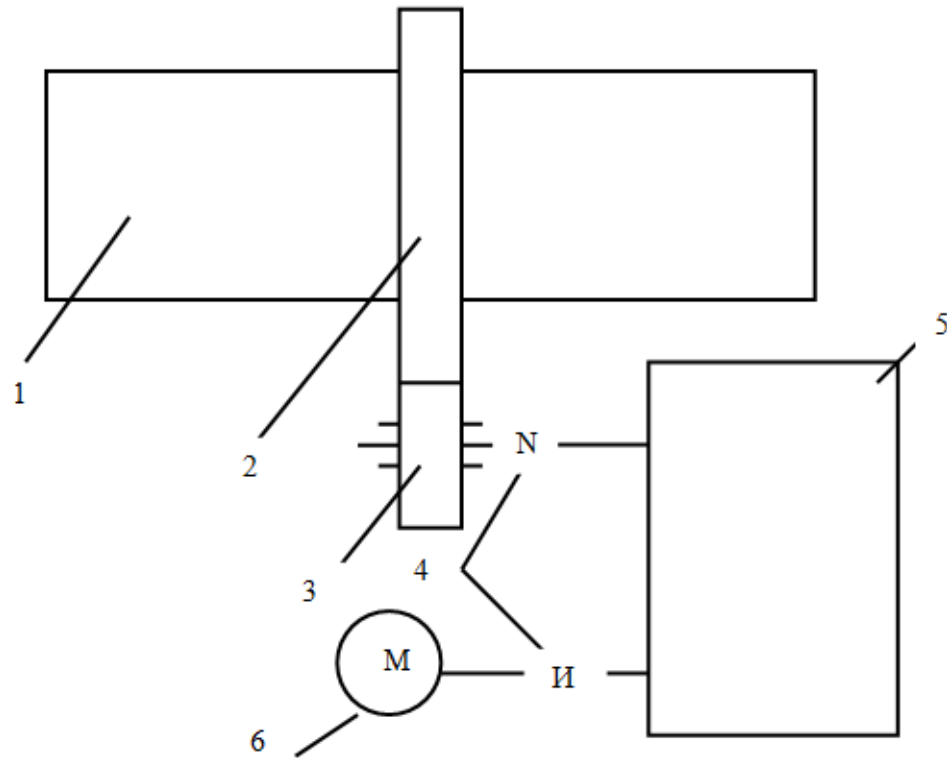
$$N = 1,4 \frac{3376,78 \cdot 2 \cdot 0,19 \cdot 0,6}{1000 \cdot 0,8} = 1,34 \text{ кВт}.$$

2.6 Розрахунок приводу сушильного барабана

2.6.1 Вихідні дані до розрахунку

- тип редуктора	РЦД - 350
передавальне число	40
к.п.д. редуктора	0,97
- тип електродвигуна	А02 – 51
потужність, кВт	5
частота обертання, хв^{-1}	965
- кут нахилу барабана, град.	4

- довжина барабана, м	3,6
- діаметр барабана, м	1
- число опорних роликів	4
- час сушіння, хв	10



1 – барабан; 2 – зубчасте колесо; 3 – зубчаста шестерня; 4 – муфти;
5 - 2х ступінчастий редуктор; 6 – електродвигун.

Рисунок 2.10 - Кінематична схема приводу барабана.

2. .6.2 Попередній розрахунок

Частота обертання барабана визначається за формулою

$$n_{\delta} = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot L}{D_{\delta} \cdot t \cdot \operatorname{tg} \alpha} \quad , \quad (2.18)$$

де k_1 - коефіцієнт прямогоку (приймається рівним 0,7) [11];

k_2 - коефіцієнт залежить від виду насадки (приймається рівним 1) [311];

L - довжина барабана;

D_δ - діаметр барабана;

t - час сушіння;

α - кут нахилу барабана;

Підставляючи числові значення (2.18), отримуємо

$$n_\delta = \frac{0,7 \cdot 1 \cdot 3,6}{1 \cdot 10 \cdot \text{tg} 4^\circ} = 4 \text{ хв}^{-1}$$

Передатне відношення приводи визначаємо за формулою

$$U_{np} = \frac{n_g}{n_\delta}, \quad (2.19)$$

де n_g – частота обертання електродвигуна;

Підставляючи числові значення (2.19), отримаємо

$$U_{np} = \frac{965}{4} = 240,8$$

З [10] відомо кількість зубів редуктора РЦД - 350; $Z_1 = 20$; $Z_2 = 128$;

$Z_3 = 18$; $Z_4 = 114$ тоді передатні відносини по щаблях редуктора будуть:

$$U_1 = \frac{128}{20} = 6,4; \quad U_2 = \frac{114}{18} = 6,33.$$

2.6.3 Потужність, частота обертання, крутний момент на валах приводу

- 1 вал (електродвигуна)

Потужність $P_1 = P_{\text{дв}} = 5 \text{ кВт}$;

Частота обертів $n_1 = n_{\text{дв}} = 965 \text{ хв}^{-1}$;

Обертаючий момент $T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \frac{5}{965} = 49,48 \text{ Н} \cdot \text{м}$;

- 2 вал

Потужність $P_2 = P_1 \cdot \eta_1 = 5 \cdot 0,99 = 4,95$ кВт;

де η_1 – к.п.д. муфти (приймаються 0,99) [11];

Частота обертів $n_2 = n_1 = 965$ хв⁻¹;

Обертаючий момент $T_1 = 9550 \frac{P_2}{n_2} = 9550 \frac{4,95}{965} = 48,9$ Н·м;

- 3 вал

Потужність

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1 = 5 \cdot 0,99 = 4,95 \text{ кВт};$$

де η_1 – к.п.д. щаблі редуктора (приймають 0,97) [11];

Частота обертів $n_2 = n_1 = 965$ хв⁻¹;

Обертаючий момент $T_1 = 9550 \frac{P_2}{n_2} = 9550 \frac{4,95}{965} = 48,9$ Н·м;

- 4 вал (вихідний)

Потужність $P_4 = P_3 \cdot \eta_2 = 4,8 \cdot 0,97 = 4,65$ кВт;

Частота обертів $n_4 = \frac{n_3}{U_2} = \frac{150,7}{6,33} = 23,8$ хв⁻¹;

Обертаючий момент $T_4 = 9550 \frac{P_4}{n_4} = 9550 \frac{4,65}{23,2} = 1868,2$ Н·м;

- 5 вал (відкрита зубчаста передача шестерні)

Потужність $P_5 = P_4 \cdot \eta_1 = 4,65 \cdot 0,99 = 4,64$ кВт;

Частота обертів $n_4 = \frac{n_3}{U_2} = \frac{150,7}{6,33} = 23,8$ хв⁻¹;

Обертаючий момент $T_4 = 9550 \frac{P_4}{n_4} = 9550 \frac{4,65}{23,2} = 1847,2$ Н·м;

- 6 вал (відкрита зубчаста передача зубчастий вінець)

Потужність $P_6 = P_5 \cdot \eta_3 = 4,64 \cdot 0,96 = 4,4$ кВт;

де η_3 – к.п.д. відкритої циліндричної передачі (приймають 0,96) [11];

Частота обертів $P_6 = 4,64 \cdot 0,96 = 4,4$ кВт; $n_6 = n_5 = 4$ хв⁻¹;

Обертаючий момент $T_6 = 9550 \frac{P_6}{n_6} = 9550 \frac{4,4}{4} = 10611,1$ Н·м;

2.6.4 Продуктивність барабана

Визначаємо за формулою

$$Q = 47 D^2 L \gamma \varphi / t \quad (2.20)$$

де D – діаметр барабана;

L - довжина барабана;

$\gamma = 2,6$ т/м³ - насипна вага марганцевої руди;

φ - ступінь заповнення барабана (приймають 0,2) [12];

t - час сушіння;

Підставляючи числові значення (2.20), отримаємо

$$Q = 47 \cdot 1^2 \cdot 3,6 \cdot 2,6 \cdot 0,2 / 10 = 2,7 \text{ т/год};$$

2.6.5 Перевірочний розрахунок потужності електродвигуна

Виконуємо за формулою

$$N_{\text{дв}} = 1,1 \cdot N / \eta , \quad (2.21)$$

де N - потужність на валу приводної шестерні, $N \rightarrow P_6 = 4,4$ кВт;

η - к.п.д. приводу (приймають 0,96) [11];

Представляючи числові значення (2.21), отримаємо

$$N_{\text{дв}} = 1,1 \cdot \frac{4,4}{0,96} = 5,04 \text{ кВт}.$$

Умова виконується.

2.7 Розрахунок відкритої зубчастої передачі

2.7.1 Проектувальний розрахунок

Призначаємо режим роботи відкритої зубчастої передачі
нереверсивний

Вибір матеріалів шестерні та вінця по [11] зводимо до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Вибір матеріалів шестерні та вінця.

Тип деталі	Матеріал	Механічні властивості, мПа		Твердість, НВ	Термообробка
		σ_B	σ_T		
Шестерня	Сталь 45Х	750	500	163...269	Закалювання
Вінець	Сталь 45	587	333	170...217	Поліпшення нормалізація

Допустимі контактні напруги визначаємо за формулою

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlim\epsilon}}{S_H} K_{HL}, \quad (2.22)$$

де $\sigma_{Hlim\epsilon}$ - базова межа контактної витривалості поверхонь зубів;

Для шестерні

$$\sigma_{Hlim\epsilon} = 2HB + 70 = 2 \cdot 163 + 70 = 396 \text{ мПа};$$

Для вінця

$$\sigma_{Hlim\epsilon} = 2HB + 70 = 2 \cdot 200 + 70 = 470 \text{ мПа};$$

S_H - коефіцієнт безпеки (приймають $S_H = 1,1$) [11];

K_{HL} - коефіцієнт циклічної довговічності (приймають $K_{HL} = 1$ для передач, що довго працюють) [11];

Підставляючи числові значення (2.22), отримаємо:

Для шестерні

$$[\sigma_{H1}] = \frac{396}{1,1} = 360 \text{ МПа};$$

Для вінця

$$[\sigma_{H2}] = \frac{470}{1,1} = 427 \text{ МПа};$$

Допустиме напруження вигину визначаємо за формулою

$$[\sigma_F] = \left(\frac{\sigma_{F\text{lim}\epsilon}}{S_F} \right) K_{FC} \cdot K_{FL}, \quad (2.23)$$

де $\sigma_{F\text{lim}\epsilon}$ - межа витривалості зубів при згинанні;

Для шестерні

$$\sigma_{F\text{lim}\epsilon} = \text{HB} + 260 = 163 + 260 = 423 \text{ МПа};$$

Для вінця

$$\sigma_{F\text{lim}\epsilon} = \text{HB} + 260 = 200 + 260 = 460 \text{ МПа};$$

S_F - коефіцієнт безпеки (приймають $S_F = 2$) [11];

K_{FC} - коефіцієнт, що враховує вплив двостороннього застосування навантаження (приймають $K_{FC} = 1$ при односторонньому навантаженні) [11];

K_{FL} - коефіцієнт циклічної довговічності при згині (приймають $K_{FL} = K_{HL} = 1$) [11];

Підставляючи числові значення (2.23), отримаємо

Для шестерні

$$[\sigma_{F1}] = \left(\frac{423}{2} \right) 1 \cdot 1 = 211,5 \text{ МПа};$$

Для вінця

$$[\sigma_{F2}] = \left(\frac{460}{2} \right) 1 \cdot 1 = 230 \text{ МПа};$$

Знаючи передавальне число редуктора РЦД-350 $U_P = 40$ визначаємо передаточне число відкритої зубчастої передачі за формулою

$$U = \frac{U_{np}}{U_p},$$

де U_{np} – передавальне число приводу;

U_p – передавальне число редуктора;

Підставляючи числові значення (2.24), отримаємо

$$U = \frac{240}{40} = 6.$$

Визначаємо тривалий діаметр шестерні за формулою

$$d_1 = K_d \sqrt[3]{\frac{T_s \cdot K_{HB} (U + 1)}{\Psi_{bd} [\sigma_{H1}]^2 \cdot U}}, \quad (2.25)$$

де K_d - допоміжний коефіцієнт (приймаємо $K_d = 770 \text{ мПа}^{1/3}$ для сталевих прямозубих коліс) [11];

T_s - крутний момент на валу шестерні;

K_{HB} - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по ширині шестерні (приймають $K_{HB} = 1,3$) [5];

U - передавальне число відкритої зубчастої передачі;

Ψ_{bd} - коефіцієнт ширини шестерні (приймають $\Psi_{bd} = 0,5$) [11];

$[\sigma_{H1}]$ - допустима контактна напруга для шестерні;

Підставляючи числові значення (2.25), отримаємо

$$d_1 = 770 \sqrt[3]{\frac{1847,2 \cdot 1,3(6+1)}{0,5 [360]^2 \cdot 6}} = 270 \text{ мм};$$

Визначаємо орієнтовне значення міжосьової відстані за формулою

$$\alpha_w = K_a (u + 1) \sqrt[3]{\frac{T_6 \cdot K_{HB}}{U^2 \Psi_{bd} [\sigma_{H1}]^2}}, \quad (2.26)$$

де K_a - допоміжний коефіцієнт (приймають $K_a = 495 \text{ мПа}^{1/3}$ для сталевих прямозубих коліс) [11];

T_6 - крутний момент на валу зубчастого вінця;

Ψ_{bd} - коефіцієнт ширини шестерні щодо міжосьової відстані ($\Psi_{bd} = 0,146$) [4];

Підставляючи числові значення (2.26) отримуємо

$$\alpha_w = 495(6+1)\sqrt[3]{\frac{10611,1 \cdot 1,3}{6^2 \cdot 0,146 \cdot 360^2}} = 944,46 \text{ мм.}$$

Приймаємо $\alpha_w = 945 \text{ мм.}$

Орієнтовне значення модуля зубів

$$m = (0,01 \dots 0,02) \alpha_w;$$

$$m = 0,019 \cdot 945 = 17,9 \text{ мм};$$

Приймаємо $m = 19 \text{ мм}$ [11].

