

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

ВАЩЕНКО
Олег Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему

*Механічне обладнання рудозбагачувальної фабрики №1 НКГЗК
ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Модернізація приводу магнітного сепаратору ПБМ 150/200*

(повна назва теми)

за матеріалами

Рудозбагачувальної фабрики №1 гірничого департаменту ПАТ «Арселор-Міттал Кривий Ріг»

(повна назва бази дослідження)

науковий керівник

асистент

(наук. ступінь, вчене звання)

(підпис)

Засельська Т. О.

(прізвище, ініціали)

Робота допущена до захисту в ЕК

Протокол засідання кафедри

від 23 січня 2026 р № 9

Завідувач кафедри

(підпис)

д.т.н., професор

(наук. ступінь, вчене звання)

В. Й. Засельський

(ініціали, прізвище)


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

Рівень вищої освіти _____ Другий (магістерський) _____

Спеціальність _____ 133 «Галузеве машинобудування» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ ІГМ _____



(підпис)

проф., д.т.н., Засельський В. Й.

(посада, вчене звання, прізвище ініціали)

« 20 » _____ ЖОВТНЯ _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА ЗДОБУВАЧА

Ващенко Олег Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи магістра

Механічне обладнання рудозбагачувальної фабрики №1 НКГЗК

ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Модернізація приводу магнітного сепаратора ПБМ 150/200

керівник кваліфікаційної роботи магістра *Засельська Т. О., асистент.*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи до кафедри 15.01.2026

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи магістра

Умови виробництва рудозбагачувальної фабрики №1 гірничого департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Конструкція та технічна характеристика вібраційного магнітного сепаратора ПБМ, інформація про недоліки конструкції.

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

4.1 Аналітична частина;

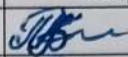


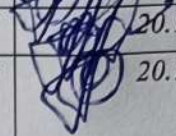

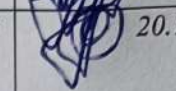
4.2 Основна частина;

4.3 Організація безпечного виробництва

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

4 аркуші формату А1 складальних креслеників: магнітний сепаратор ПБМ150/200; магнітний сепаратор ПБМ; привод сепаратора; рама; 1 аркуш А1 деталей: втулка, зірочка бистрохідна, зірочка тихохідна .

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

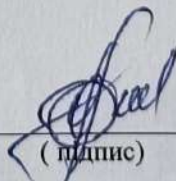
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина	Засельська Т. О., ас.	 20.10.25	 20.10.25
Основна частина	Засельська Т. О., ас.	 20.10.25	 20.10.25
Організація безпечного виробництва	Засельська Т. О., ас.	 20.10.25	 20.10.25

7. Дата видачі завдання 21 жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

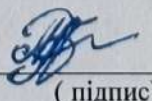
Здобувач (ка)


(підпис)

Ващенко О.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

Засельська Т. О.

(прізвище та ініціали)

Формат	Зміст	Поз.	Означення	Найменування	Кіл.	При- мітки
				<u>Документація</u>		
A4			KPM.133.26.04	Пояснювальна записка	70	
A1			KPM.133.26.04.01.00.00.000.B3	Загальний вид Магнітний сепаратор ПБМ	1	
				<u>Складальні креслення</u>		
A1			KPM.133.26.04.02.00.00.000.СК	Магнітний сепаратор Складальне креслення	1	
A1			KPM.133.26.04.03.00.00.000.СК	Привід	1	
A1			KPM.133.26.04.04.00.00.000.B3	Рама	1	
				<u>Деталі</u>		
A3			KPM.133.26.04.05.00.00.001.	Втулка	1	
A3			KPM.133.26.04.05.00.00.002.	Зірочка швидкохідна	1	
A2			KPM.133.26.04.05.00.00.003	Зірочка тихохідна	1	

KPM.133.26.04

Ізм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб		Ващенко		15.01.26
Перев.		Засельська		19.01.26
Н.конт		Засельська		21.01.26
Затв.		Засельський		23.01.26

Магнітний сепаратор
Відомість
кваліфікаційної роботи
магістра

Літ.	Аркуш	Аркушів
Д		1
ННТІ Кафедра ІГМ зр.ГМ-24м		

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 70 стор., 20 рис., 10 табл., 21 інформаційне джерело.

Об'єкт розробки – магнітний сепаратор ділянки сепарації рудозбагачувальної фабрики №1 НКГЗК ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Мета розробки – поліпшення умов праці працівників, які обслуговують машину за рахунок запровадження більш простішої схеми приводу сепаратора, змінення його розташування, підвищення надійності та довгостроковості роботи вузлів та деталей, зменшення витрат на ремонт за рахунок збільшення міжремонтного періоду роботи та витрат на закупівлю запасних частин.

Метод досліджень - аналітичний - визначення навантажень на робочі органи машини – барабан, вал барабану, з'єднання шпон та ін., розрахунок та підбір складових частин нової конструкції машини, розрахунок і вибір параметрів ланцюгової передачі приводу, розрахунок і вибір параметрів двигуна, циліндричного редуктора, муфт та перевірка міцності окремих деталей.

Запропоновано нову схему приводу сепаратора, встановлення спеціальної втулки на торцеву кришку барабана, яка дозволить закріпити консольно зірочку ланцюгової передачі що дає змогу розташувати елементи приводу сепаратора зовні барабана, розроблена ланцюгова передача приводу машини.

Розглянуто організацію ремонтних робіт на підприємстві, методи монтажу й контролю монтажу деталей і вузлів магнітного сепаратора. Запропоновано заходи щодо організації безпечного виробництва, які повинні виконуватися при експлуатації, обслуговуванні й ремонті машини.

Пропонована модернізація магнітного сепаратора дозволить зменшити трудомісткість робіт по ремонту та обслуговуванню сепаратора, зкоротити час затрачуванний на ці операції, збільшить міжремонтній цикл машини, поліпшить експлуатаційні характеристики.

Результати роботи можуть бути використані при модернізації різноманітних машин та агрегатів для збагачення залізної руди. Економічний ефект досягається від впровадження заходів щодо модернізації.

Ключові слова: МАГНІТНИЙ СЕПАРАТОР, ЛАНЦЮГОВА ПЕРЕДАЧА, ВТУЛКА, МАГНІТНА СИСТЕМА, СЕПАРАЦІЯ, ЦИЛІНДРИЧНИЙ РЕДУКТОР, ТИХОХІДНА ТА ШВИДКОХІДНА ЗІРОЧКИ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Характеристика рудозбагачувальної фабрики №1 НКГЗК ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг»	8
1.2 Призначення і область застосування магнітного сепаратора	13
1.3 Технічна характеристика машини.	13
1.4 Опис конструкції машини.	14
1.5 Аналіз недоліків в роботі машини. Можливі причини недоліків.	21
1.6 Формування мети та задач для її досягнення.	22
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	23
2.1 Аналіз стану існуючих інноваційних рішень	23
2.2 Пропозиції по досягненню поставленої мети	30
2.3 Аналітичні розрахунки	33
2.3.1 Визначення вихідних даних для розрахунків	33
2.3.2 Розрахунок потужності приводу	34
2.3.3 Силовий і кінематичний аналіз	35
2.3.4 Розрахунок і вибір елементів кінематичної схеми	37
2.3.5 Розрахунки на міцність	39
2.4 Монтаж, ремонт, змащення.	49
2.4.1 Способи доставки устаткування до місця монтажу	49
2.4.2 Технологічна карта монтажу	50
2.4.3 Заходи з технічного обслуговування магнітного сепаратора	54
2.4.4 Розробка графіка планово- попереджувальних ремонтів	56
2.4.5 Методи відновлення деталей	57
2.4.6 Вибір системи змащування	60
3 ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	63
3.1 Особливості ремонтних робіт з погляду на безпеку праці.	63
3.2 Засоби індивідуального захисту	65
3.3 Санітарно-побутові приміщення і пристрої	67
3.4 Пожежна профілактика	69
ВИСНОВКИ	71
Список використаних джерел	73

ВСТУП

ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» є найбільшим металургійним підприємством України та одним із провідних виробничих комплексів Європи з повним металургійним циклом. Частка комбінату у загальному обсязі випуску металопродукції в Україні перевищує 20%. Підприємство посідає провідні позиції серед вітчизняних металургійних заводів за рівнем прибутковості, рентабельності, а також за обсягами виготовленої та реалізованої продукції. Це зумовлює високий рівень інтенсифікації всіх технологічних процесів — від видобутку залізної руди до випуску готового металопрокату.