Визначаємо геометричні параметри відкритої зубчастої передачі за формулами

- кількість зубів шестерні

$$Z_1 = \frac{d_1}{m}, \quad (2.27)$$

- кількість зубців вінця

$$Z_2 = Z_1 \cdot U, \quad (2.28)$$

- зазор між зубами колеса та вінця

$$C = 0,25m, \quad (2.29)$$

- висота зуба

$$h = 2,25 m, \quad (2.30)$$

- висота сажки і ніжки зуба

$$h_r = m, \quad (2.31)$$

$$h_n = 1,25 \quad (2.32)$$

- діаметри вершини зубів шестерні та вінця

$$d_{a1} = d_1 + 2m \quad (2.33)$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m \quad (2.34)$$

- діаметри западин шестерні та вінця

$$d_{f1} = d_1 - 2,5m \quad (2.35)$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5m \quad (2.36)$$

- товщина зуба по постійній хорді

$$S_x = 1,387m - \frac{24\sqrt{a_w}}{1000} \cdot 0,728, \quad (2.37)$$

- ширина шестерні та вінця

$$v = a_w \psi_{ea}, \quad (2.38)$$

$$v_{u1} = v + (5 \dots 10), \quad (2.39)$$

Підставляючи числові значення (2.27), (2.28), (2.29), (2.30), (2.31), (2.32), (2.33), (2.34), (2.35), (2.36), (2.37), (2.38), (2.39), отримаємо

$$Z_1 = \frac{270}{18} = 15,$$

$$Z_2 = 15 \cdot 6 = 90,$$

$$d_2 = 18 \cdot 90 = 1620 \text{ мм};$$

$$C = 0,25 \cdot 18 = 4,5 \text{ мм};$$

$$h = 2,25 \cdot 18 = 40,5 \text{ мм};$$

$$h_r = 18 \text{ мм};$$

$$h_n = 1,25 \cdot 18 = 22,5 \text{ мм};$$

$$d_{a1} = 270 + 2 \cdot 18 = 306 \text{ мм};$$

$$d_{a2} = 1620 + 2 \cdot 18 = 1656 \text{ мм};$$

$$d_{f1} = 270 - 2,5 \cdot 18 = 225 \text{ мм};$$

$$d_{f2} = 1620 - 2,5 \cdot 18 = 1575 \text{ мм};$$

$$S_x = 1,387 \cdot 18 - \frac{24 \sqrt{945}}{1000} \cdot 0,728 = 24,429 \text{ мм};$$

$$v = 945 \cdot 0,146 = 137 \text{ мм};$$

Приймаємо $v = 135 \text{ мм}$;

$$v_{u1} = 135 + 5 = 140 \text{ мм};$$

Визначаємо окружну швидкість у зачепленні за формулою

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_5}{60 \cdot 1000}, \quad (2.40)$$

де d_1 - дільний діаметр шестерні;

n_5 – частота обертання шестерні;

Підставляючи числові значення (2.40), отримаємо

$$V = \frac{3,14 \cdot 270 \cdot 23,8}{60 \cdot 1000} = 0,33 \text{ м/с};$$

По [11] приймаємо ступінь точності $K = 9$ ГОСТ 1643-81.

2.7.2 Сили, що діють у зачепленні

Визначаємо окружну силу за формулою

$$F_t = \frac{2T_5}{d_1}, \quad (2.41)$$

де T_5 - крутний момент на валу шестерні;

d_1 – роздільний діаметр шестерні;

Підставляючи числові значення (2.41), отримаємо

$$F_t = \frac{2 \cdot 1847,2}{0,27} = 13682,9 \text{ Н};$$

Визначимо радіальну силу за формулою

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (2.42)$$

де α - кут зачеплення (приймають $\alpha = 20^\circ$);

Підставляючи числові значення (2.42), отримаємо

$$F_r = 13682,9 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 4445,8 \text{ Н};$$

Визначаємо нормальну силу спрямовану вздовж лінії зачеплення результуючої окружної і радіальної сил, що є, за формулою

$$F_n = \sqrt{F_t^2 + F_r^2}, \quad (2.43)$$

Підставляючи числові значення (2.43), отримаємо

$$F_n = \sqrt{13682,9^2 + 4445,8^2} = 14387 \text{ Н}.$$

2.7.3 Перевірочний розрахунок зубів на контактну витривалість

Для виконання цього розрахунку використовують формулу

$$\sigma_H = Z_H Z_M Z_\varepsilon \sqrt{\frac{K_H F_t (u+1)}{d_1 b_w u}} \leq [\sigma_H], \quad (2.44)$$

де Z_H - коефіцієнт враховує форму сполучених поверхонь зубів у полюсі зачеплення (приймають $Z_H = 1,76$ при $\alpha = 20^\circ$ і $\beta = 0^\circ$) [11];

Z_M - коефіцієнт враховує механічні властивості матеріалів сполучених зубчастих коліс (приймають $Z_M = 2,75$ МПа);

Z_ϵ - коефіцієнт, що враховує сумарну довжину контактних ліній,
визначають за формулою:

$$Z_\epsilon = \sqrt{\frac{(4 - E_\alpha)}{3}}, \quad (2.45)$$

де E_α - коефіцієнт торцевого перекриття за формулою

$$E_\alpha = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} \right) \right] \cos \beta; \quad (2.46)$$

де Z_1, Z_2 – кількість зубів шестерні та вінця;

$\beta = 0^\circ$ – кут нахилу лінії зуба;

Підставляючи числові значення (2.46) і (2.45), отримаємо

$$E_\alpha = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{90} \right) \right] \cos 0 = 1,63;$$

$$Z_\epsilon = \sqrt{\frac{(4 - 1,63)}{3}} = 0,8;$$

K_H – коефіцієнт навантаження визначається за формулою

$$K_H = K_{HB} K_{HV},$$

де K_{HB} - коефіцієнт враховує нерівномірність розподілу навантаження по ширині (приймають $K_{HB} = 1,3$);

K_{HV} - коефіцієнт враховує динамічне навантаження що виникає в зачепленні (приймають $K_{HV} = 1,04$);

Підставляючи числові значення (2.47), отримаємо

$$K_H = 1,3 \cdot 1,04 = 1,352$$

F_t - окружна сила;

d_1 - діаметр ділільної окружної шестерні;

u - передатне відношення передачі;

b_w - ширина шестірни;

$[\sigma_n]$ - допустима контактна напруга для шестерні $[\sigma_n] = 360$ МПа;

$$\sigma_n = 1,76 \cdot 275 \cdot 0,8 \sqrt{\frac{1,352 \cdot 13682,9 \cdot (6+1)}{270 \cdot 140 \cdot 6}} = 292 \text{ МПа} < [\sigma_n] = 360 \text{ МПа.}$$

Умова виконується

2.7.4 Перевірочний розрахунок міцності зубів за згинальними напругами

Для виконання цього розрахунку використовують формулу

$$\sigma_F = Y_F \frac{W_{Ft}}{m} \leq [\sigma_F] \quad (2.48)$$

де Y_F - коефіцієнт форми зуба (приймають $Y_F = 4,3$) [11];

W_{Ft} - окружна розрахункова сила при згині визначається за формулою:

$$W_{Ft} = \frac{F_t \cdot K_{FB} \cdot K_{FV}}{b}, \quad (2.49)$$

де F_t - окружна сила;

K_{FB} - коефіцієнт враховує нерівномірність розподілу навантаження по ширині вінця (приймають $K_{FB} = 1,5$) [11];

K_{FV} - коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження, що виникає в зачепленні (приймають $K_{FV} = 1,08$), [11];

b – ширина вінця;

Підставляючи числові значення (2.49) і (2.48), отримаємо

$$W_{Ft} = \frac{13682,9 \cdot 1,5 \cdot 1,08}{140} = 158,3 \text{ Н/мм};$$
$$\sigma_F = \frac{4,3 \cdot 158,3}{18} = 37,80 \text{ МПа} < [\sigma_F] = 211,5 \text{ МПа} .$$

Умова виконується.

2.7.5 Перевірка міцності під час перевантаження

Максимальну контактну напругу визначаємо за формулою:

$$\sigma_{H \max} = \sigma_H \sqrt{\frac{T_{\min}}{T_{\max}}} \leq [\sigma_H]_{\max}, \quad (2.50)$$

де σ_H - розрахункова допустима напруга відповідної для шестерні та вінця;

T_{\min}, T_{\max} - мінімальний та максимальний пружинний момент відповідно на валах шестерні та вінця;

$[\sigma_H]_{max}$ - допустима найбільша контактна напруга при перевантаженні
визначаємо за формулою

$$[\sigma_H]_{max} = 2,8 \sigma_T, \quad (2.51)$$

де σ_T - межа плинності відповідно матеріалу шестерні та вінця у таблиці 2.1;

Підставляючи числові значення (2.51) і (2.50), отримаємо

- для шестерні

$$\sigma_H = 360 \text{ мПа за формулою (2.22)}$$

$$T_{min} = 1847,2 \text{ Нм}$$

$$T_{max} = 10611,1 \text{ Нм см. 2.6.3;}$$

$$[\sigma_H]_{max} = 2,8 \cdot 500 = 1400 \text{ мПа;}$$

$$\sigma_{H \max} = 360 \sqrt{\frac{1847,2}{10611,1}} = 150 \text{ мПа} < [\sigma_H]_{max} = 1400 \text{ мПа.}$$

Умова виконується.

- для вінця

$$\sigma_H = 427 \text{ мПа по формулі (2.22);}$$

$$T_{min} = 1847,2 \text{ Нм}$$

$$T_{max} = 10611,1 \text{ Нм см. 2.6.3;}$$

$$[\sigma_H]_{max} = 2,8 \cdot 333 = 932,4 \text{ мПа;}$$

$$\sigma_{H \max} = 427 \sqrt{\frac{1847,2}{10611,1}} = 178 \text{ мПа} < [\sigma_H]_{max} = 932,4 \text{ мПа.}$$

Умова виконується.

Максимальна напруга вигину визначається за формулою:

$$\sigma_{F \max} = \sigma_F \left(\frac{T_{min}}{T_{max}} \right) \leq [\sigma_r]_{max}, \quad (2.52)$$

σ_F - розрахункова допустима напруга вигину відповідно для шестерні та вінця;

T_{min}, T_{max} - мінімальний та максимальний пружинний момент відповідно на валах шестерні та вінцях;

$[\sigma_F]_{max}$ - допустима найбільша згинальна напруга при перевантаженні

визначаємо за формулою

$$[\sigma_F]_{max} = 0,8 \sigma_T, \quad (2.53)$$

де σ_T - межа плинності відповідно матеріалу шестерні та вінця у таблиці 2.1;

Підставляючи числові значення (2.53) і (2.52), отримаємо

- для шестерні

$\sigma_F = 211,5$ мПа по формулі (2.23);

$$T_{min} = 1847,2 \text{ Нм}$$

$$T_{max} = 10611,1 \text{ Нм см. 2.6.3;}$$

$$[\sigma_F]_{max} = 0,8 \cdot 500 = 400 \text{ мПа;}$$

$$\sigma_{F \text{ max}} = 211,5 \left(\frac{1847,2}{10611,1} \right) = 36,8 \text{ мПа} < [\sigma_F]_{max} = 400 \text{ мПа.}$$

Умова виконується.

- для вінця

$\sigma_F = 230$ мПа за формулою (2.23);

$$T_{min} = 1847,2 \text{ Нм}$$

$$T_{max} = 10611,1 \text{ Нм см. 2.6.3;}$$

$$[\sigma_F]_{max} = 0,8 \cdot 333 = 266,4 \text{ мПа;}$$

$$\sigma_{F \text{ max}} = 230 \left(\frac{1847,2}{10611,1} \right) = 40 \text{ мПа} < [\sigma_F]_{max} = 266,4 \text{ мПа.}$$

Умова виконується.

3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Технологія монтажу установки зневоднення шихти

Для забезпечення ефективної роботи металургійних цехів необхідно проектувати основне та допоміжне обладнання, що відповідає ряду вимог, таких як відповідність технології виробництва швидкісними методами, зручність та безпека обслуговування та експлуатації. Створення такого обладнання є важливою та складною проблемою, що охоплює багато питань, пов'язаних з його проектуванням, виготовленням, монтажем, експлуатацією та ремонтом з урахуванням усіх особливостей металургійного виробництва.

Технічне переозброєння чорної металургії, впровадження найпрогресивніших технологічних процесів нерозривно пов'язане зі створенням надійного, економічного, високопродуктивного технологічного обладнання, випуском нових надійних та довговічних машин та агрегатів великої одиничної потужності та продуктивності при одночасному зниженні металу – та енергоємності та систем машин для комплексної механізації.

Надійність машин залежить від якості конструкторських, технологічних та складальних робіт. Похибки у розмірах, конфігурації, взаємних положеннях деталей можуть призвести до неприпустимого зростання сил та аварійних відмов. Для металургійного обладнання такі похибки часто виявляються при складанні, під якою розуміють сукупність операцій зі з'єднання деталей у виріб, першу збірку здійснюють заводи – виготовлювача.

Монтаж – це комплекс робіт, пов'язаних із остаточним складанням, налагодженням та пуском машини в експлуатацію. Монтаж ведеться з великих вузлів, попередньо випробуваних на заводі виробника. На відміну від складання технологічний процес монтажу включає роботи з аналізу первинного зносу сполучених деталей і контрольні випробування, в результаті яких встановлюють ступінь відповідності змонтованого

обладнання технічним умовам. Технологічний процес монтажу складається з наступних основних операцій: ревізії обладнання, підготовки складальних та монтажних вузлів, встановлення та вивірювання базових деталей, складання, регулювання, контрольних випробувань та здачі обладнання в експлуатацію.

Вироблена модернізація приводу барабана пов'язана із заміною цівкового зачеплення на зубчасте зачеплення дозволяє полегшити монтаж зубчастої пари внаслідок її заміни чи ремонту, покращуються експлуатаційні властивості приводу [16-18].

Якість монтажу зубчастого зачеплення має відповідати ДОСТу 1643-72, виконання вимог якого забезпечує надійну роботу зубчастої передачі.

3.2 Експлуатація та ремонт установки зневоднення шихти

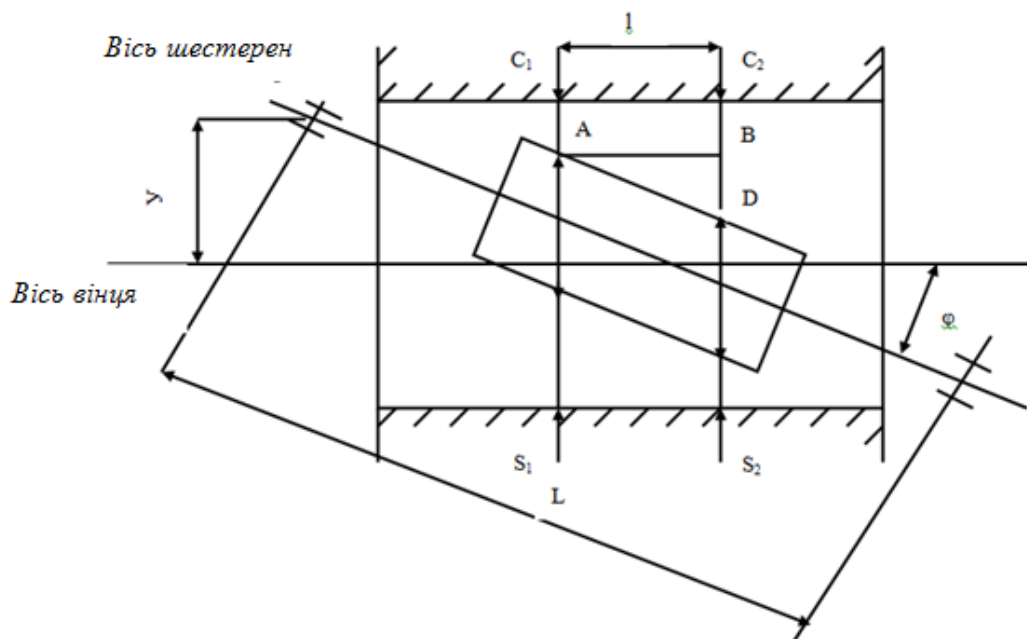


Рисунок 3.1 - Схема розподілу зазору при схрещуванні осей.

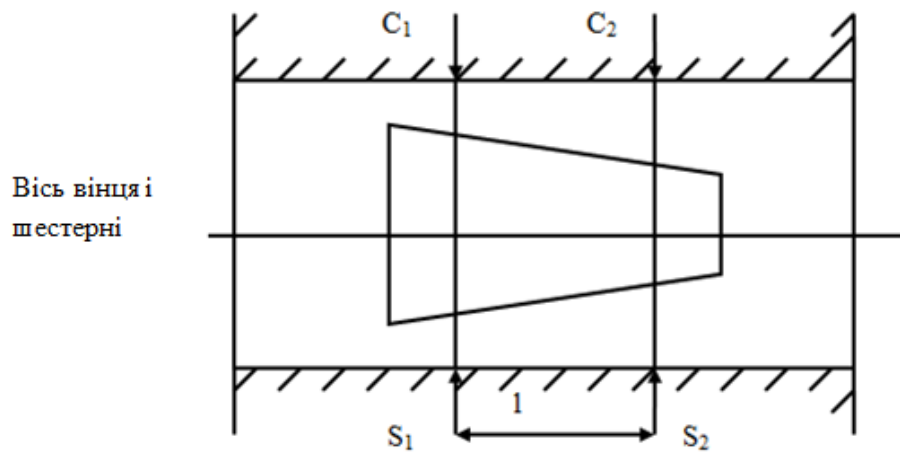


Рисунок 3.2 - Схема розподілу зазору при перекосі осей.

Таблиця 3.1 – Технологічна карта модернізації приводу барабана.

№ п/п	Вид операції	Прийоми	Метод механізації робіт
1	2	3	4
1.	Демонтаж цевочного вінця і шестерні	строп	мостовий кран
2.	Демонтаж приводу барабана	строп	мостовий кран
3.	Монтаж обичайки зубчастого вінця	строп	мостовий кран
4.	Вивірка обичайки	теодоліт	
5.	Кріплення обичайки	електрозварка	
6.	Монтаж секторів зубчастого вінця	строп	мостовий кран
7.	Вивірка зубчастого вінця	теодоліт	
8.	Монтаж проміжної шестерні на вал	прес	
9.	Монтаж проміжної шестерні з валом в корпусі підшипників	строп	мостовий кран
10.	Контрольні заміри плями контакту, радіального і бокового зазору.	рівень, мікроштихмас, свинцева пластина, краска	
11.	Монтаж приводу барабана	строп	мостовий кран
12.	Обкатка зубчастої передачі в холосту, усунення дефектів монтажу		
13.	Контрольні випробування приводу під навантаженням	прибори контролю	
14.	Оформлення документації про здачу в експлуатацію		

У процесі експлуатації металургійне обладнання піддається фізичним, хімічним та механічним впливам, в результаті яких деталі та вузли втрачають здатність виконувати службові функції. Інтенсивність цих впливів

визначається запиленістю і температурою навколишнього середовища, вібраціями, ударами, пластичними деформаціями та відносними рухами деталей, що контактують.

У зв'язку з великою щільністю забудовою заводської території та динамічністю технологічних процесів металургійне виробництво ВАТ ЗФЗ характеризується наявністю потужних джерел пилоутворення та обмеженими можливостями герметизації. Металургійний пил відрізняється високою температурою та твердістю частинок, великою питомою вагою дрібнодисперсних фракцій та поганою змочуваністю. Поруч із пилом на вузли і деталі устаткування діє висока температура обумовлена як тертям а й особливими умовами роботи. Для металургійних машин характерними є повторно-короткочасні режими роботи з важкими і дуже важкими режимами навантаження, високі значення сумарних навантажень ударного та вібраційного вигляду при частих пусках, реверсах та зупинках. Великі статичні навантаження призводять і злам деталей, а циклічні навантаження - і їх втомному руйнуванню.

Процес експлуатації обладнання характеризується такими термінами як: технічна експлуатація, технічне обслуговування, ремонт, правила технічної експлуатації (ПТЕ).

Правило технічної експлуатації (ПТЕ) встановлюють основні положення, що передбачають раціональну технічну експлуатацію обладнання, його надійність та безпеку обслуговуючого персоналу. ПТЕ регламентують проведення оглядів обладнання під час приймання кошторисів та під час роботи технологічним персоналом та персоналом механослужби, технічне обслуговування під час роботи та зупинок, періодичних оглядів обладнання інженерно-технічними працівниками проведення ремонтів. ПТЕ містять також рекомендації щодо налагодження, регулювання, визначення непридатності зношених деталей. Для цього в них включені описи пристрою та інструкції обладнання, загальні та кінематичні схеми, схеми змащування та кріплення. Дотримання ПТЕ дозволяє не тільки

підняти рівень надійності машини, а й значною мірою скоротити витрати на ремонт – капітальний, середній, поточний.

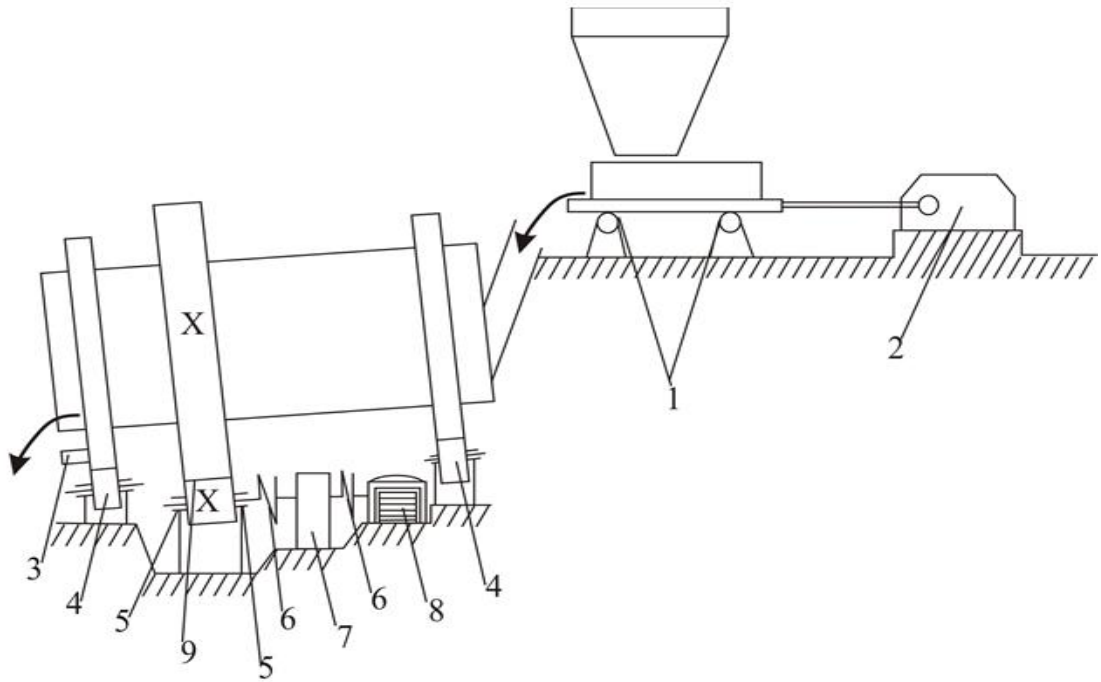
На ВАТ ЗФЗ застосовується система планово-попереджувальних ремонтів основний зміст цієї системи полягає у нероздільному поєднанні чотирьох її елементів: оптимального технічного обслуговування, дотримання ПТЕ, контроль за технічним обслуговуванням ТО, експлуатацією та фактичним станом обладнання. На підприємстві розробляються місячні та річні графіки ПВР на підставі даних про стан обладнання та плану капітальних ремонтів.

Форма організації ремонтних служб підприємства – змішана за якої черговий та ремонтний персонал перебувають у підпорядкуванні начальника цеху, а спеціалізовані бригади у підпорядкуванні відділу головного механіка.

При ремонті установки зневоднення шихтових матеріалів виконують такі види робіт [17]:

- ремонт бункера;
- ремонт живильника (ревізія редуктора; ревізія, наплавлення опорних роликів; ремонт столу живильника);
- ремонт або заміна футерування приймальної камери барабана;
- ремонт металоконструкцій барабана (опорні бандажі, ущільнення);
- ремонт, ревізія опорних та завязятих роликів барабана;
- ремонт, ревізія приводу барабана (зубчастий вінець, шестерня, редуктор).

Одним з найбільш ефективних шляхів підвищення довговічності та надійності вузлів та обладнання, а також зниження надлишкових втрат енергії є введення мастильних матеріалів у зони тертя. Останнім часом в основному використовують мінеральні, синтетичні та комбіновані мастильні матеріали. На рисунку 3.4 та в таблиці 3.2 наведено схему та карту мастила вузлів тертя установки зневоднення шихтових матеріалів.



- 1 – підшипники роликів живильника; 2 – редуктор живильника;
 2 – підшипники завзятих роликів; 4 – підшипники опорних роликів;
 5 – підшипники валу проміжної шестерні; 6 – муфти;
 7 – редуктор барабана; 8 – підшипники електродвигуна;
 9 – відкрита зубчаста передача.

Рисунок 3.3 - Схема мастила вузлів установки зневоднення шихти.

Таблиця 3.2 – Мапа мастила вузлів установки зневоднення шихти.

№ поз	Найменування місця змащення	Масильний матеріал	Періодичність мащення	Кількість подаваного мастила	Періодичність заміни мастила
1	Підшипники роликів живильника	Ціатім 203	1 раз в 2 мес.	0,1 кг	1 раз в рік
2	Редуктор живильника	ЦГП-72	постійно	за вказніком рівня	1 раз в рік
3	Підшипники упорних роликів	Ціатім 221	1 раз в тиждень	0,15 кг	1 раз в 6 мес.
4	Підшипники опорних роликів	Ціатім 221	1 раз в тиждень	0,2 кг	1 раз в 6 мес.
5	Підшипники вала проміж. Шестерні	Ціатім 221	1 раз в тиждень	0,05 кг	1 раз в 6 мес.
6	Муфти	Уніол 20	1 раз в 3 мес.	0,1 кг	1 раз в рік
7	Редуктор барабана	ЦГП-72	постійно	за вказніком рівня	1 раз в рік

3.3 Розрахунок параметрів монтажу установки зневоднення шихти

3.3.1 Вихідні дані

Вага обладнання E_m , кН	15,36
Технологічне зусилля P_{tex} , кН	4,43
Момент опору M , кН м	0,88
Розмір фундаменту a , м,	2,2
B , м	2
Число болтів у ряду, P_o	10
Число рядів, P_p	4

3.3.2 Розрахунок фундаменту

Об'єм фундаменту визначається за формулою:

$$V_{cp} = (3 \div 5)G_m \quad (3.1)$$

де G_m - вага обладнання $G_m = 15,36 / 9,81 = 1,56$ т

$$V_{cp} = 4 \cdot 1,56 = 6,24 \text{ м}^3$$

Визначаємо вагу фундаменту

$$G_\phi = V_{cc} \cdot \gamma_\phi \quad (3.2)$$

де γ_ϕ - щільність бетону, приймаємо $\gamma_\phi = 2,2$

$$G_\phi = 6,24 \cdot 2,2 = 13,73 \text{ т}$$

Визначаємо розмір подошви фундаменту за формулами:

$$a'' = a' + 4\delta \quad (3.3)$$

$$b'' = b' + 4\delta \quad (3.4)$$

де a', b' - розмір фундаменту

$$\delta = 200 \text{ мм}$$

$$a'' = 2.2 + 4 \cdot 0.2 = 3 \text{ м}$$

$$b'' = 2 + 4 \cdot 0.2 = 2.8 \text{ м}$$

Визначаємо загальну висоту фундаменту:

$$h = \frac{V\phi}{a' \cdot b'} = \frac{6.24}{2.2 \cdot 2} = 1.42 \text{ м} \quad (3.5)$$

Визначаємо висоту підосви:

$$hn = (1/4 \div 1/5)h = 1/5 \cdot 1.42 = 0.28 \text{ м} \quad (3.6)$$

Визначаємо висоту фундаменту:

$$h\phi = h - hn = 1.42 - 0.28 = 1.14 \text{ м} \quad (3.7)$$

Розраховуємо необхідний обсяг бетону за формулами:

$$V_{(50)} = hn \cdot a'' \cdot b'' = 0.28 \cdot 3 \cdot 2.8 = 2.35 \text{ м}^3 \quad (3.8)$$

$$V_{(200)} = h\phi \cdot a' \cdot b' = 1.14 \cdot 2.2 \cdot 2 = 5.02 \text{ м}^3 \quad (3.9)$$

Розраховуємо додавання на ґрунт:

$$\rho = \frac{G_m + G_\phi + P_{max}}{a'' \cdot b''} + \sum \frac{M}{W} \leq [\rho] \quad (3.10)$$

де $[\rho]$ - допустимий тиск на ґрунт, приймаємо $[\rho] = 2 \text{ кг/см}^2$,

$$W = \frac{a' \cdot b'^2}{6} = \frac{2.2 \cdot 2^2}{6} = 1.47 \text{ м}^3 \quad (3.11)$$

$$\rho = \frac{1.56 + 13.73 + 0.45}{3 \cdot 2.8} + \frac{0.09}{1.47} = 1.93 \text{ т/м}^2 = 0.193 \text{ кг/см}^2 < [\rho]$$

Умова виконується.

3.3.3 Розрахунок фундаментальних анкерних болтів

Виходячи з умови стійкості

$$K_y = \frac{M_{вос}}{M_{опр}} \geq 1.4 \quad (3.12)$$

Момент перекидальний:

$$M_{пер} = M, \quad (3.13)$$

Момент відновлювального:

$$M_{відн} = Ga/2 + Q_{\sigma} \cdot a \cdot \Pi_{ряда} \quad (3.14)$$

Зусилля затягування болта визначається за такою формулою:

$$Q_{\sigma} = \frac{1,4M - Ga/2}{a - \Pi_{ряда}} = \frac{1,4 \cdot 0,45 - 1,56 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,2}{2,2 \cdot 4} = -0,123 T \quad (3.15)$$

В результаті обчислення посилення затяжки болта виявилася негативним це вказує на те, що обладнання можна встановлювати без закріплення, проте з метою захисту обладнання кріплять болтами відповідних габаритів обладнання. Приймаємо болт М20 для якого $d_1 = 18,27$ мм.