На збагачувальних фабриках гірничо-збагачувального комбінату здійснюється виробництво концентрату, який використовується для виготовлення агломерату. Технологічний процес отримання концентрату відзначається високою складністю та вимагає безперервної й надійної роботи обладнання. Особливо важливим є стабільне функціонування ділянки подрібнення руди, де застосовуються кульові млини та класифікатори.

Магнітний барабанний сепаратор з напівпротитечійною ванною та функцією часткового перечищення магнітного продукту типу ПБМ-ПП-150/200 використовується для мокрого магнітного збагачення сильномагнітних руд та матеріалів із розміром часток 0,2...0 мм. У результаті обробки відбувається розділення на два продукти: магнітний та немагнітний. ПБМ-П-150/200 – перша операція першої стадії збагачення.

На рудозбагачувальній фабриці №1 передбачено по одному сепаратору на два млини, тоді як фабрика №2, що є більш сучасною, має іншу організацію роботи. Така відмінність обумовлює необхідність підтримання обладнання в постійній працездатності з одного боку та підвищення продуктивності виробництва — з іншого [1].

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика рудозбагачувальної фабрики №1 НКГЗК ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг».

Видобувна та підготовча частина РЗФ №1 металургійного підприємства складається з:

- гірничозбагачувального комплексу;
- видобутку руди відкритим способом;
- дробильно-збагачувального комплексу;
- агломераційного комплексу.

Сировинна база комплексу представлена залізистими кварцитами Новокириворізького й Валявнинського родовища, що відпрацьовують двома кар'єрами: № 2-біс і №3. Основний мінерал залізистих кварцитів - магнетит. Зміст у руді заліза загального 33,4%, залізомагнітного - 23,93% [2] .

Виробництво руди відкритим способом, включає кар'єр № 2-біс із веденням гірських робіт на 10 обр'ях от +42м до -90р. Проектна потужність ЦПТ-2 по руде становить 9,5 млн.т. Кар'єр №3 з веденням гірських робіт на 16 обр'ях з +90м до -165р. Проектна потужність ЦПТ-3 по руде становить 22,0 млн.т. Залізородна гірська маса гірничотранспортним цехом доставляється на дробильно-перевантажувальні пункти, де виробляється дроблення сирової руди от 1200 мм до 400 мм і її транспортування з нижніх обр'їв на денну поверхню для подальшої переробки. Дробильно-збагачувальне виробництво забезпечує дроблення й збагачення залізистих кварцитів і виробництво залізородного концентрату зі змістом заліза загального до 66% в обсязі 9,5 млн.т за годину на двох чергах [2] .

Агломераційне виробництво представлено трьома цехами: зпикальним №1 і №2 і шихтопідготовки продуктивністю 8,1 млн.т багатокomпонентного агломерату. Основною сировиною, використовуваною при агломерації, служить залізородний концентрат., що надходить зі збагачувальних фабрик, а також:

аглоруда зі змістом заліза 52,5%; марганцевий концентрат; вапняки. Одержуваний агломерат поставляється ж/д транспортом і стрічковим конвейером на доменні печі комбінату.

Шахтоуправління по підземному видобутку руди. Гірські роботи в гірському відводі рудоуправлінні ім. Кірова початі у вересні 1887 року рудником Гаяновського.

До складу підприємства підрозділ увійшов у квітні 2001 року як шахтоуправління по підземному видобутку руди. Шахтоуправління розробляє родовище залізних руд підземним способом на обр'ях 955 і 1045 м з одержанням кінцевого продукту руди агломераційної.

Гірничо-збагачувальний комплекс, що входить до складу ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», представлений кар'єрами, де проводиться здобич залізняка відкритим способом; дробильними фабриками і збагачувальними фабриками, що проводять переробку і збагачення здобутої на кар'єрах руди.

Рудозбагачувальна фабрика №1 НКГЗК введена в експлуатацію в 1959 році, кількість секцій 9.

Початковою сировиною для РЗФ-1 НКГЗК є роздрібнювана руда.

Технічні вимоги на роздрібнювану руду регламентуються стандартом підприємства, що діє, «Технічні вимоги на сиру і роздрібнювану руду, концентрат і підготовку шихтових матеріалів для агломерації».

Проектна потужність по переробці руди 15,2 млн. тонн в рік, по виробництву концентрату 6,2 млн. тонн в рік.

Технологічна схема збагачення магнетитових залізистих кварцитів передбачає:

- подрібнення роздрібнюваної руди в кульових млинах МШЦ 3600*5000 перша стадія, що працюють в замкнутому циклі з двоспиральним класифікатором 2КСН-30. Схема ланцюга апаратів приведена в таб. 1.2, короткі характеристики основного устаткування дані в таб. 1.1 [1,2];

- збагачення зливів класифікаторів в першій стадії магнітної сепарації на сепараторах типу ПБМ-П(пп)-150/200 (поз.6) або MR 9/25 з виділенням промпродукта (магнітного продукту) і відвальних хвостів;

- домелення промпродукта (магнітного продукту) першої стадії магнітної сепарації в другій стадії подрібнення в кульових млинах МШЦ 3600*5500 (поз.10), що працюють в замкнутому циклі з гідроциклонами ГЦ-500;

- збагачення зливів гідроциклонів в другій стадії магнітної сепарації на сепараторах ПБМ-П(ПП)-150/200 або MR 9/25 з виділенням промпродукта (магнітного продукту) і відвальних хвостів;

- домелення промпродукта (магнітного продукту) другої стадії магнітної сепарації в кульових млинах третьої стадії подрібнення МШЦ 3600*5500, що працюють в замкнутому циклі з гідроциклонами ГЦ-500;

- збагачення зливу гідроциклонів в третин стадії магнітної сепарації на сепараторах ПБМ-П(ПП)-150/200 (поз. 18) або MR 9/25 з виділенням концентрату, промпродукта і відвальних хвостів;

- обезводнення концентрату на дискових вакуум-фільтрах ДШ 100-2,5 (поз.20). Продуктами фільтрації є концентрат, поступаючий на склад і фільтрат, який повертається в процес;

- складування і відвантаження концентрату.

Для проведення ремонтних і складальних робіт, ділянка подрібнення, а також ділянки сепарації і сушки концентрату, оснащені наступними вантажопідійомними кранами [2,3] :

- електромостовий кран №2 Q = 250/5 т;

- електромостовий кран №3 Q = 500 т;

- електромостовий кран №4 Q = 15 т.

Характеристика основного устаткування РЗФ №1 наведено в таблиці 1.1. [2,3]

Таблиця 1.1

Характеристика основного устаткування РОФ-1 НКГЗКа

№ пп	Найменування устаткування і технічні показники	Одиниця вимірювання	Кількість	Тип електродвигуна
1	2	3	4	5
1	Мельн.МШЦ-3600*5000 Рабочий объем Частота вращения Масса шаровой загрузки	Шт. м ³ об/хв т	18 45,0 17,95 100,0	ДС3260-49-32, 1250кВт
2	Классиф. 2КСН3,0*12,5 Длина спирали Диаметр спіралі	шт мм мм	9 12500 3000	АМУ250-8/4, 37/55 кВт
3	Мельн.МШЦ-3600*5500 Рабочий объем Частота вращения Масса шаровой загрузки	шт м ³ об/хв т	18 50,0 18,12 100	ДС3260-49-32, 1250 кВт
4	Гидроциклон ГЦ-500 Объемная производител. Размеры насадок: -сливных -песковых второй стадии третьей стадии -питающих Давление на входе	шт м ³ мм мм мм мм Мпа	112 150 110 55*65 45*55 140*40 0,2	
5	Магнитный сепаратор Магнитная индукция Рабочий зазор Хвостовая щель Производительность Расход воды Удельная производител. Первая стадия Вторая стадия Третья стадия	шт Тл мм мм т/ч м ³ /ч т/ч*м т/ч*м т/ч*м	168 0,16 40 20-40 40...90 15-20 19-24 12-18 9-12	4АММ-1001, 4 кВт, 1000об/хв
6	Вак.-фильтрДШ-100-2,5 Производительность Фильтрующая поверхн. Число дисков	шт т/ч м ² шт	23 100 100 12	ПБ-2П, 4,75 кВт, 1500 об/хв
7	Вакуум-насос ВВН2-300 Производительность	шт м ³ /сек	10 5,33	СДМ 215/26- 24У4 473,6кВт

Специфікація устаткування РЗФ 1 НКГЗКа

№пп	Найменування устаткування
1	Конвеєр-живильник В=1000
2	Конвеєр нахилений В=1000
3	Млин МШЦ-3600*5000
4	Класифікатор 2КСН-30
5	Пульподелитель трьохструйний
6	Магнітний сепаратор ПБМ-П-150/200 (ПБМ-ПП-
7	150/200)
8	Зумпф другої стадії змелення
9	Насос 8ГрК-8
10	Гідроциклон ГЦ-500
11	Млин МШЦ-3600*5500
12	Пульподелитель чотиреструйний
13	Магнітний сепаратор ПБМ-ПП-150/200
14	Зумпф третьої стадії збагачення
15	Насос 8ГрК-8
16	Гідроциклон ГЦ-500
17	Млин МШЦ-3600*5500
18	Пульподелитель чотиреструйний
19	Магнітний сепаратор ПБМ-ПП-150/200
20	Пульподелитель чотиреструйний
21	Вакуум-фільтр ДШ-100-2,5
22	Конвеєр транспортування концентрату В=1000

1.2 Призначення і область застосування магнітного сепаратора

Сепаратор магнітний барабанний з напівпротитечійної ванни і з можливістю часткового перечищення магнітного продукту ПБМ-ПП-150/200 призначений для збагачення методом мокрої сепарації сильномагнітної руди і матеріалів розміром 0,2...0 мм з розділенням на два продукти: магнітний і немагнітний.