Визначаємо зусилля затягування для вибраного болта за формулою:

$$Q_{\sigma} = \frac{\pi d_1}{4} [\sigma_{\sigma}] \quad (3.16)$$

де $[\sigma_{\sigma}]$ - допустима напруга для матеріалу болта, приймаємо $[\sigma_{\sigma}] = 12$ кг/см²

$$Q_{\sigma} = \frac{3,14 \cdot 18,27}{4} \cdot 12 = 3144 \text{ кг} = 3,144 \text{ т}$$

3.3.4 Розрахунок площі основи прокладок

Площа нижньої прокладки розраховується за умови міцності бетону.

$$\sigma = \frac{\sum P}{A \cdot K} \leq [\sigma_{сп}] \quad (3.17)$$

де $\sum P$ – сумарний тиск на фундамент,

A - площа підкладки,

K - коефіцієнт контакту з фундаментом, $K = 0,5$

Сумарний тиск визначаємо за формулою:

$$\sum P = Q_{\sigma} + \frac{2M}{\phi * \Pi_{ряд}} + \frac{G_m}{\Pi_{болт}} + \frac{P_{тех}}{\Pi_{болт}} = 3,144 + \frac{2 \cdot 0,09}{2,2 \cdot 4} + \frac{1,56}{10} + \frac{0,45}{10} = 3,36 T \quad (3.18)$$

Площу прокладки визначаємо за формулою:

$$A = \frac{\sum P}{[\sigma]K} = \frac{3360}{200 \cdot 0,5} = 33,6 \text{ см}^2 \quad (3.19)$$

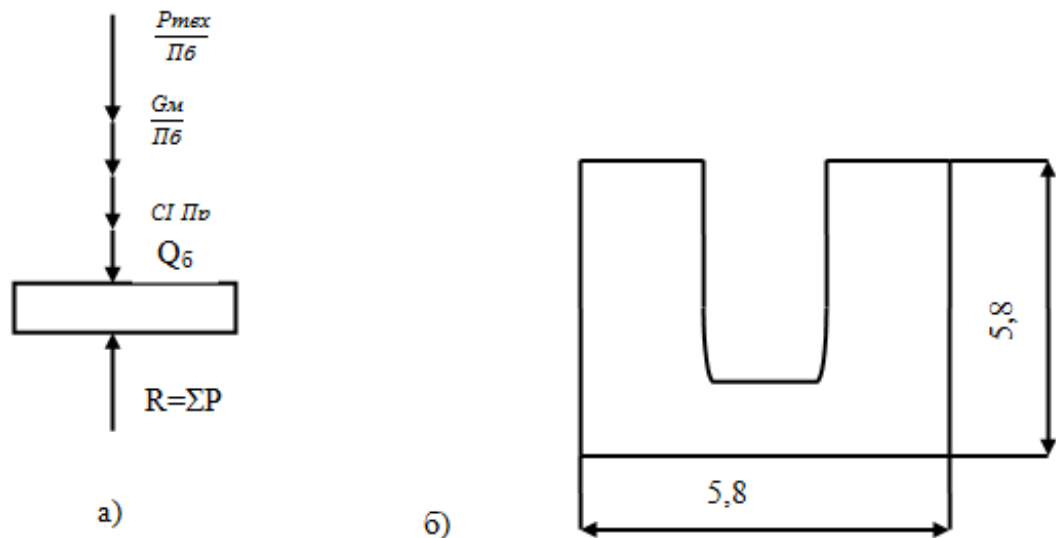


Рисунок 3.4 – а) – схема визначення площі підстави підкладки,,
б) – ескіз підкладки.

3.3.5 Такелажні роботи

Для обслуговування установки зневоднення шихти використовують електромостовий кран цеху №49 $Q=10T$

За допомогою вище вказаного крана здійснюється монтаж установки зневоднення шихти.

Підйом та встановлення електродвигуна та редуктора на раму здійснюються за допомогою стропувальних канатів, які мають бути випробувані та мати сертифікати.

Ув'язування електродвигуна здійснюється за монтажний ремболт, який розташований на корпусі електродвигуна. Стропування електродвигуна здійснюється в одну гілку. Натяг у галузі стропа буде відповідати масі двигуна $G_0=88 \text{ кг}=880 \text{ Н}$.

Розривне зусилля у гілки стропа:

$$P_n = S \cdot K_3 = G_0 \cdot K_3, \quad (3.20)$$

де K_3 - коефіцієнт запасу міцності стропа $K_3 = 6$

$$P_n = 880 \cdot 6 = 5280 \text{ Н} = 5,28 \text{ кН}$$

За розривним зусиллям приймаємо канат ЛК-0 конструкції 6x7(1+6)+1 о.с. ДОСТ 3069-80 $d_k = 11,5$ мм для якого $P_p = 10,15$ кН.

Монтаж редуктора приводу. Стропування здійснюють шляхом ув'язування стропувальних канатів за монтажні вуха.

Визначаємо натяг в одній гілці канату, задаючи загальну кількість гілок $m=2$ і кутом нахилу їх $\alpha=45^\circ$ до напрямку дії розрахункового зусилля P . Маса редуктора $G_p=71$ кг.

$$S = \frac{P}{m \cdot \cos \alpha} = \frac{71 \cdot 9,81}{2 \cdot \cos 45} = 492,5 \text{ Н} \quad (3.21)$$

Знаходимо розривне зусилля у гілці стропа.

$$P_k = S \cdot K_3 = 492,5 \cdot 6 = 2955 \text{ Н} = 2,95 \text{ кН} \quad (3.22)$$

Для зручності монтажу та скорочення номенклатури вибираємо той канат, що і для стропування двигуна з наступними характеристиками:

- тимчасове опір розриву 1915 МПа,
- розривне зусилля канату – 10,15 кН,
- діаметр канату - $d_k = 11,5$ мм,
- маса 100 м канату - 52,9 кг.

При монтажі елементів приводу, необхідно стежити за дотриманням співвісності отворів під болти кріплення і розструповки проводити при повній установці двигуна і редуктора.

Основні вимоги до монтажу:

- лінія тиску повинна проходити через точку зіткнення початкових кіл вінця і шестерні. Це виконується за умови, якщо відхилення від міжцентрової відстані не перевищує допустимих значень;

- вхід та вихід зубів із зачеплення повинні бути плавними, без ривків та заїдань. Плавна робота зачеплення можлива, коли геометричні розміри всіх зубів відповідають проекту.

Більшість зубчастих передач піддаються контрольній збірці на заводі - виготовлювача, тому їх монтаж включає лише повторне складання, гоночні та контрольні операції. Відповідальною операцією є посадка зубчастих коліс на вали. Нагрів коліс повинен бути рівномірним, інакше через надмірну концентрацію напруг можуть з'явитися температурні тріщини.

Для змонтованого зубчастого зачеплення передбачається контрольна перевірка плям контакту та радіального зазору, а також бічного зазору.

Зазори перевіряють непрямим чи прямим способом. При непрямому способі за допомогою рівнів (рисунок 3.1 а) вивіряють горизонтальність валів, а мікроштихмасами вимірюють міжцентрову відстань.

Перевірку зазорів у зачепленні прямим способом роблять за допомогою свинцевих відбитків. У зачеплення вводять дві свинцеві пластини (рисунок 3.1 б), товщину яких вибирають дещо більшу, ніж очікувані зазори.

Після прокатки між зубами пластини являють собою сукупність ділянок, що чергуються, товщина яких точно дорівнює дійсним зазорів в зачепленні (рисунок 3.1 в). Товщину свинцевих відбитків виміряють мікрометрами, індикаторами чи штангельциркулями з точністю до 0,02 мм. Аналіз розподілу зазорів зачеплення дозволяє виявити дефекти виготовлення та монтажу. При монтажі зустрічається два дефекти:

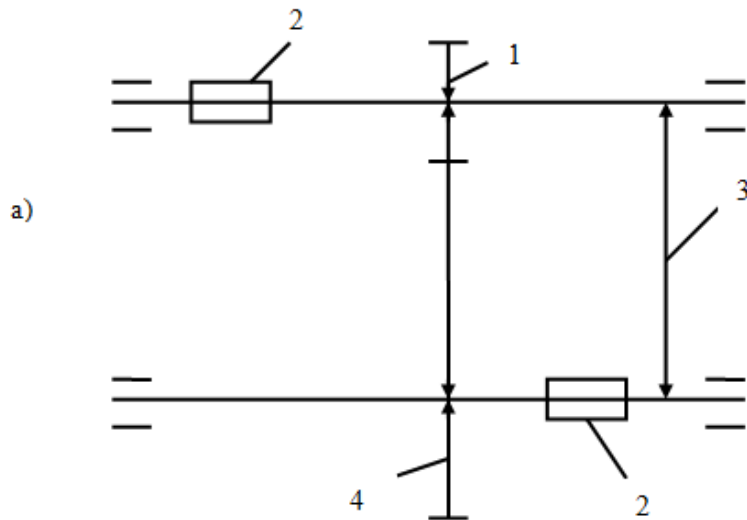
а) схрещування осей зубчастого вінця та шестерні (рисунок 3.1)

б) перекис осей (рисунок 3.2)

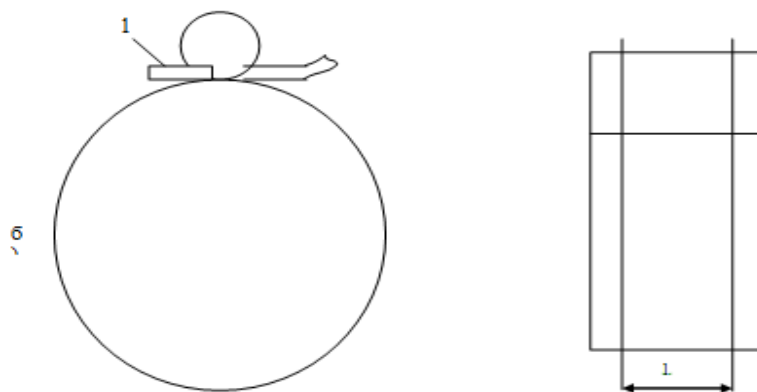
При монтажі зубчастих зачеплень перевіряють також ступінь контакту робочих поверхонь зубів при взаємному обкочуванні коліс. Якщо розміри п'ята контакти менші за допустимі, то зачеплення виправляють шабровою або обкатною із застосуванням пасти ГОІ. Обкатку виконують після остаточного збирання зубчастої передачі. За розташуванням п'ята

контакту на робочій поверхні зубів можна будувати висновки про наявні дефекти монтажу.

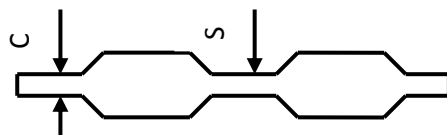
У таблиці 3.1 наведено технологічну карту модернізації приводу барабана.



1 – шестерня; 2 – рівень; 3 – мікроштихмаси; 4 – вінець.



1 – свинцовая пластина



c – бічний зазор на робочій стороні зуба; S – бічний зазор на холостий стороні зуба.

Рисунок 3.5 - Схема перевірки зазору.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА ЕЗПЕКА

4.1 Характеристика ступеня безпеки обраних технологічних процесів, рівня їхньої механізації та автоматизації

Технологічний процес на ділянці підготовки шихти цеху з виробництва феромарганцю (де змонтовано встановлення зневоднення шихти) полягає у вивантаженні шихтових матеріалів грейферним краном із залізничних вагонів, подальшим сушінням, зміщенням, дробленням та завантаженням в бункери дозувальних вузлів плавильних печей [19-23].

Усі перелічені операції переважно механізовані, але є роботи, пов'язані із застосуванням ручної праці. Це такі як очищення бункерів і залізничних вагонів, такелажні роботи пов'язані з вивантаженням і завантаженням коробів, ручне коригування положення цебра при її зважуванні на візках, обвалення склепіння шахти в бункерах, очищення живильників, дробарок та іншого обладнання.

На ділянці підготовки шихти працюють люди за такими професіями: бригадир ділянки та крановий машиніст – професії механізованої праці; випальники, шихтовщик – професії змішаної (механізованої та ручної) праці.

Достатньо повне уявлення про рівень механізації можна отримати шляхом визначення витрат (людини-годин) механізованої та ручної праці за формулою [19]:

$$B = \frac{M}{M + R} \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

де B – рівень механізації праці %;

M - сума людино-годин механізованої праці;

R – сума людино-годин ручної праці;

Підставляючи числові дані (4.1), проведемо розрахунок рівня механізації праці для професії випальника:

$$B = \frac{76,8}{76,8 + 19,2} \cdot 100\% = 80\%$$

Результати розрахунків рівня механізації праці інших професій зводимо в таблицю 4.1

Таблиця 4.1 - Розрахунок рівня механізації праці ділянки підготовки шихти цеху з виробництва феромарганцю.

№ п/п	Професія працівників	Штат робітників	Кількість відпрацьованих людино-годин в сутки			% механізованого труда
			вручну	За допомогою машин	всього	
1	Бригадир ділянки	1	-	8	8	100
2	Крановий машиніст	12	-	288	288	100
3	Випалювальник	4	19,2	76,8	96	80
4	Шихтовщик	10	96	144	240	60

4.2 Аналіз потенційних небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища

У виробничому приміщенні, де змонтовано установку зі зневоднення шихтових матеріалів, існують небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Причинами виникнення є: недосконалість технологічних процесів, незадовільний стан устаткування. Наявність небезпечних та шкідливих факторів:

- рухомі частини машин та механізмів;
- використання при сушінні шихти природного газу;
- електричний струм;
- запиленість приміщення;
- виробничий шум та вібрація;
- ненормальні метеорологічні умови (підвищена температура, протяги).

В умовах виробництва в даний час переважають роботи помірної потужності, які за величиною енерговитрат поділяють на три категорії – легкі, середньої важкості та важкі.

Робота випалювальника шихти відноситься до Пб категорії робіт за ступенем тяжкості, оскільки під час вимірів тяжкість та напруженість праці при роботі переважною участю м'язів плечового поясу становила 235 Вт.

При роботі зі встановлення зневоднення (сушіння) шихти найважливішою умовою, що попереджає загрозу вибуху, є недопущення утворення вибухонебезпечної суміші (5-15% природного газу в повітрі за обсягом). Природний газ є висококалорійним паливом, теплотворність 3400 кал. з питомою вагою 0,78 кг/м³ за 200С. Газ легший за повітря, просочуючись через не щільності в обладнаннях і газопроводах, піднімається і накопичується у верхніх частинах приміщень, що погано вентилуються. Природний газ не має запаху, кольору та смаку, але отруйний. При концентрації у приміщенні понад 0,5% діє організм людини задушливо.

Таблиця 4.2 - Склад природного газу.

Найменування компоненту	Хімічна формула	Об'ємний зміст, %	Характеристика
Метан	CH ₄	84-90	горить
Етан	C ₂ H ₃	4.5	горить
Тяжкі вуглеці	CH ₂	2.0	горить
Вуглекислий газ	CO ₂	0.1	не горить
Азот	N	0.5	не горить

За доступністю електрообладнання та за кваліфікацією персоналу УПШ належить до виробничого приміщення до 1000В. Приміщення УПШ є приміщенням з підвищеною небезпекою ураження людей електрострумом у зв'язку з наявністю великої кількості металевого пилу та струмопровідної (металеві плити) підлоги.

За результатами проведених вимірів випалювачі руди (шихти) мають право на пільгове пенсійне забезпечення за списком №1; одержують дієтичне харчування (0,5 літра молока за зміну); додаткова відпустка у розмірі 12 календарних днів. Також проводяться планові медичні огляди не рідше ніж 1

раз на рік, надається санаторно-курортне лікування для профілактики захворюваності.

4.3 Технічні рішення щодо виробничої санітарії

4.3.1 Об'ємно планувальні рішення будівель та споруд

Між підприємством та житловим районом створюється санітарно-захисна зона, ширина якої залежить від кількості шкідливостей, що викидаються підприємством у повітряний басейн. Відповідно до вимог санітарних норм встановлюють ширину санітарно-захисної зони залежно від класу підприємства, до складу якого входить цех, що аналізується.

Відповідно до нормативних вимог цех з виробництва феромарганцю розташовується з підвітряної сторони до житлового району. Ця умова задовольняється і за умови розташування цеху на генеральному плані заводу по відношенню до цехів [19-23].

Таблиця 4.4 - Ширина санітарно-захисної зони.

Клас підприємства	I	II	III	IV	V
Ширина санітарно-захисної зони, м	1000	500	300	100	50

Санітарні розриви між будівлями та спорудами цеху знаходяться в межах не менше як найбільшої висоти будівель, що протистоять.

На кожного працюючого доводиться:

- обсяг виробничого приміщення: норма – не менше 15 м^3 ; факт - 300 м^3 ;
- площа виробничого приміщення: норма – щонайменше $4,5 \text{ м}^2$; факт – 50 м^2 .

Висота виробничого приміщення ділянки підготовки шихти складає 17 метрів.

Площа скляних отворів становить 30% площі зовнішніх стін, у віконних отворах влаштовані стулки.

При розміщенні обладнання враховано вимоги щодо розміщення робочих місць. Всі майданчики на висоті більше 0,6 м від підлоги, сходи, отвори, люки огорожені поручнями заввишки не менше 1,2 метра з суцільною обшивкою внизу на висоту 0,14 метра, сходи мають ухил до горизонту не більше 600, тому ВАТ ЗФЗ належить до II класу з [18].

4.4 Заходи з техніки безпеки

Для забезпечення безпеки виробництва персонал повинен пройти навчання безпечним способам роботи, правилам поведінки при аварійних ситуаціях та правильного використання засобів індивідуального захисту.

Виробничі площі повинні мати достатні габарити, що дозволяють безпечно експлуатувати та обслуговувати обладнання. Усі рушійні частини обладнання повинні мати огорожі або сигналізації та блокування. Частини виробничого обладнання, що становлять небезпеку для людей, повинні бути пофарбовані в сигнальні кольори і на них повинні бути нанесені знаки безпеки. Сигнальні пристрої повинні бути встановлені в зонах видимості та чутності обслуговуючого персоналу.

Дуже важливо, щоб вимоги безпеки були чітко відображені у нормативно-технічній та технологічній документації, були затверджені показники безпеки – гігієнічні регламенти, методи, способи та процедури їхнього обов'язкового контролю. Забезпечення здорових та безпечних умов праці є однією з головних передумов підвищення продуктивності праці на виробництві.

4.5 Рішення щодо захисту навколишнього середовища

Для уловлювання утвореної на установці зневоднення шихти пилу застосовуємо групу з 4-х циклонів [23-25]:

- необхідно стежити, щоб у конічній частині циклону не накопичувався пил, слід своєчасно його видаляти;
- стандартні конструкції циклонів можуть працювати при температурі газу не вище 4000С та тиску не більше 2,5 кПа;
- при роботі на газі з високою температурою циклони всередині футерують вогнетривкими плитами, а вихлопну трубу виконують із жароміцної сталі. при низькій зовнішній температурі мінімальна температура стінки циклону має перевищувати температуру точки роси не менше ніж на 20-250С.
- Початкова концентрація для не злиплих пилів у циклонах діаметром 800 мм і більше допускається до 400 г/м³. Для злипаються пилів і циклонів менших розмірів концентрація пилу повинна бути в 2-4 рази нижчою;
- рекомендується встановлення циклонів перед вентиляторами, щоб останні працювали на очищеному газі та не піддавалися абразивному зносу.

Для встановлення зневоднення шихтових матеріалів необхідно вибрати циклон для знепилення зони роботи людей, перевірити його ефективність та визначити кінцеву запиленість газів за наступних вихідних даних:

$V_0=28800$ м³/ч – об'ємний расход при нормальних умовах;

$\rho_0=1,3$ кг/м³ – щільність газів при нормальних умовах;

$\mu =24,5 \cdot 10^{-6}$ Па·с – динамічна в'язкість газів при робочих умовах;

$T_2=110^0$ С – температура газів;

$P_{бар}=101,3$ кПа – барометричне тиск;

$P_ц =-6$ кПа – тиск в циклоні;

$Z_1=7$ г/м³ – початкова концентрація пилу в газах;

$\rho_n=7$ г/м³ – щільність частинок пилу.

Таблиця 4.4 – Дисперсний склад пилу.

d , мкм	<5	5..10	10..20	20..40	>40
Масова частка, %	10	8	8	28	46

Визначаємо щільність газів за робочих умов за формулою:

$$\rho = \rho_0 \frac{273(P_{бар} + P_{ц})}{(273 + T_2)101,3 \cdot 10^3}, \quad (4.2)$$

де ρ_0 – щільність газів за нормальних умов;

$P_{бар}$ - барометричний тиск;

$P_{ц}$ - дозвіл у циклоні;

T_2 – температура газів;

$101,3 \cdot 10^3$ - нормальний атмосферний тиск.

Підставляючи у формулу (7.2) числові значення, отримаємо:

$$\rho = 1,3 \frac{273(101300 - 6000)}{(273 + 110)101,3 \cdot 10^3} = 0,87 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Визначимо об'ємну витрату газів за робочих умов за формулою:

$$V = \frac{V_0 \cdot \rho_0}{\rho \cdot 3600}, \quad (4.3)$$

де V_0 – об'ємна витрата газів за нормальних умов.

Підставляючи у формулу (7.3) числові значення, отримаємо:

$$V = \frac{28800 \cdot 1,3}{0,87 \cdot 3600} = 11,9 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Вибираємо циклонний елемент діаметром 630 мм з розетною $\alpha=100$, тоді об'ємна витрата газів через який при оптимальній швидкості $W_{opt}=9,5$ м/с визначаємо за формулою:

$$V_1 = W_{opt} \frac{\pi D_{ц}^2}{4}, \quad (4.4)$$

де W_{opt} – оптимальна швидкість;

$D_{ц}$ – діаметр циліндра.

Підставляючи у формулу (7.4) числові значення, отримаємо:

$$V_1 = 9,5 \frac{3,14 \cdot 0,63^2}{4} = 2,95 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Визначаємо необхідну кількість циклонних елементів за формулою:

$$n = \frac{V}{V_1}, \quad (4.5)$$

Підставляючи у формулу (7.5) числові значення, отримаємо:

$$n = \frac{11,9}{2,95} = 4$$

За умовою компоновання групу з 4-х циклонів розмістимо в 2 ряди циклону. При такому компонованні швидкість газів у циклонному елементі визначимо за формулою:

$$W_{\text{ц}} = \frac{V}{0,785 \cdot D_{\text{ц}}^2 \cdot 4 \cdot \Pi_1}, \quad (4.6)$$

Підставляючи у формулу (7.6) числові значення, отримаємо:

$$W_{\text{ц}} = \frac{11,9}{0,785 \cdot 0,63^2 \cdot 2 \cdot 2} = 9,5 \text{ м/с}$$

Визначимо гідравлічний опір батарейного циклону за формулою:

$$\Delta P_{\text{ц}} = \xi \frac{W_{\text{ц}}^2 \cdot \rho}{2}, \quad (4.7)$$

де $\xi = 65$ - коефіцієнт місцевого опору циклонного елемента;

Підставляючи у формулу (7.7) числові значення, отримаємо:

$$\Delta P_{\text{ц}} = 65 \frac{9,5^2 \cdot 0,87}{2} = 2551,8 \text{ Па}$$

Визначимо коефіцієнт очищення газів в елементах зворотно-потокowego батарейного циклону користуючись схемою розрахунків, прийнятою для звичайних циклонів за формулою:

$$d_{50} = d_{50}^T \sqrt{\frac{D_{\text{ц}} \cdot \rho_n^T \cdot \mu \cdot W_{\text{ц}}^T}{D_{\text{ц}}^T \cdot \rho_n \cdot \mu^T \cdot W_{\text{ц}}}}, \quad (4.8)$$

де $d_{50}^T = 3,8$ – параметр, що характеризує ефективність вибраного типу циклонного елемента;

$D_{\text{ц}}; \rho_n; \mu; W_{\text{ц}}$ - величини, що відповідають дійсним умовам роботи циклонних елементів;

$D_{\text{ц}}^T; \rho_n^T; \mu^T; W_{\text{ц}}^T$ - величини, відповідні умовам, у яких отримано величина

d_{50}^T ;

Підставляючи у формулу (7.8) числові значення, отримаємо:

$$d_{50} = 3,8 \sqrt{\frac{0,63 \cdot 2200 \cdot 24,5 \cdot 10^{-6} \cdot 10}{0,63 \cdot 3800 \cdot 23,7 \cdot 10^{-6} \cdot 9,5}} = 3,05 \text{ мкм}$$

Величина X стосовно циклонів може бути визначена за формулою:

$$X = \frac{l_g \cdot d_m / d_{50}}{\sqrt{\sqrt{l_g^2 \sigma_{ch}} + l_g^2 \sigma_{ch}}}, \quad (4.9)$$

де d_m - середньо медіальний діаметр частинок пилу;

d_{50} - коефіцієнт очищення газів в елементах циклону;

$l_g^2 \sigma_{ch}$ - логарифм стандартного відхилення функції розподілу парціальних для даних циклонних елементів;

$l_g \sigma_{ch}$ - логарифм середньоквадратичного відхилення розміру частинок від середньо медіального діаметра;

Величина d_m і $l_g \sigma_{ch}$ визначаємо логарифмічно нормальної кривої розподілу частинок пилу за розмірами, побудованою з урахуванням даних дисперсного складу пилу.

Підставляючи у формулу (7.9) числові значення, отримаємо:

$$X = \frac{\lg 40 / 3.05}{\sqrt{0.46^2 + 0.7267^2}} = 1.299$$

Визначаємо для величини $X = 1,299$ значення $\phi(x) = 0,877$. Ступінь уловлювання пилу в батарейному циклоні становить 87,7%.

Відповідно до отриманих даних визначаємо кінцеву запиленість газів за формулою:

$$Z_2 = (1 - \eta)Z_1, \quad (4.10)$$

де Z_1 - початкова запиленість газів;

$\eta = \phi(x) = 0,877$ – ступінь уловлювання;

Підставляючи у формулу (7.10) числові значення, отримаємо:

$$Z_2 = (1 - 0,877) \cdot 7 = 0,861 \text{ г/м}^3$$

ВИСНОВКИ

1. Ознайомлення з технологічним та обладнанням цеху з виробництва феромарганцю на АТ ЗФЗ показало виявило незадовільну роботу установки зневоднення шихтових матеріалів, яка проявляється в інтенсивному зносі вузлів та деталей приводу сушильного барабана, а зокрема приводної цівкової пари, внаслідок чого виникають позапланові простої установки.
2. На основі проведеного огляду та аналізу технічної літератури встановлено, що для зневоднення (сушіння) шихти у світовій практиці використовуються різні конструкції машин, серед яких перевага надається установкам зневоднення барабанного типу, які мають ті ж недоліки, що й установки на АТ ЗФЗ .
3. Модернізація конструкції приводної евольвентної зубчастої пари дозволяє зменшити позапланові простої установки та збільшити термін служби зубчастої пари у 3..4 рази.
4. Виконані розрахунки на міцність та довговічність найбільш навантажених деталей вказують на досить високу працездатність та надійність приводу барабана.
5. Для забезпечення необхідних показників роботи установки слід врахувати вимоги її монтажу та експлуатації, які наведені в розділі 3.
6. Для поліпшення екологічного стану цеху необхідно збільшити продуктивність вентиляційного устаткування на 10..12%.
7. Результати роботи можуть бути використані не тільки на АТ ЗФЗ, а й на інших підприємствах чорної та кольорової металургії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційний сайт «АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «ЗАПОРІЗЬКИЙ ЗАВОД ФЕРОСПЛАВІВ»». URL : <http://zfz.com.ua>.
2. Запорізький завод феросплавів : вікіпедія.
URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/Запорізький_завод_феросплавів
3. Гребенник В.М., Іванченко Ф.К., Ширяєв В.І. Розрахунок металургійних машин та механізмів : навчальний посібник. Київ : Вища школа, 1988.448 с. ISBN 5-11-000063-8.
4. Гасик М.І., Лякишев В.І. Теорія і технологія електрометалургії феросплавів. Інтернет Інженірінг, 1999. 765с.
5. Гасик М.И., Ганцеровський О.Г., Овчарук А.Н., Рогачев И.П. Феросплави України. Дніпро : Системні технології, 2001. 143 с.
6. Гасик М.И., Лякишев Н.П. Теорія та технологія електрометалургії феросплавів : посібник. Інтернет Інжинирінг. 1999. 764 с.
7. Гасик М. И., Лякишев Н. П. Фізикохімія та технологія електроферосплавів : посібник. Дніпро: ГНПП «Системні технології». 2008. 453 с. ISBN966-8421-40-2.
8. Жук А.Я. Желябіна Н.К. Механічне устаткування цехів по виробництву металів та сплавів: Навчальний посібник. / Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 1998, - 216 с.
9. Жук А.Я., Малишев Г.П., Желябіна Н.К., Таратута К.В.. Технічне обслуговування металургійного обладнання. Видавництво «Кондор», 2017. 288 с. ISBN 978-617-7582-07-5.
10. Жук А.Я. Желябіна Н.К. Механічне устаткування цехів по виробництву металів та сплавів : навчальний посібник. Запоріжжя : Видавництво ЗДІА, 1998, 216 с.
11. Жук А.Я., Желябіна Н.К. Теорія і практика приводів. В 3-х книгах. Запоріжжя : ЗДІА, 2001. 398с.

12. Машини та агрегати металургійних заводів. В 3-х. Т.1. Машини та агрегати доменних цехів : посібник / Целіков А.И., Полухін П. М., Гребеник В.М та ін.. Металургія, 1987. 440с.
13. Машини та агрегати металургійних заводів. В 3-х т. Т.2. Машини та агрегати сталеплавильних цехів : посібник / Целіков А.И., Полухін П. М., Гребеник В.М та ін.. Металургія, 1988. 432с.
14. Машини та агрегати металургійних заводів. В 3-х т. Т. 3 Машини та агрегати для виробництва та оздоблення прокату : посібник / Целіков А.И., Полухін П. М., Гребеник В.М та ін.. Металургія, 1988. 576с.
15. ДСТУ 3548-97. Феросилікомарганець. Загальні технічні умови. Введений 01.07.1998 р. Чинний від 06.05.1997 р. № 245.
16. Білодіденко С.В., Біліченко Г.М., Гануш В.І. Періодичність діагностування механічних систем навчальний посібник. Дніпро НМетАУ, 2017. 8с.
17. Седуш В.Я. Надійність , ремонт і монтаж металургійних машин: підручник. Донецьк, 2008. 379с.
18. Жук А.Я., Малишев Г.П., Желябіна Н.К., Таратута К.В. Монтаж металургійного обладнання : навчальний посібник. Видавничий дім «Кондор», 2018. 382 с.
URL : http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2019/Zhuk_2018_330.pdf
19. Закон України № 2694-ХІІ «Про охорону праці». [Чинний від 14.10.1992].
20. Васильченко Т.О., Шевченко І.А., Гречаний М.О. Опір матеріалів : навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 263 с.
21. Офіційний сайт Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. URL : <http://www.dnopr.kiev.ua>
22. ДСТУ ISO 14001:2006. Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 14001:2004, IDT).
23. ДСТУ-II OHSAS 18001:2006. Система управління безпекою та гігієною праці. Вимоги (OHSAS 18001:1999, IDT).