Сепаратор застосовується на збагачувальних фабриках.

Операції магнітного збагачення здійснюються в сепараторах типу:

ПБМ-П-150/200 – перший прийом першої стадії;

ПБМ-ПП-150/200 – другий прийом першої стадії, друга, третя стадії.

Дана машина є конструкцією, що складається з приймальних жолобів, ванни рамного типу, барабана з неіржавіючої сталі футерованого зносостійкою гумою, магнітної системи, змонтованої усередині приводного барабана і приводного вузла, що знаходиться також усередині барабана і змонтованого на рамі магнітної системи. Початковим живленням служить пульпа, що складається на 60% з технічної води і 40% подрібненої руди класу мінус 0,074 мм. Така концентрація досягається шляхом підтримки водного режиму в системі млин-насос-гідроциклон, оптимального заповнення тілами, що мелють, і строгого дотримання режиму роботи гідроциклонів (щільність живлення, діаметр пескових насадок, щільність зливу, кількість працюючих гідроциклонів). [3].

1.3 Технічна характеристика машини.

Таблиця 1.3

Технічна характеристика сепаратора

Найменування	Величина
Продуктивність, т/ч, не менше: при розмірах початкового живлення -0,2+0 мм і змісті твердого в пульпі 20%	40
при розмірах початкового живлення -1,0+0 мм і змісті твердого 40%	150
Діаметр робочої частини барабана, мм Граничне відхилення $\pm 5\%$	1500

Продовження таблиці 1.3

Довжина барабана (включаючи реборди), мм Граничне відхилення $\pm 10\%$	2000
Довжина робочої частини барабана (виключаючи реборди), мм	1836
Частота обертання барабана, об/хв	20
Номінальна потужність електроприводу барабана, кВт	4
Напруженість магнітного поля в робочій зоні, кА/м на поверхні барабана, проти геометричного центру полюсів, виключаючи периферійні ряди, не менше на відстані 50 мм від поверхні барабана, проти геометричного центру полюсів, не більш	127,4 55
Габаритні розміри, мм, не більш Довжина (уздовж осі барабана) Ширина Висота	3200 2900 2700
Маса сепаратора без пускорегулюючої апаратури, кг	6700
Коректований рівень звукової потужності, дБа, не більш	100

1.4 Опис конструкції машини.

Сепаратор (рис. 1.1) складається з наступних основних частин: приймача 1, розподільника 2, приймального короба 3, ванни 4, рами 5, барабана 6, колектора 7, змива 8, колектора 9, що подає воду на розрідження живлення, показчика рівня масла 11 в мотор-редукторі приводу барабана і пристрою 12 для установки і регулювання кута нахилу магнітної системи [4] .

Сепаратор комплектується приймачем встановленим своїм фланцем на коробі 3. Приймач служить для прийому початкового живлення і попереднього розподілу його по довжині ванни (барабана). Приймач виконаний зварним з листової сталі у вигляді прямокутної ємкості, закритою зверху знімною кришкою. Довга бічна стінка приймача забезпечена впускним похилим патрубком прямокутної форми для приєднання жолоба, що подає живлення в сепаратор. У днищі приймача є два випускні вікна, через яких живлення поступає в розподільник. Випускні вікна в днищі приймача закриті знімною сіткою, що дозволяє виключити попадання крупних предметів у ванну сепаратора. З метою оберігання від зносу абразивними частинками живлення внутрішня поверхня

приймача футерована зносостійкою гумою. З цією ж метою напроти впускного патрубку в приймачі встановлена знімна вставка, яка у міру зносу може бути замінена.

Під кожним приймачем на кронштейнах у внутрішній порожнині короба 3 встановлений розподільник 2 ночвоподібної форми, виконаний зварним з листової сталі і футерований зносостійкою гумою. Він служить для рівномірного розподілу живлення по довжині ванни (барабана) сепаратора, яке досягається за рахунок переливу живлення з розподільника через його низький горизонтальний борт.

Короб 3 (див. рис. 1.1) з'єднується з ванною 4 за допомогою фланця біля випускного вікна і служить для подачі в неї живлення сепаратора. У коробі встановлений розподільник 2, а над ним – приймач 1. Шляхом переливу через горизонтальну кромку випускного вікна короба досягається рівномірний розподіл живлення по довжині ванни (барабана) сепаратора.

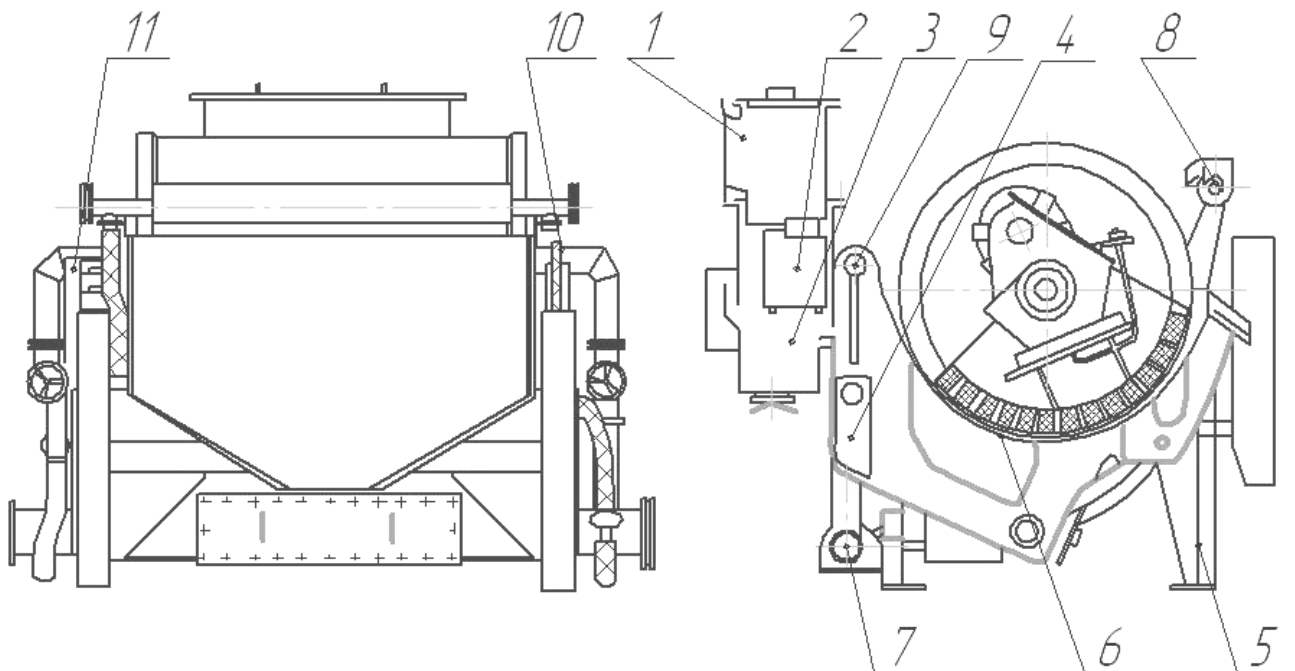


Рис. 1.1. Сепаратор ПБМ- 150/200

1-приймач; 2-розподільник; 3-короб приймальний; 4-ванна; 5-рама; 6-барабан;
7-колектор; 8-змівач; 9-колектор, що подає воду на розрідження живлення;
11-показчик рівня масла; 12-пристрій для установки і регулювання положення магнітної системи.

На стінці коробка, що розташована навпроти випускного вікна, передбачено спеціальний зливний отвір. Він використовується для аварійного скидання живлення у відповідний жолоб у разі зупинки барабана з будь-яких причин. Сам жолоб закріплений ззовні на поверхні цієї стінки. Аварійний отвір розташований вище рівня випускного вікна настільки, що під час нормальної роботи сепаратора через нього не відбувається переливу. У днищі та торцевих стінках коробка обладнані люки, через які здійснюється очищення від великих частинок, що могли випадково потрапити разом із живленням.