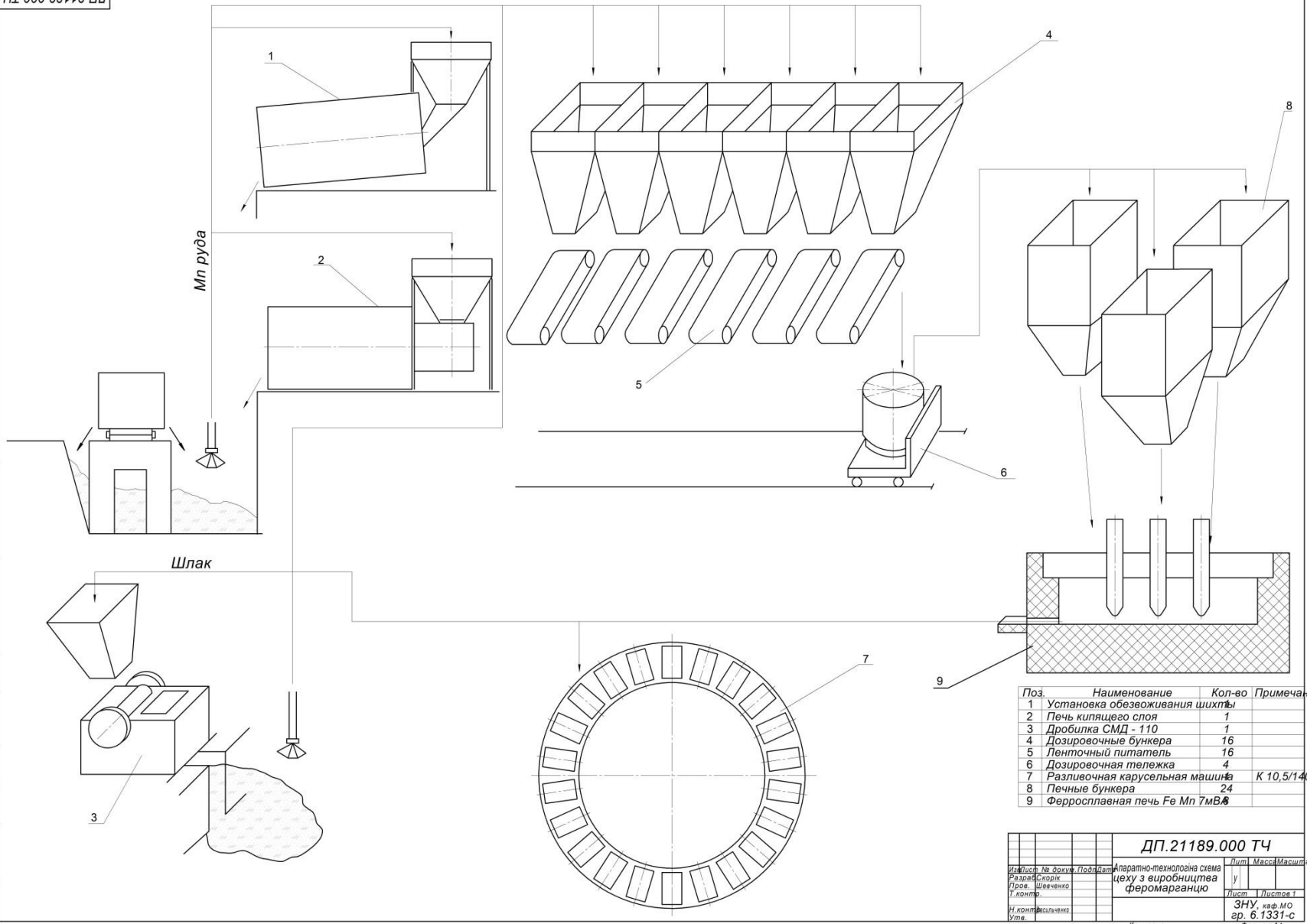
24. Охорона праці в галузі (для спеціальності «Металургія чорних металів») : навчальний посібник / В. П. Полетаєв, О. А. Крюковська / під ред. д.т.н., проф. А. П. Огурцова. Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2015. 363 с.
25. Жидецький В. Ц., Джигирей В. Ц., Мельников О. В. Основи охорони праці. Підручник. Львів : Афіша, 2001. 350 с.
26. Грибан В. Г., Негодченко О. В. Охорона праці : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2011. 280 с.

СПИСОК ВИКОНАНИХ КРЕСЛЕНЬ

№ п/п	Найменування	Кількість листів	Формат
1	План цеху з виробництва феромарганцю	1	A1
2	Установка зневоднення шихти	1	A1
3	Установка живильника КТ-5	1	A1
4	Бункер	1	A2
5	Сушільний барабан	1	A2
6	Корпус барабана	1	A2
7	Вінець зубчастий	1	A4
8	Сектор зубчастого вінця	1	A4
9	Шестерня	1	A4
10	Відсмоктування димових газів	1	A3

ДОДАТКИ

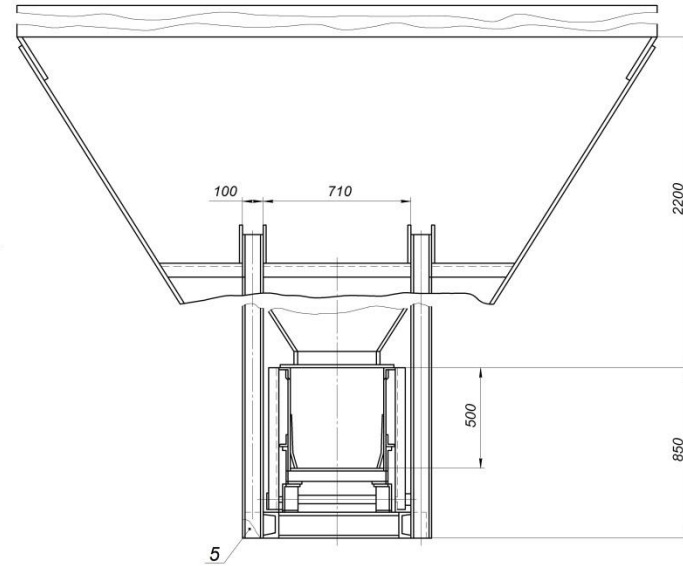
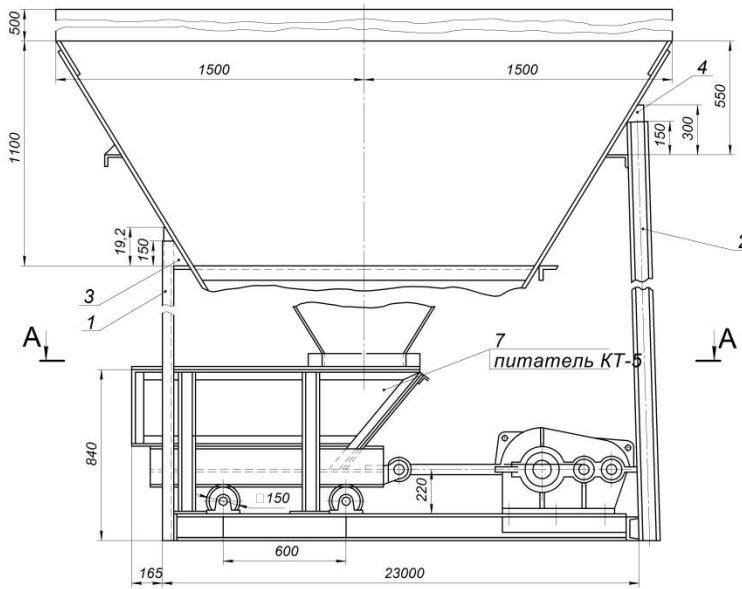
Дина. № 21189.000 ТЧ
 Форма, лист № 1
 Стр. № 1
 Форма, лист № 1



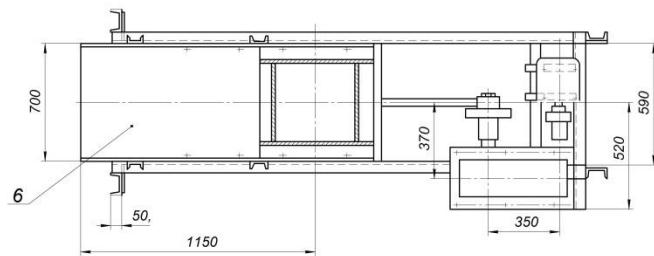
Поз.	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Установка обезжелезивания шихты	1	
2	Печь кипящего слоя	1	
3	Дробилка СМД - 110	1	
4	Дозировочные бункера	16	
5	Ленточный питатель	16	
6	Дозировочная тележка	4	
7	Разливочная карусельная машина	К 10,5/140	
8	Печные бункера	24	
9	Ферросплава печь Fe Mn 7мВ8		

ДП.21189.000 ТЧ			
Изм. №	Форм. Подп.	Дата	Лист
Разраб. /	Скорик		у
Проф. /	Шевченко		
Г. контр.			
Н. контр.			
Утв.			
Апаратно-технологічна схема цеху з виробництва феромарганцю			Лист 1
ЗНУ, каф. МО			Листов 1
ар. 6.1331-С			Формат АТ

Копировал



A-A



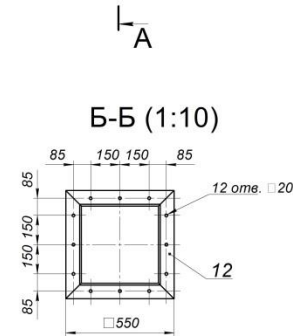
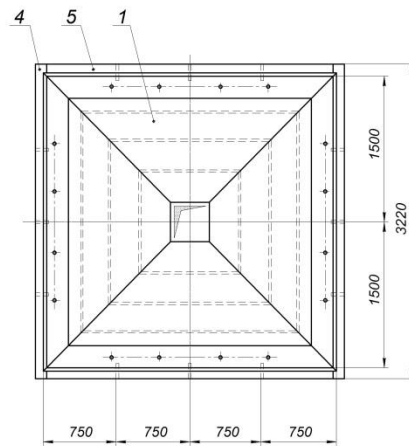
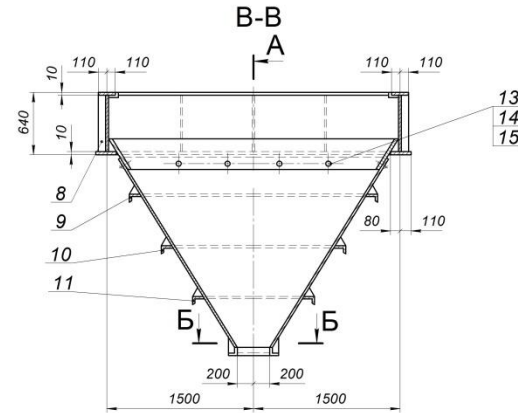
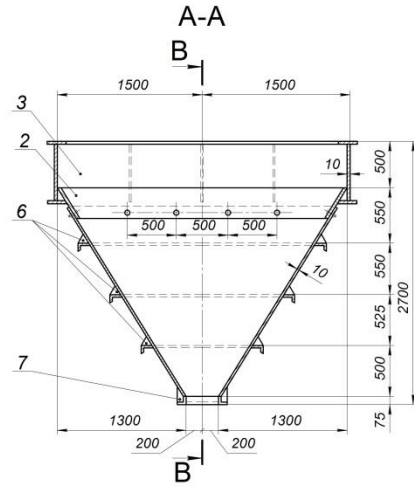
Технична характеристика

- | | |
|--|--------------|
| 1. Продуктивність, м ³ /4 | 0...55 |
| 2. Число двойних ходів лотка, кач./хв | 36 |
| 3. Максимальна крупність матеріалу, мм | 150 |
| 4. Хід лотка, мм | 0...190 |
| 5. Кут нахилу лотка, град | 0...5 |
| 6. Електродвигун | |
| 6.1. тип | A02-L1-L |
| 6.2. потужність, кВт | 4 |
| 6.3. число оборотів, хв ⁻¹ | 1450 |
| 6.4. напруга, В | 220/380 |
| 7. Редуктор | |
| 7.1. тип | РЦД-350-40-4 |
| 7.2. передаточне число | 40 |

ДП.21189.100 СБ

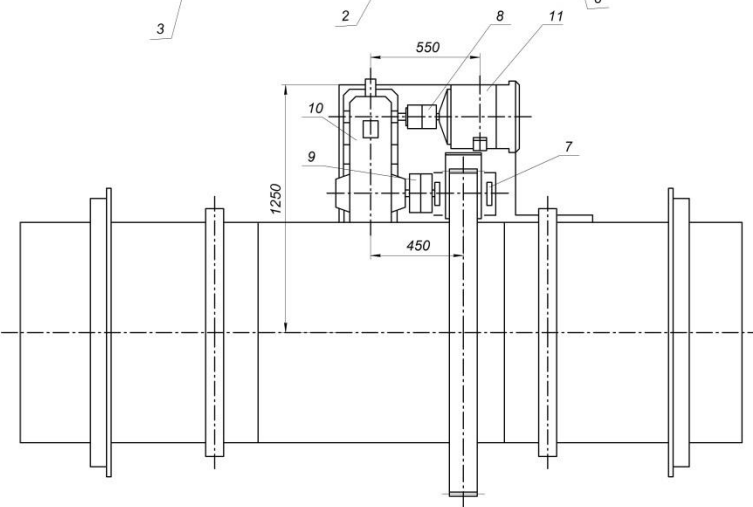
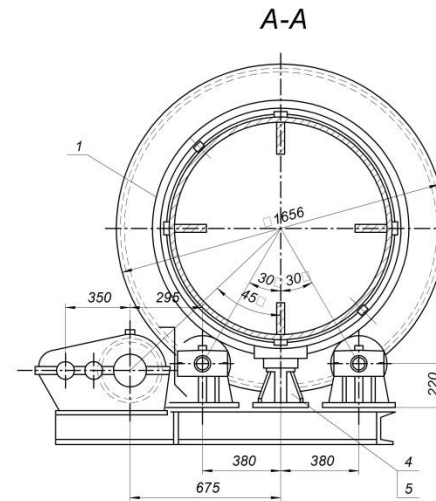
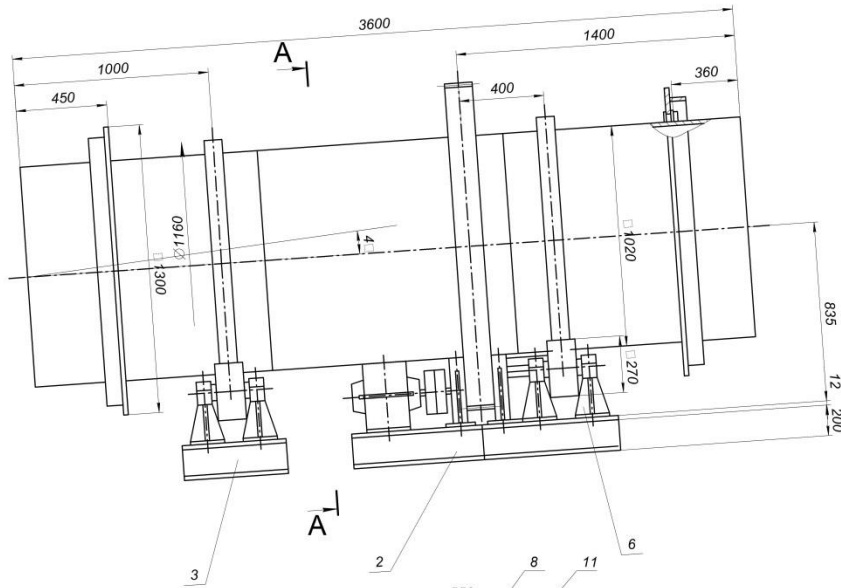
Лист	Масса	Масштаб
Установка		1:10
підателя КТ-5		
Складальне креслення		
Лист		Листов 1
ЗНУ Каф. МО		
Гр. 6.1331-с		
Формат А1		

Копіювал



Конструкція бункера зварна. Зварку виконати суцільним швом електродами Є42 ГОСТ 9467-75, висота і катет шву - по товщині поверхні, що зварюються.