Конструкція ванни (рис. 1.2) забезпечує:

- рівномірне надходження живлення під барабан по всій його довжині;
- безперешкодне розвантаження магнітного продукту у напрямку обертання барабана;
- видалення немагнітного продукту шляхом самопливного виходу через переливні пороги;
- промивання магнітної фракції перед її розвантаженням (у напівпротиточній ванні);
- стабільний рівень пульпи у ванні при певному об'ємному навантаженні;
- можливість додаткового перечищення магнітного продукту за рахунок циркулюючого потоку, що підвищує його якість.

У сепараторі (рис. 2.1) подача живлення відбувається у центральну частину магнітної системи барабана перпендикулярно до його поверхні. Магнітна фракція рухається у напрямі обертання барабана, тоді як немагнітна — у протилежному.

Напівпротиточна ванна (рис. 2.2) обладнана L-подібним каналом 1, який подає живлення з коробка у центральну зону. Канал утворений днищем ванни 2 та жолобом 3 для виведення немагнітного продукту. Жолоб 3 накритий гнутим листом 4, що разом із барабаном утворює робочий зазор. Немагнітний продукт самопливом надходить у жолоб 3 через верхній край гнутого листа 4, який визначає рівень пульпи та режим роботи напівпротиточної ванни. Звідти

немагнітна фракція виводиться через бічні вікна 5 у кишені 6, а також через патрубок 9, який проходить крізь днище жолоба та ванни.

У зоні розвантаження магнітного продукту, перед носком 7, розташований пристрій 8 для промивання магнітної фракції, яку транспортує барабан. Під носком 7 знаходиться відсік 10, у якому формується циркулюючий потік магнітного продукту. Усередині цього відсіку встановлено брызгало 12 для промивки циркулюючої фракції. Вхід у відсік перекривається шибером 13, яким регулюється обсяг магнітного продукту, що повертається у ванну для повторного очищення [3,4].

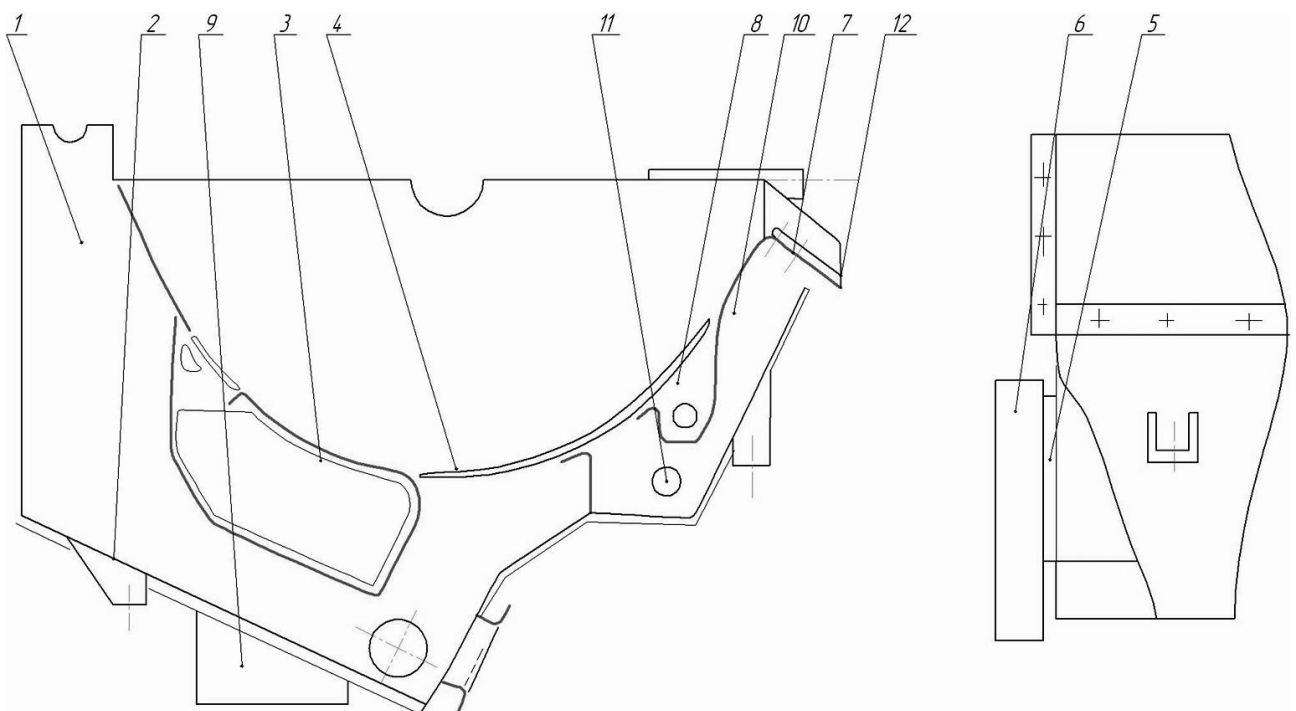


Рис. 1.2. Ванна сепаратора ПБМ150/200.

1-канал для підведення живлення; 2-днище ванни; 3-желоб; 4-лист; 5-окно; 6-карман; 7-носок для вивантаження продукту; 9-патрубок; 10-отсек циркулюючого потоку магнітної фракції; 12-брызгало; 13-шибер.

Рама сепаратора (рис. 1.2) є металевою конструкцією, на якій змонтовані основні вузли: ванна, барабан, жолоби для відведення продуктів збагачення та система розподілу води.

Барабан (рис. 1.3) складається з обичайки 1, виготовленої з немагнітної нержавіючої сталі, та торцевих кришок 2 із підшипниками. Обертання барабана

відбувається на цапфах 3 і 4. На цапфі 3 закріплене ярмо 6 з магнітною системою 7. Привід барабана здійснюється за допомогою мотор-редуктора 8 через одноступінчастий циліндричний редуктор 9 з порожнистим валом, що закінчується кулачковою напівмуфтою 10. Кулачки напівмуфти входять у зачеплення з пазами маточини торцевої кришки 2 барабана. Мотор-редуктор і редуктор змонтовані на спільній платформі, яка жорстко з'єднана з ярмом 6, і з'єднані між собою муфтою пелюсткового типу.

У цапфах 3 і 4 передбачені канали для сполучення внутрішньої порожнини барабана з атмосферою. Через канал у цапфі 3 прокладено силовий кабель мотор-редуктора, що під'єднується до штепсельного роз'єму 11, а через канал у цапфі 4 проходить шланг, який з'єднує картер редуктора з покажчиком рівня масла (див. рис. 1.1).

У днищі корпусу редуктора 9 розміщено зливний отвір зі штуцером, на який під'єднаний шланг 13 для зливу та заміни масла. Крім того, у корпусі є два різьбові отвори: один закритий пробкою, а в іншому встановлено щуп 14 для контролю рівня масла. Залежно від положення магнітної системи щуп можна переставляти в будь-який з отворів. Доступ до щупа та зливного шланга забезпечується через оглядовий люк 15 у торцевій кришці 2 барабана.

Магнітна система 7 складається з основних полюсів 16, розташованих по колу барабана з чергуванням полярності, та додаткових коригувальних блоків 17, полярність яких збігається з полярністю сусідніх основних магнітів. Це забезпечує концентрацію магнітного поля у робочому зазорі сепаратора. Основні полюси кріпляться на ярмі шпильками, а коригувальні магніти вклеюються між ними. Магнітну систему разом із цапфами можна повертати на потрібний кут за допомогою спеціального гвинтового механізму (див. поз. 13 рис. 1.1) і фіксувати контргайкою.

Колектор 7 (див. рис. 1.1) являє собою трубу зі штуцерами та патрубками, закріплену на рамі 5 сепаратора. Він призначений для подачі води: для розрідження живлення, промивки магнітного продукту з барабана та його додаткового очищення.

Змив магнітного продукту здійснюється через змивач 9 (див. рис. 1.1). Конструктивно він виконаний у вигляді корита з носком, по якому вода потрапляє на поверхню барабана. Вода подається трубою з отворами у стінці, а рівномірний розподіл потоку забезпечує відбивач, встановлений над цією трубою.

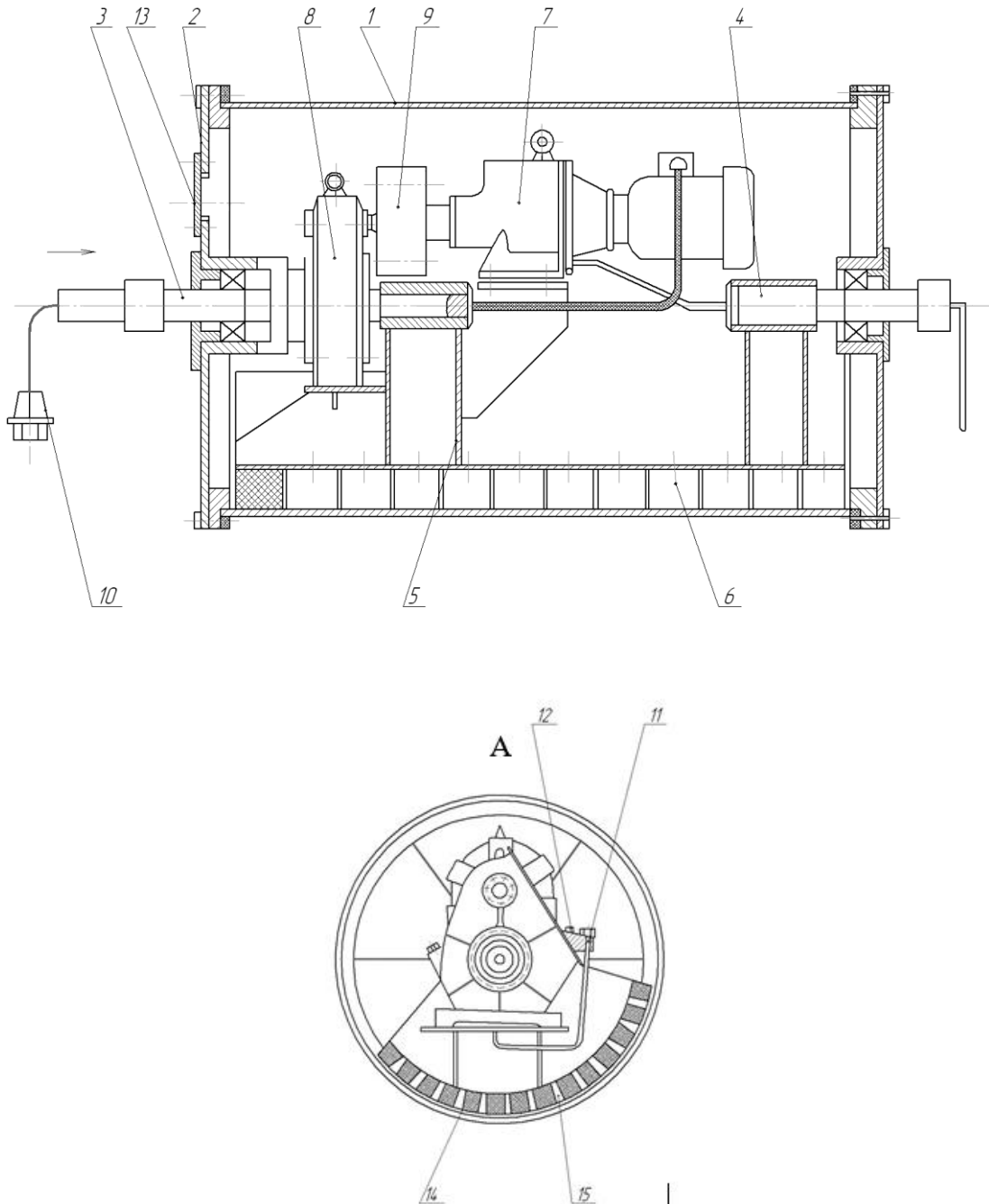


Рис.1.3. Барабан сепаратора ПБМ-150/200.

1-обічайка; 2-кришка торцева; 3-цапфа; 4-цапфа; 6-ярмо; 7-система магнітна; 8-мотор-редуктор; 9-редуктор; 10-полумуфта; 11-роз'єм штепсельний; 13-шланг; 14-щуп; 15-люк оглядовий; 16-полнос основний; 17-блок що коректує.

Відбивач виконаний знімним, завдяки чому забезпечується доступ для чищення отворів на трубі. Між відбивачем і носком корита змивателя встановлений шибєр, положення якого по висоті регулюється. Регулюванням положення шибєра по висоті досягають рівномірності розподілу води, що змиває, по довжині барабана [4].

Колектор 9, що подає воду на розрідження живлення (див. рис.1.1) виконаний у вигляді труби великого діаметру, в яку з певним кроком вварені трубки малого діаметру, що розподіляють воду по довжині ванни і подають її в U-образний канал напівпротитечійної ванни.

Робота сепаратора здійснюється таким чином (див. рис.1.1). початкове живлення у вигляді пульпи певної щільності поступає в приймач 1, з яких двома струменями виливається в розподільник 2. переливаючись через каскад горизонтальних бортів розподільника 2, короби 3 і ванни 4, живлення рівномірно розподіляється по довжині ванни і поступає в робочий зазор між ванною і барабаном в зону дії магнітної системи. Під впливом поля магнітної системи магнітні частинки притягуються до барабана 6 і виносяться їм вище за рівень пульпи в зону розвантаження магнітного продукту. При переміщенні від полюса до полюса магнітні частинки переорієнтовувалися, відбувається так зване магнітне перемішування матеріалу, що притягає, при якому з нього віддаляються немагнітні частинки, захоплені в зоні занурення барабана в пульпу. Видалення немагнітних частинок з матеріалу, що притягає до барабана, сприяє також промивка його водою, що подається через спеціальний пристрій 8 напівпротитечійної ванни (див. рис.1.2).

У зоні розвантаження магнітного продукту поле магнітної системи спочатку слабшає, а потім зникає зовсім. У цих умовах магнітний продукт під дією власної ваги і води, що змиває, подається через змивач 9 (см.рис.1.1) відділяється від барабана і по похилому носку ванни і розвантажувальному жолобу або воронці виводиться з сепаратора.

На немагнітний продукт магнітне поле барабана не діє, тому він разом з водою пульпи, пройшовши по робочому зазору під барабаном, видаляється з

сепаратора через розвантажувальний поріг (кромку), що визначає рівень пульпи у ванні. У сепараторові передбачена можливість роботи в циркуляційному режимі перетищення магнітного продукту. Для цього вентилем на трійнику, розташованому на бічній стійці рами сепаратора перекривається подача води в бризкало пристрою 8 (див. рис.1.2) і відкривається подача води в бризкало відсіку циркуляції 10. Шибера 13, розташований на носку 7 ванн приочиняється так, щоб в щілину, що утворилася, поступало близько 25-30 % магнітної фракції, а 70-75 % магнітного продукту розвантажувалося в концентратний жолоб сепаратора. Кількість циркулюючого магнітного продукту, а отже і положення шибера 13 повинно підбиратись експериментально у кожному конкретному випадку залежно від якості матеріалу, що сепарується.

У нижній частині торцевих стінок ванни є круглі люки з легкознімними кришками, призначені для огляду і очищення ванни.

1.5 Аналіз недоліків в роботі машини. Можливі причини недоліків.

Аналіз недоліків проводився на підставі агрегатного журналу машини, який заповнює ремонтна і технологічна служби цеху [4-6]. Узагальнивши дані можна зробити висновки про основні недоліки в роботі машини, а саме:

1. На практиці в процесі роботи сепаратора спостерігається підвищений знос деталей приводу сепаратора. Це пов'язаний з тим, що всередину барабана потрапляє пульпа в наслідку його негерметичності. Підвищений знос контактних поверхонь в зубчатому зачепленні мотор-редуктора і редуктора приводять до передчасного виходу з ладу даних вузлів. Будучи високоабразивним матеріалом пульпа викликає абразивний знос зубів зубчатих коліс, приводить до появи люфтів в зачепленні, підвищуються динамічні навантаження і зубчаті передачі виходять з ладу.

2. Заміна вузлів, що вийшли з ладу, і деталей вимагає великих витрат праці. При аварійній зупинці машини, проводять заміну барабана, цілком, розбираючи підшипникові опори і знімаючи барабан, його транспортують в зібраному

вигляді на ремонтний стенд, а на його місце встановлюють резервний, також повністю в зібраному вигляді. Тривалість операції не тривала, але як наслідок того, що підшипникові опори неминуче неспіввісні, невиключені мікроперекося барабана, встановленого без точної підгонки і вивіряння. В результаті підшипники встановлені без дотримання співісності що приводить до їх передчасного виходу з ладу що неприпустимо.

3. При виході з ладу приводу сепаратора, його ремонтують тільки на ремонтному стенді, повністю розбираючи барабан: відкручують болти торцевих кришок і знімають обичайку з магнітної системи. Це пов'язано з тим, що привід розміщений усередині барабана, а це робить його недоступним. Затруднений ремонт і обслуговування сепаратора.