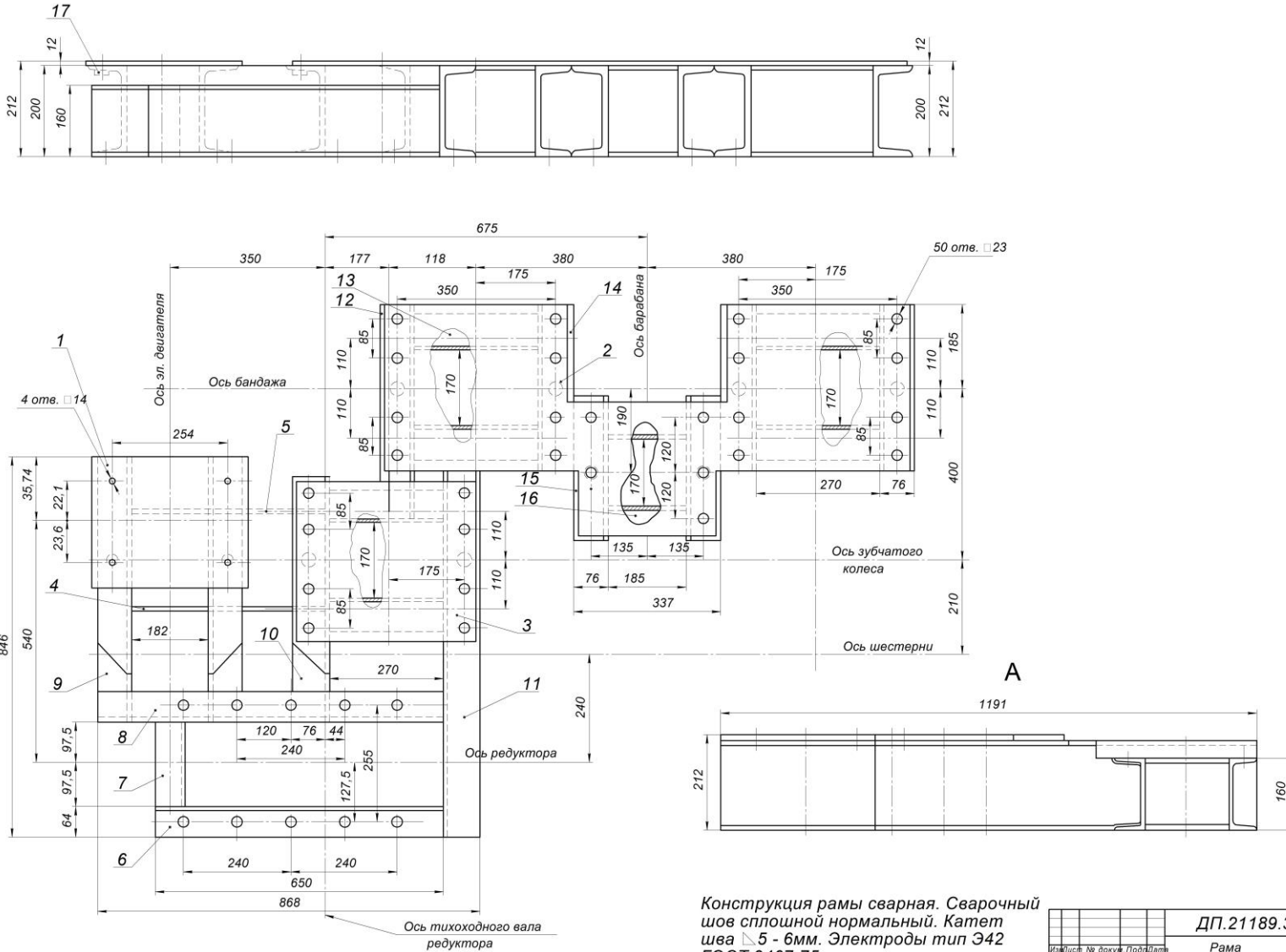
ДП.21189.210 СБ				Лист	Масштаб
Бункер				3310	1:20
Складальне креслення				Лист	Листове 1
ЗНУ, каф. МО				Гр. 6.1331-с	
Копіював				Формат А1	



- Технічна характеристика**
- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| 1. Продуктивність, т/ч | 8,7 |
| 2. Редуктор | |
| 2.1. тип | РЦД-350-40-2 |
| 2.2. передаточне число | 40 |
| 3. Електродвигун | АО2-51-6 |
| 3.1. потужність, кВт | 5 |
| 3.2. частота обертання, об/хв | 965 |
| 3.3. напруга, В | 380 |
| 4. Частота обертання барабана, об/хв | 4 |

Назва: Сушильний барабан складальний креслення
 Код: ДП.21189.200.СБ
 Стан: Ч.
 Дата: 12.2000

ДП.21189.200.СБ		Лист	Масштаб
Розробник	Сушильний барабан	у	1:10
Проєктувальник	Складальний креслення	Лист 2	Листов 6
Н.контр.		Гр. 6.1331-с	
Утв.		Копіював	Формат А1



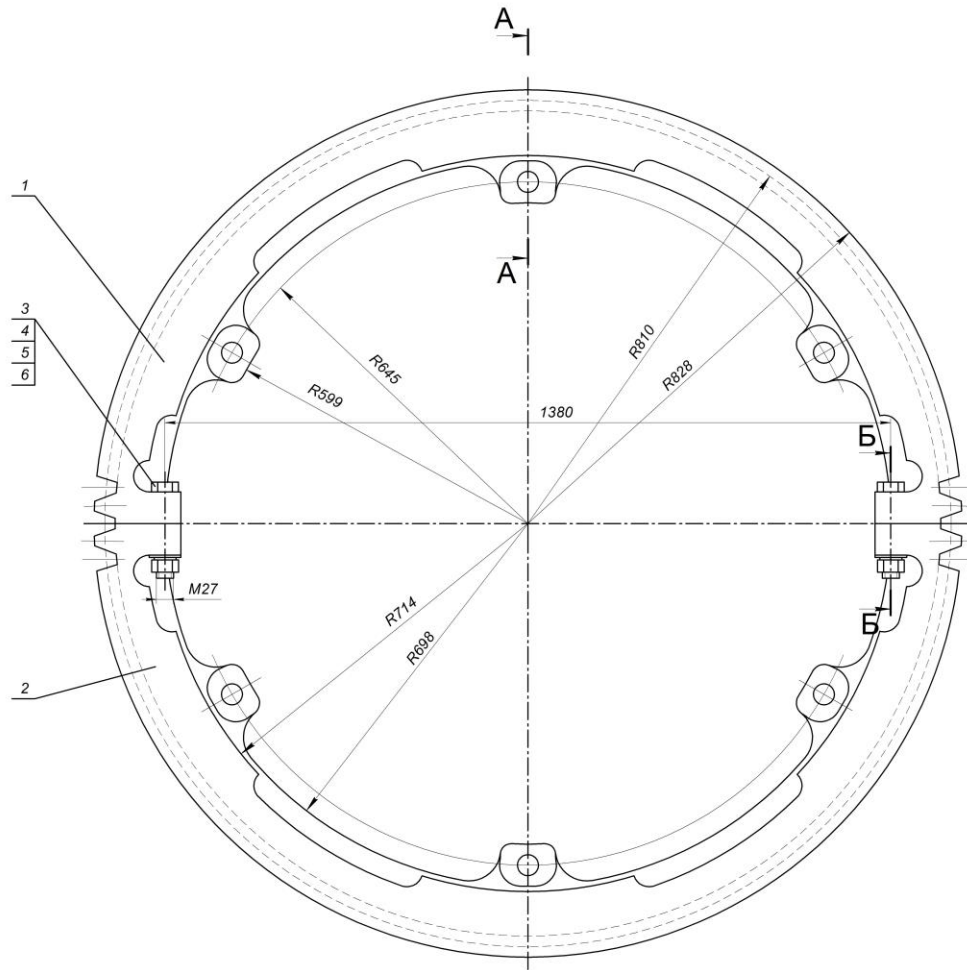
Конструкция рамы сварная. Сварочный шов сплошной нормальный. Катет шва 5 - 6мм. Электроды тип Э42 ГОСТ 9467-75

Имя, № подразделения и фамилия, Имя, № отдела/цеха, Имя, № должности, Подпись

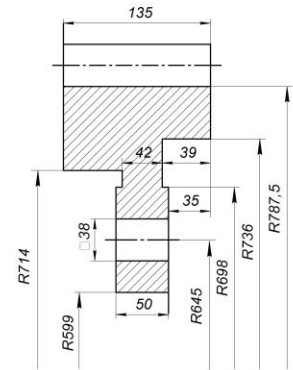
Слова, №, Подпись, Имя

ДП.21189.320 СБ			
Исполн.	№ докум.	Подпись	Лист
Резьба	Фторк	В.В.	205
Проект	Шевченко		1:4
Г.компр.			Лист
Н.компр.	Вольченко		Листов 1
И.компр.			ЭНУ
			каф. ИО
			Гр. 8-1321-С
			Формат А1

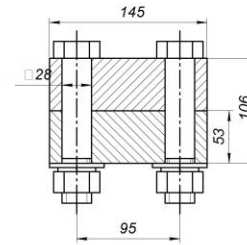
Копировал



A-A (1:2)



Б-Б (1:2)



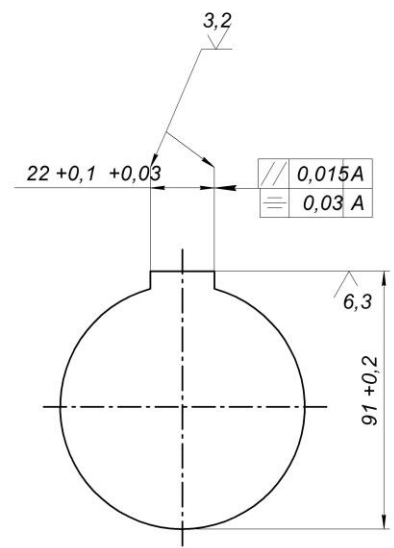
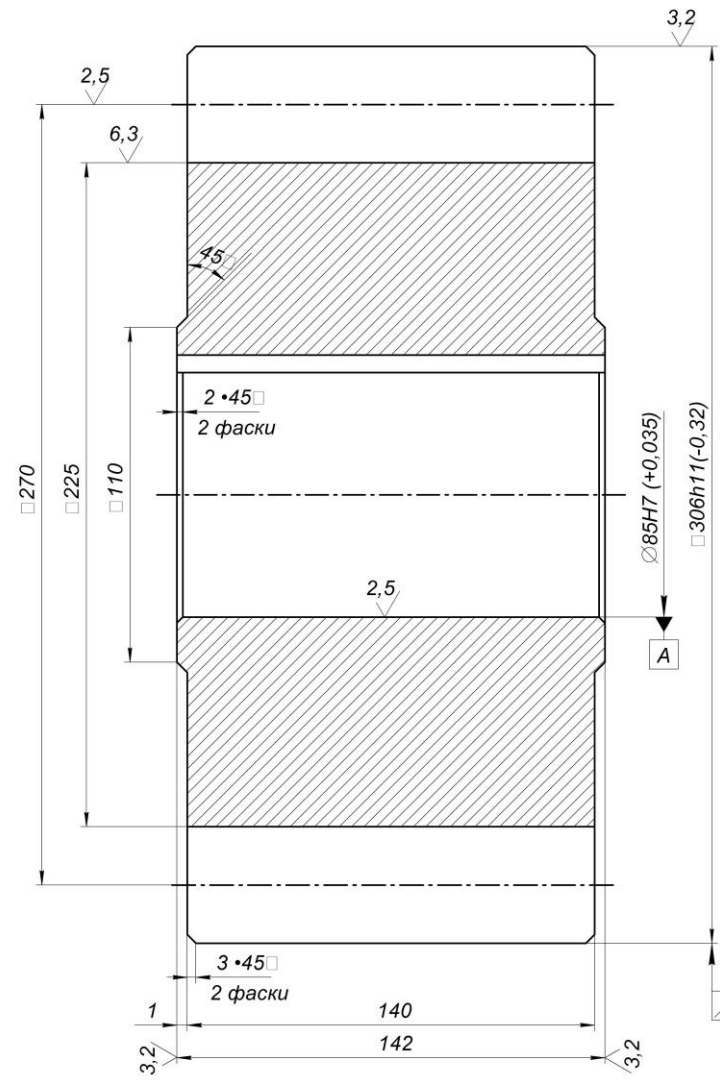
Имя, № подразделения и должности, и фамилия
 Слово, №
 Лист, общее количество листов

ДП.21189.330.СБ			Лист	Масштаб
Венець зубчастий			у	250 1:4
Складальне креслення			Лист 4	Листове в
Копіював			ЗНУ каф. МО Гр. В.1311-с Формат А1	

ДП.21189.302

12,5
√(√)

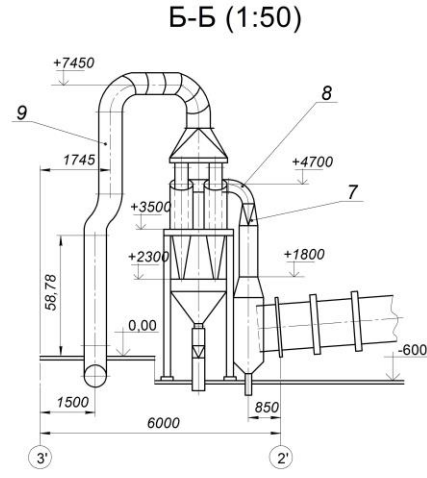
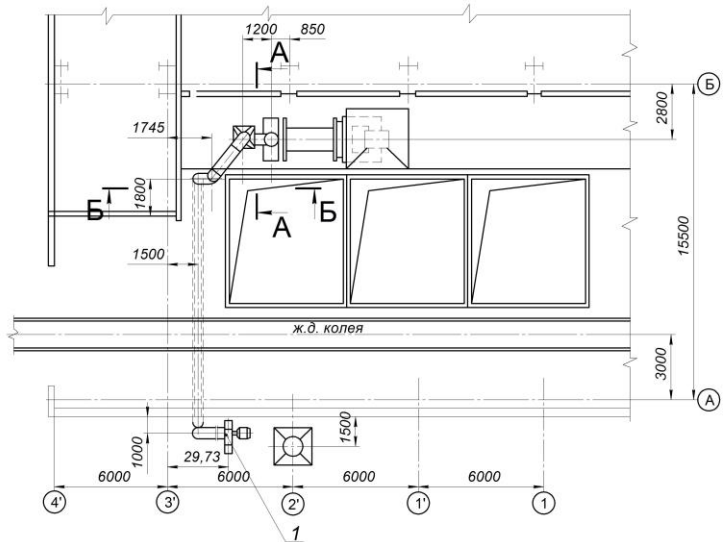
Справа № _____
Ліва № _____
Лист № _____
Всього листів _____
Дата _____
Лист № _____
Всього листів _____



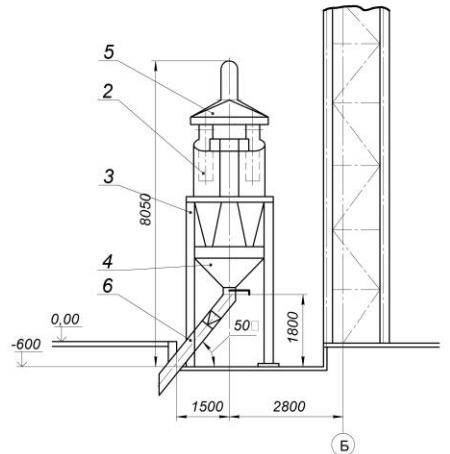
Модуль	<i>m</i>	18
Число зубьев	<i>z</i>	15
Нормальный исходный контур	ГОСТ 13755-81	
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	9-X
Толщина зуба по постоянной хорде	\bar{S}_x	24,429