Аналізуючи вищеперелічені недоліки в роботі машини можна зробити наступний висновок: існуюча конструкція магнітного сепаратора, встановлена на ділянці збагачення залізняку вимагає проведення модернізації конструкції, направленої на проведення її технічних характеристик у відповідність з сучасними вимогами, що дозволить швидко і економічно проводити ремонт і обслуговування сепаратора.

1.6 Формування мети та задач для її досягнення.

Мета роботи: – поліпшити умови праці; запровадження більш простішої схеми приводу сепаратора та зміна його розташування; підвищення надійності; зменшення витрат на ремонт.

Задачі для досягнення мети: пошук технічних рішень; запропонувати нову схему приводу; визначити навантаження на робочі органи машини; розрахувати та обрати складові частини нової конструкції; перевірка міцності окремих деталей; розглянути організацію ремонтних робіт, методи монтажу й контролю монтажу деталей і вузлів магнітного сепаратора; запропонувати необхідні заходи, щодо охорони праці, які повинні виконуватися при експлуатації, обслуговуванні й ремонті машини.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз стану існуючих інноваційних рішень

Для визначення основних напрямів по модернізації барабанного магнітного сепаратора був проведений літературно-патентний огляд відомих технічних рішень.

Літературний огляд проводився за літературними джерелами технічної бібліотеки ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» і технічній документації, що знаходиться в архівах.

Як технічна документація були розглянутий проект розроблений в НДІГРІ "3314.00.00.000 СБ. Магнітний сепаратор типу ПБМ 150/200-ПП". Був також вивчений досвід роботи в цьому напрямі, накопичений при експлуатації подібних механізмів на гірничо-збагачувальному комбінаті ПівнГЗК.

Патентний огляд проводився по матеріалах центральної міської бібліотеки патентного фонду. Предметом пошуку були магнітні сепаратори, приводи барабанів інших машин подібного принципу роботи, і інше подібне устаткування.

При огляді враховувався той факт, що ведучими в області машинобудування є: колишній СРСР, Україна, США, Німеччина, Франція, Англія, Канада і Японія. Ці країни були вибрані як країни пошуку.

Глибина пошуку приймалася рівною 10-15 років. Вивчення патентних матеріалів здійснювалося по:

Офіційний бюлетень «Відкриття, винаходи, промислові зразки, товарні знаки».

США - Бюлетень винаходів «Official gazette» .

Франція - журнал «Bulletin official».

Німеччина - Бюлетень винаходів «Assuage».

Реферати патентних заявок Великобританії «Abridgment».

Японія - «Tokke Koho» .

Регламент пошуку проводився з метою виявлення в основних вузлах магнітного сепаратора, взятих за об'єкти дослідження: привід, барабан - основних характерних конструктивних ознак, які змогли б стати об'єктом дослідження.

Серед широкого спектру розглянутих робіт для модернізації данної машини за основу були обрані наступні технічні рішення [7-10]:

Привід барабана по АС №1324687 розроблене Всесоюзним науково-дослідним інститутом цементного машинобудування. Метою винаходу виявляється привід барабана. Може застосовуватися для приводів барабанних млинів. Принцип здійснення приводу зрозумілий з рис.2.1.

Але даний привід має недолік. Його можна застосовувати тільки в тих машинах і агрегатах в яких робоча поверхня барабана внутрішня, а не зовнішня.

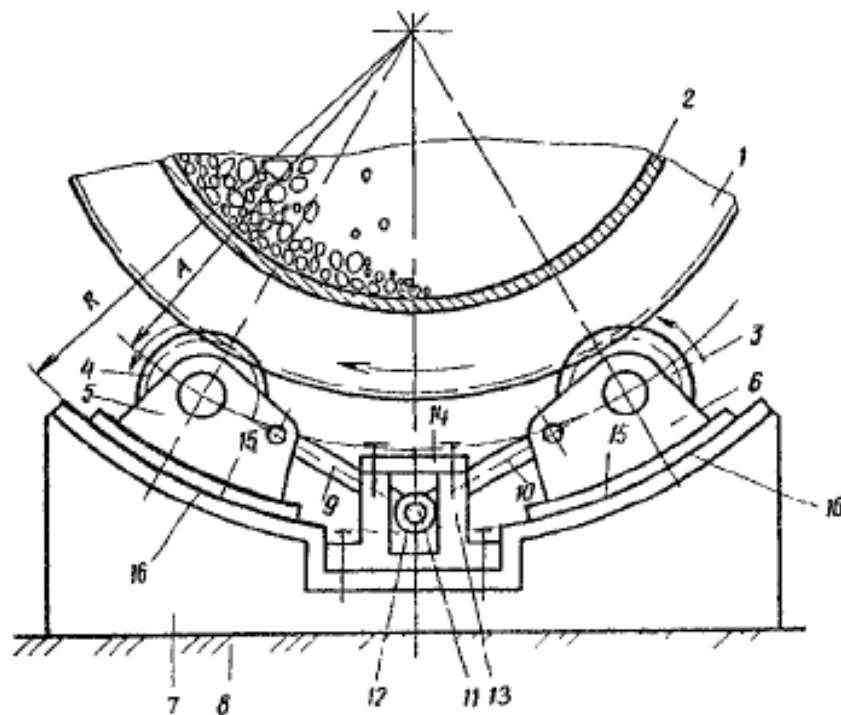


Рис.2.1 Привід барабана агрегату.

1 – зубчатий вінець, 2 – корпус, 3 – права підвінцова шестерня, 4 – ліва підвінцова шестерня, 5,6 – опори, 7 – рама, 8 – фундамент, 9,10 – важелі, 11 – шарнірний вузол, 12 – роликівий повзун, 13 – паз направляючої скоби, 14 – опора, 15,16 – направляючі поверхні.

Одним з найбільш близьких технічних рішень, принцип якого можна використовувати для модернізації існуючої конструкції сепаратора, описано у винаході АС №1782658 розроблений науково-виробничим об'єднанням «Нечерноземагромаш» Г.Т.Самуїлов, В.І.Соліхов, Л.П.Болотов і Г.А.Філінов (див. рис. 2.2, 2.3). Метою винаходу є підвищення надійності приводу [8].

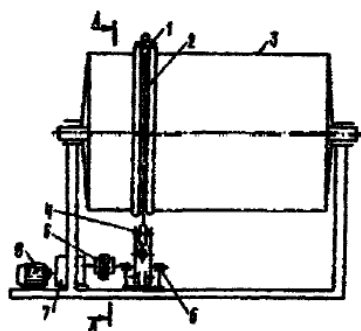


Рис. 2.2. Принципова схема барабана

1 – ланцюг, 2 – жолоб, 3 – барабан, 4 – зірочка, 5 – опора, 6 – муфта,
7 – редуктор, 8 – електродвигун.

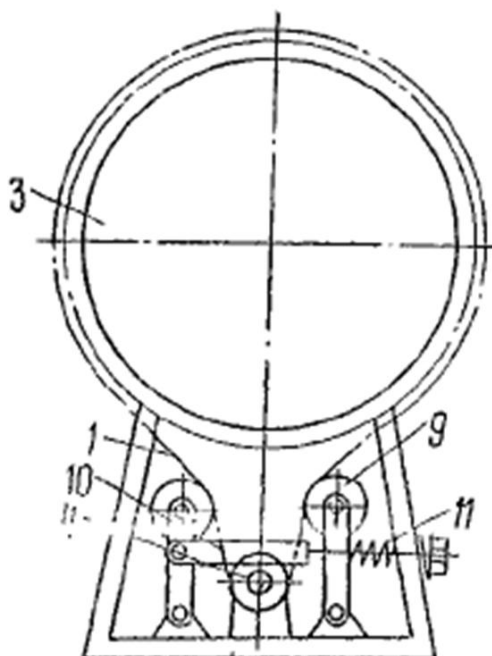


Рис. 2.3. Розріз з рис. 2.2

9 – опірно-направляючі ролики; 10 - натяжний гвинт; 11 – пружина

US9833791B2/Shun Wang, Shandong (CN); References Cited Wang, Shandong (CN); Fengliang Liu, Shandong (CN); Yuyong Li, Shandong (CN); Liangman Zhang, Shando/ Patent No.: US 9 , 833 , 791 B2/Dec. 5, 2017/ MAGNETIC SEPARATOR FOR IMPROVING GRADE OF REFINED ORE AND REDUCING SLAGS [9] .

Заявка включає резервуар з паралельним потоком, нерухомо розташований на рамі. Для ілюстрації технічних рішень у варіанті реалізації, передбаченому на стороні видобутку руди, резервуарів з паралельним потоком цієї заявки або традиційного рівня техніки. Випускний отвір передбачено в нижній частині резервуара з паралельним потоком, що чітко пояснює супровідні креслення, необхідні для опису резервуара з паралельним потоком.

Рис. 1 - схематичне зображення, що показує структуру опорної основи, а силовий агрегат 4 включає двигун магнітного сепаратора для вилучення концентрату та відновлення шлаку та коробку передач. Шестерня встановлена на вихідному кінці згідно з цією заявкою; коробка передач, яка входить у зачеплення з передавальною шестернею. Рис. 2 - схематичне зображення в розрізі вздовж лінії А-А, встановленої на торцевій частині головного валу 20, та напрямком на Рис. 1.

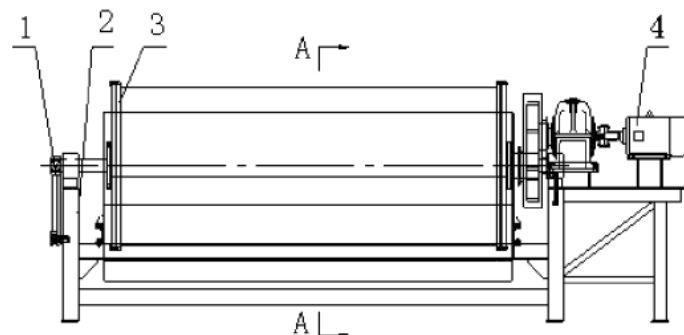


Fig. 1

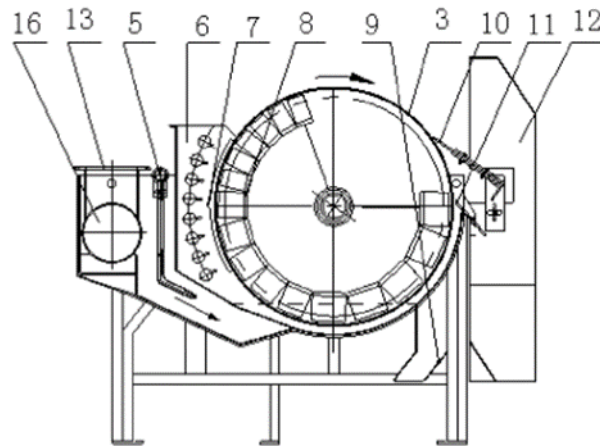


Fig. 2

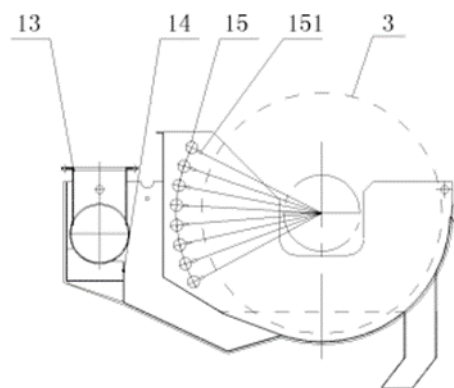


Fig. 3

Рис. 2.4. Магнітний сепаратор для підвищення якості рафінованої руди

Постійний магнітний барабан 3 обертається силовим агрегатом 4. Fig. 3 - схематичне зображення, що показує структуру резервуара за допомогою поворотного підшипника у напрямку, зазначеному стрілкою магнітного сепаратора для вилучення концентрату та відновлення шлаку на Fig. 2, та напрямком обертання постійного сепаратора згідно з цією заявкою; магнітний барабан 3 розташований протилежно напрямку входу рудної пульпи. Fig. 4 - схематичне зображення, що показує структуру руди рудної пульпи. У постійному магнітному сепараторі для вилучення концентрату та відновлення шлаку передбачена магнітна система, закріплена відносно щілини для вилучення руди трубчастого типу резервуара з одночасним потоком, а також пристрій для регулювання магнітної системи відповідно до цієї заявки; регулювання магнітної системи 8 розташоване на зовнішній стороні.

З опису випливає, що запропонований магнітний сепаратор підвищує якість рудних продуктів, забезпечуючи отримання концентрату з високим вмістом корисних речовин. Він відзначається компактністю, невеликими розмірами, високою продуктивністю та ефективністю, що підсилює економічну вигоду збагачувальної фабрики. Пристрій усуває недоліки традиційних магнітогравітаційних концентраторів — складність конструкції, великі габарити, низьку якість продукту й громіздке керування.

Мокрий магнітний сепаратор для дрібних частинок барабанного типу з постійними магнітами CN201208575Y/ MAANSHAN HEAVENLY TECHNOLOGY Co Ltd/ 2008 рік [10].

Корисна модель описує барабанний магнітний сепаратор з постійними магнітами, призначений для мокрого очищення дрібнодисперсних частинок. Пристрій включає раму (1), барабан з постійними магнітами (2) з приводним механізмом, корпус зі щілинами (4), магнітну систему (5), підвішену на передавальному валу всередині барабана, регульовальний пристрій магнітної системи, коробку для подачі руди (7), вихід концентрату та вихід хвостів.

Магнітна система (5) поділяється на три зони: розділення, продувки та розвантаження руди. Кожна зона формується з більш ніж трьох чергуючихся магнітних полюсів, розташованих так, що їхні поля плавно змінюються. У зоні продувки магнітне поле посилюється, а в зоні розвантаження руди — поступово слабшає. Як магнітний матеріал використовується Nd-Fe-B, а кут обхвату магнітної системи становить щонайменше 130° . У зоні розвантаження додатково встановлено пристрій для промивання чистою водою (8).

Корисна модель камерного дрібнозернистого магнітного сепаратора мокрого типу з постійними магнітами включає раму, шків із постійним магнітом та його приводний механізм, корпус комірки, магнітну систему й магніт, підвішений на проміжному валу. Конструкція містить регульовальний пристрій, отвір для відкладення руди, хвостовий вихід та вихід концентрату. Нижня частина постійного магнітного шківів розташована в корпусі комірки біля зони

відкладення руди; хвостовий отвір знаходиться внизу корпусу, а отвір для концентрату — з протилежного боку від магнітного шківів.

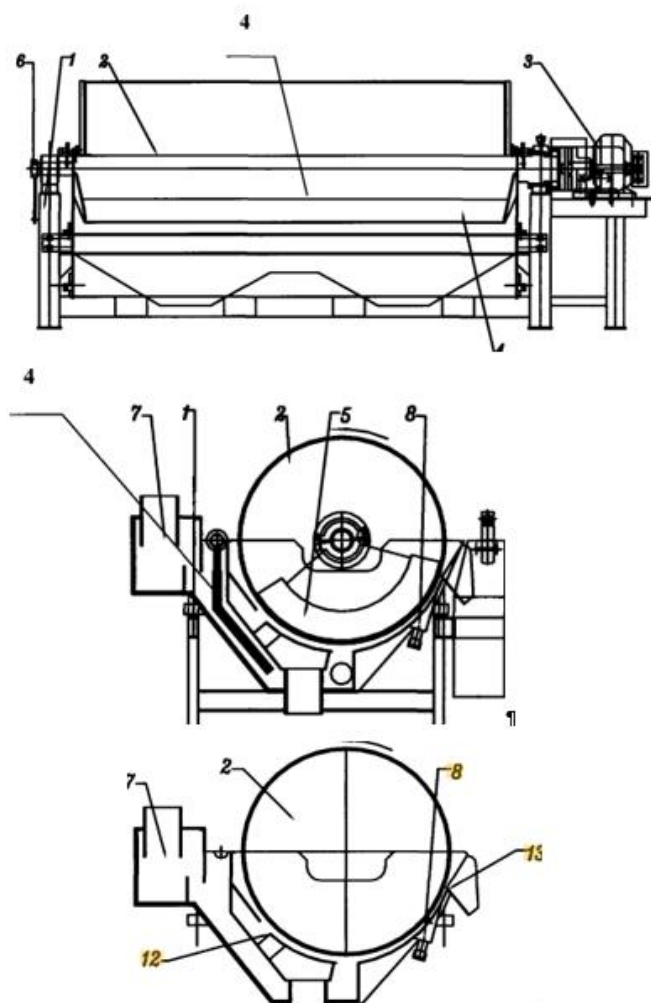


Рис. 2.5. Мокрий магнітний сепаратор для дрібних частинок барабанного типу з постійними магнітами

Особливістю цього сепаратора є поділ його на три функціональні секції: зону розділення, зону сканування та зону розвантаження руди. Кожна з них утворена чергуванням трьох і більше магнітних полюсів, розташованих так, що магнітні поля змінюються поступово. Відповідно й корпус комірки поділяється на зазначені функціональні частини — зону відкладення руди, зону сканування та зону розвантаження.