1. Зубці 163....269 НВ.
2. Невказані граничні відхилення розмірів: $h14, \pm IT 14/2$

ДП.21189.302				Лист	Масштаб
Шестерня				у	69 1:1
Лист				Листов	
Гр. 6.1331-с				Формат А2	



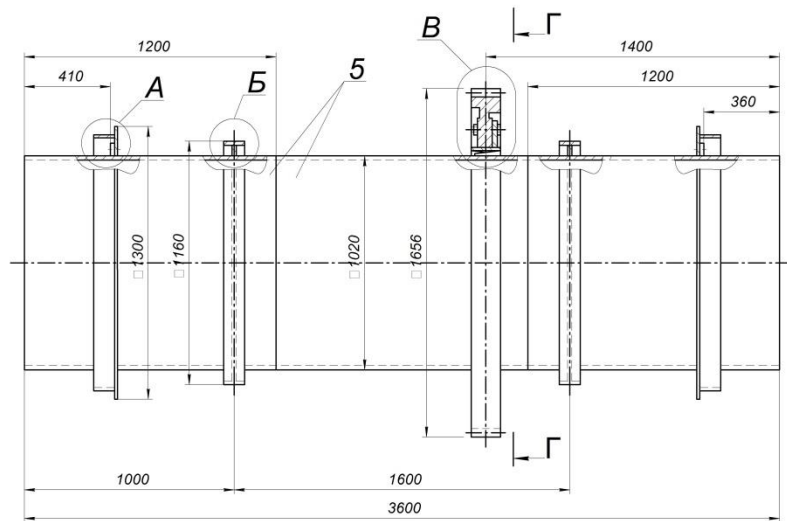
A-A (1:50)



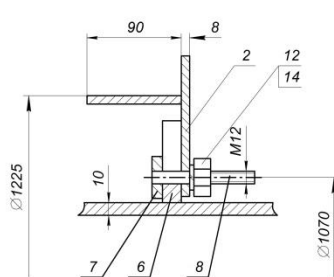
Лист № 01 из 01 листов в сборе
 Дата: 12.12.2012
 Стр. № 1 из 1
 Проект: ДП.21189.600.01

ДП.21189.600.01			
Исполн.:	Инженер	Проверен:	Инженер
Охрана труда		Лист 1 из 1	
Отсос дымовых газов		Масштаб 1:100	
И.контр.:		ЗНУ	
И.контр.:		кафедра ИО	
И.контр.:		Гр. 8-1333-с	
И.контр.:		Формат А1	

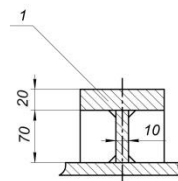
Копировал



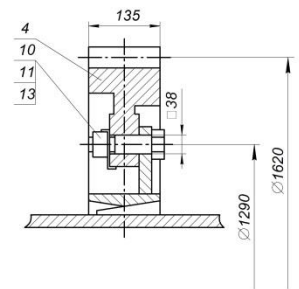
A (1:2)



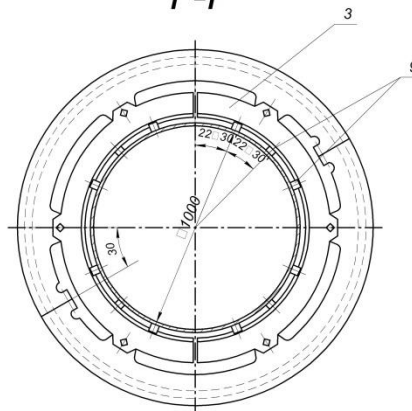
B (1:2)



B (1:4)



Г-Г



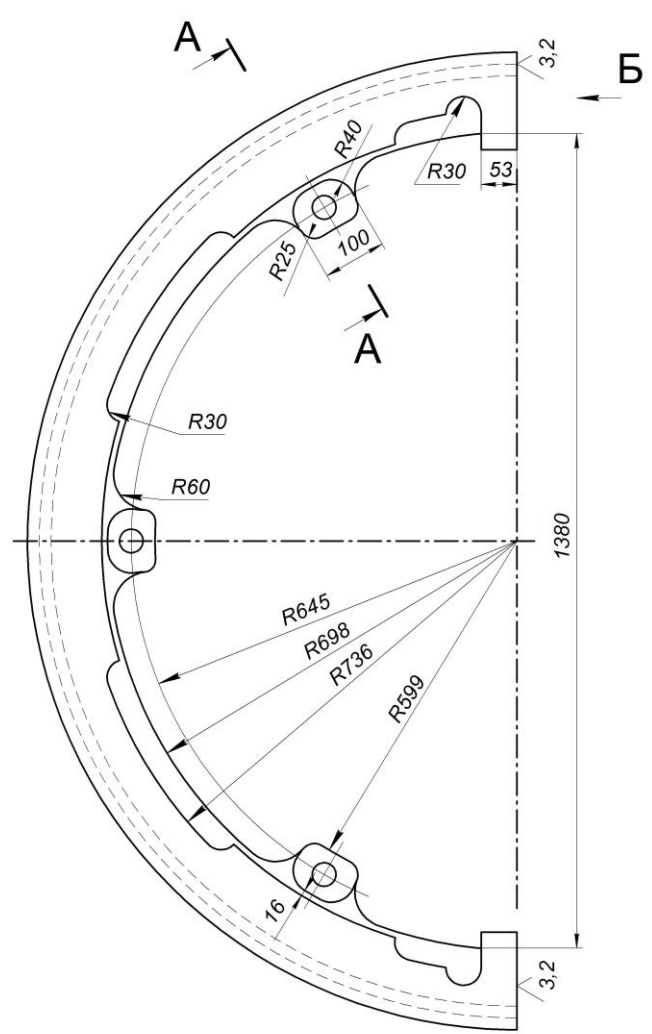
Лист № складського креслення і деталей
 Склад №
 Лист № докум. Подпись

		ДП.21189.310. СБ	
Лист	№ докум.	Подпись	Лист
Разраб	Скорик		у
Пров.	Шевченко		1566
Т.контр.			1:10
Н.контр.	Фольчак		Лист
Утв.			Листов
		ЗНУ, Каф. МО	
		Гр. 6.1331-с	
		Формат А1	

Копировал

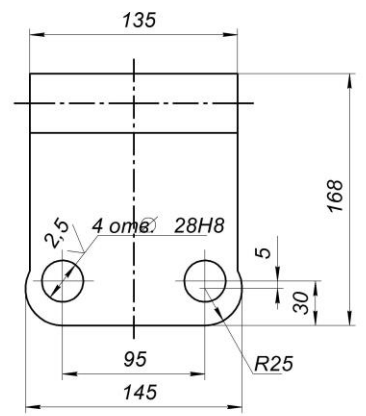
12,5
√(✓)

ДП.021189.301

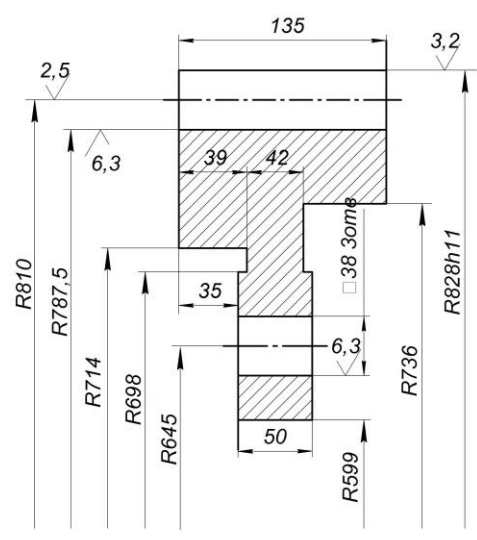


Модуль	<i>m</i>	18
Число зубьев секторного зубчатого колеса	<i>z</i>	45
Нормальный исходный контур	ГОСТ 13755-81	
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	9-X
Толщина зуба по постоянной хорде	<i>S_x</i>	24,429

Б (1:2)



А-А (1:2)



1. Зубці 170....217 НВ.
2. Неказані граничні відхилення розмірів: Н14, h14, +- IT 14/2

Имя, № подл. Подл. и дата Взам. инв. № дубл. Подл. и дата
Справ. №
Перв. примен.

ДП.021189.301			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп. Дат.
Разраб.	Скорик В.В.	Сектор зубчатого вiнця	
Пров.	Шевченко	Лит	Масса
Т. контр.		у	125
Н. контр.	Васильченко	Лист	Листов
Уте.		Гр. 6.1331-с	
Копировал		Формат А2	

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №		А1				<i>Документация</i>			
							<i>сборочный чертеж</i>		
							<i>Сборочные единицы</i>		
				1			<i>Установка отсоса дымовых газов</i>	1	
				2			<i>Разгрузочная камера</i>	1	
				3			<i>Установка обезвоживания шихты</i>	1	
				4			<i>Установка питателя</i>	1	
				5			<i>Камера сгорания</i>	1	
				6			<i>Установка вентиляционная</i>	1	
				7			<i>Горелка инжекционная</i>	1	
				8			<i>Течка</i>	1	
				9			<i>Течка</i>	1	
				10			<i>Вставка</i>	1	
			11			<i>Течка</i>	1		
			12			<i>Бункер</i>	1		
						<i>Детали</i>			
			13			<i>Труба</i>	1		
		КП.021189.100							
Ине. № подл. Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата				
	Розроб.	Скорік				Лист	Лист	Листов	
	Перевір	Шевченко				у	1	2	
Ине. № подл. Подп. и дата	Н. контр.	Уме				Установка зневоднення шихти			
						Гр. 6.1331-с			

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
							A1						
											Документация		
											Сборочный чертеж		
											Детали		
								1			Стойка	2	
								2			Стойка	2	
								3			Ребро	4	
								4			Ребро	2	
								5			Пластина	4	
								6			Плита	1	
											Прочие изделия		
								5			Питатель качающийся КТ-5	1	
ДП.21189.200													
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							Лист	Листов	
Розроб.	Скорік В.В.										V	1	
Перев.	Шевченко												
Н. контр.	Васильченко										Гр. 6.1331-с		
Утв.													

Копировал

Формат А4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	дубл.	Подп. и дата	Инв. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	
													Справ. №	
						A1				Документация				
										Сборочный чертеж				
										Детали				
							1			Стенка бункера	4			
							2			Боковина	4			
							3			Стенка вертикальная	4			
							4			Полоса	2			
							5			Полоса	2			
							6			Косынка	28			
							7			Косынка	8			
							8			Ребро	12			
							9			Пояс	4			
							10			Пояс	4			
							11			Пояс	4			
							12			Полка	4			
										Стандартные изделия				
							13			Болт М20 ×30.58 ГОСТ 7798-70				
							14			Гайка М20.58 ГОСТ 5915-70				
							15			Шайба 20.01 ГОСТ 11371-78				
										ДП.21189.110				
							Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата			
							Разраб	Скорік В.				Лист	Лист	Листов
							Пров.	Шевченко.				V		1
							Н.контр.					Бункер		
							Утв.							
										Копировал			Формат А4	

Инв. № подл. Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						A1						
										Документация		
										Сборочный чертеж		
										Сборочные единицы		
							1			Барaban	1	
							2			Рама привода	1	
							3			Рама	1	
							4			Упорный ролик	1	
							5			Кронштейн	1	
							6			Ролик опорный	4	
							7			Опора	2	
							8			Муфта	1	
							9			Муфта	1	
										Прочие изделия		
							10			Редуктор РЦД-350-40-2	1	
							11			Электродвигатель АО2-51 N=5кВт n=965 об/мин	1	
КП.021189.110												
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Сушильный барабан			Лит.	Лист	Листов		
Розроб.	Скорік В.В.							у		1		
Перевір	Шевченко											
Н.контр.					Гр. 6.1331-с							
Утв.												
Копировав										Формат А4		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №		A1				Документация			
						Сборочный чертеж			
						Сборочные единицы			
					1	Бандаж	2		
	2	Диск	2						
	3	Ступица	1						
	4	Колесо зубчатое	1						
Ине. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № дубл. Подп. и дата						Детали			
					5	Царга	3		
					6	Планка	24		
					7	Шайба	24		
					8	Шпилька	24		
					9	Клин	14		
					10	Болт	6		
					11	Шайба	6		
					Стандартные изделия				
					ДП.21189.310				
Изм. №		Лист № докум.		Подп.		Дата			
Разраб. Скорик В.В.		Пров. Шевченко		Н. конт. Васильченко		Утв.			
					Корпус барабана		Лит. Лист Листов у 1 2		
							Гр. 6.1331-с		
					Копирова		Формат А4		

Инв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № дубл. Подп. и дата	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				12		Гайки ГОСТ 5915-70 М12	
			13		М36	6	
			14		Шайба 12 ГОСТ 6402-70	24	
Изм					ДП.211895.310		Лист 2
Лист № докум.			Подп.	Дата		Копировал	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
							A1						
											Документация		
											Сборочный чертеж		
											Детали		
								1			Плита	1	
								2			Плита	1	
								3			Плита	1	
								4			Ребро	2	
								5			Перемычка	2	
								6			Балка	1	
								7			Перемычка	1	
								8			Балка	1	
								9			Балка	1	
								10			Балка	1	
								11			Балка	1	
								12			Опора	1	
								13			Перемычка	4	
								14			Опора	3	
								15			Балка	2	
								16			Перемычка	2	
								17			Накладка	40	
ДП.21189.320													
Рама приво- ду											Лист	Лист	Листов
Изм. Пуст. № докум. Подп. Дата											V		1
Разраб. Скорік В.В.													
Пров. Шевченко													
Н. контр. Васильченко													
Утв.													

Копировал

Формат А4

Инв. № подл. Подп. и дата	Взам. инв. № дубл. Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				A1							
								Документация			
								Сборочный чертеж			
								Детали			
					1			Сектор зубчатого колеса	1		
					2			Сектор зубчатого колеса	1		
					3			Болт	4		
								Стандартные изделия			
					4			Гайка М27 ГОСТ 5915-70	4		
					5			Шайба 27 ГОСТ 11371-78	4		
					6			Шайба 27Г ГОСТ 6402-70	4		
							КП.21189.130				
Изм. Лист № докум. Подп. Дата											
Разраб. Скорик В.В.											
Пров. Шевченко											
Н. контр.											
Утв.											
							Венець зубчастий		Лит. Лист Листов у 1 1		
									Гр. 6.1331-с		
							Копировав		Формат А4		

Инв. № подл.	Подп.	и дата	Зам.	инв.	Инв. № дубл.	Подп.	и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
										A1							
														Документация			
														Сборочный чертеж			
														<u>Детали</u>			
											1			Дымосос центробежный ДН-9	1		
											2			Циклон ЦН-11-630	1		
											3			Площадка	1		
											4			Бункер	1		
											5			Сборник	1		
											6			Течка			
											7			Переход	1		
											8			Воздуховод □ 310	1		
											9			Воздуховод □ 500	1		
													ДП.021189.500				
													Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата
													Рорзоб.	Скорік В.В.			
													Перев.	Шевченко			
													Н.контр.				
													Утв.				
													Охрана труда				
													Отсос димових газів				
													Лит.	Лист	Листов		
													V		1		

Копировал

Формат А4