2.2 Пропозиції по досягненню поставленої мети

Після детального вивчення конструкції машини-прототипу та аналізу результатів літературно-патентного огляду, у данній випускній роботі пропонується провести модернізацію магнітного сепаратора. Основна мета модернізації полягає у вдосконаленні конструкції для підвищення зручності експлуатації, обслуговування та ремонту обладнання.

Винесення приводу назовні.

Пропонується розмістити привід сепаратора зовні корпусу з метою спрощення доступу до нього під час експлуатації, технічного обслуговування та ремонтних робіт.

Удосконалення окремих вузлів машини.

На основі аналізу недоліків роботи прототипу, наведеного в пункті 1.5, у проєкті передбачено заходи щодо модернізації, а за потреби — повної реконструкції окремих вузлів, зокрема:

Зміна конструкції валу сепаратора. До конструкції додається спеціальна втулка, що забезпечує можливість зовнішнього приводу. Це дає змогу виконувати обслуговування та ремонт без демонтажу барабана, істотно зменшуючи трудомісткість робіт і усуваючи потребу у повторному вивірянні та центруванні барабана.

Модернізація приводу.

Передбачається заміна окремих елементів кінематичної схеми приводу: замість мотор-редуктора з планетарною передачею пропонується використання двигуна, редуктора та ланцюгової передачі, яка має більші можливості для передавання крутного моменту.

Опис конструкції модернізованого сепаратора

Привід модернізованого сепаратора (рис. 2.6) здійснюватиметься таким чином: від електродвигуна 1 крутний момент, передається через сполучну муфту 2 на редуктор 3. Редуктор 3 обертає малу швидкохідну зірочку 4, яка за допомогою ланцюга передає обертання на тихохідну зірочку 5, забезпечуючи обертання на підшипникових опорах 6 барабана 7.

Основним робочим органом модернізованого сепаратора є барабан. Процес отримання концентрату, здійснюється таким же чином, як і до модернізації.

Необхідно щоб осі провідної і веденої зірочок були строго паралельні. Далі, вибираючи натягнення ланцюга, регулюють положення приводу за допомогою регулювальних гвинтів.

Для ремонту або заміни футерування барабана, його демонтують способом як і до модернізації, заздалегідь знявши ланцюг з веденої зірочки.

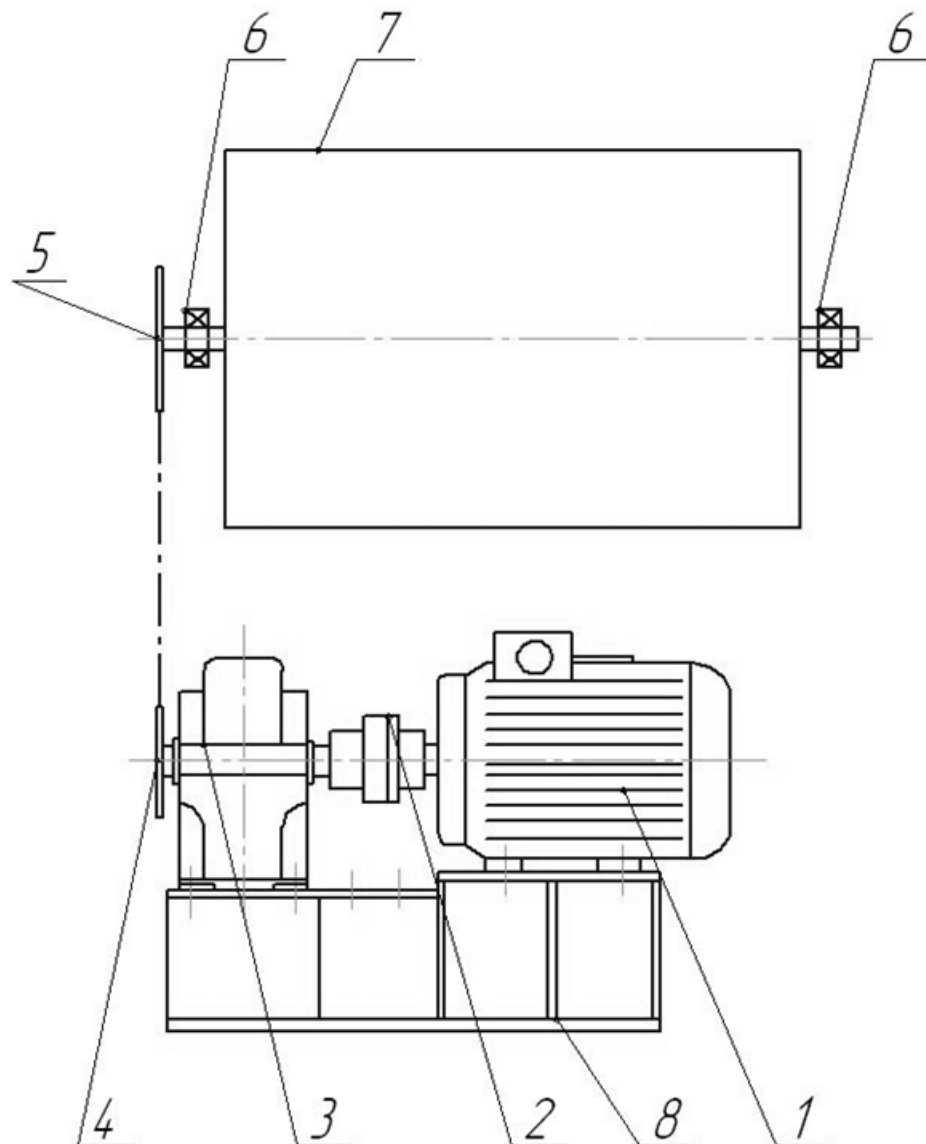


Рис. 2.6. Привід модернізованого сепаратора

1- двигун; 2-муфта; 3-редуктор; 4-провідна зірочка; 5-ведена зірочка; 6- підшипникові опори; 7-барабан.

Таблиця 2.1

Технічна характеристика модернізованої машини

Продуктивність, т/ч, не менше:	
при великій початкового живлення -0,2+0 мм	
і змісті твердого в пульпі 20%	40
при великій початкового живлення -1,0+0 мм	
і змісті твердого 40%150	
Діаметр робочої частини барабана, мм	
Граничне відхилення $\pm 5\%$	1500
Довжина барабана (включаючи реборди), мм	
Граничне відхилення $\pm 10\%$	2000
Довжина робочої частини барабана (виключаючи реборди), мм	1836
Частота обертання барабана, об/мин	20
Напруженість магнітного поля в робочій зоні, кА/м	
- на поверхні барабана, проти геометричного	
центру полюсів, виключаючи периферійні ряди, не менше	127,4
- на відстані 50 мм від поверхні барабана	
проти геометричного центру полюсів, не більш	55
Привід:	
Номінальна потужність електроприводу барабана, кВт	3
Частота обертання, об/мин	750
Редуктор тип Го-II-5,6-A	
Передавальне число	5,6
Ланцюгова передача:	
Передавальне число ланцюгової передачі	6,3
Ділильні діаметри зірочок, мм:	
-ведучій	70
-веденою	438
Габаритні розміри, мм, не більш	
Довжина (уздовж вісі барабана)	3200
Ширина	2900
Висота	2700
Маса сепаратора без пускорегулюючої апаратури, кг	6700

2.3 Аналітичні розрахунки

2.3.1 Визначення вихідних даних для розрахунків

Процес магнітної сепарації відбувається на сепараторах барабанного типу за рахунок занурення барабана у ванну з пульпою. Тобто розділення пульпи на два продукти відбувається на поверхні барабана і під час перемішування його у ванні. За рахунок сили магнітного тяжіння встановленими на магнітній системі усередині барабана магнітів, налиплий або притягнутий концентрат створює зусилля, яке необхідно подолати при обертанні барабана. А також подолати опір води з пульпою при зануренні барабана у ванну.

Виходячи з максимальної продуктивності сепаратора і по кількості обертів барабана, можна визначити навантаження, яке він випробовує [11] .

$$G = \frac{Q}{n}; \quad (2.1)$$

де Q-максимальная продуктивність сепаратора, т/ч;

n-количество оборотів об/ч.

$$G = \frac{1500000}{1200} = 1250$$

Щоб визначити зусилля, що створюється на барабані сепаратора, необхідно враховувати опір від води а також додаткові опір від налиплої пульпи.

Воно визначається як

$$T_b = 2G = 2 \cdot 1250 = 2500 \text{ Н} \quad (2.2)$$

Початкові дані для розрахунку приймаю згідно [2, 3]:

Число оборотів барабана: $n_6=20$ об/хв.

2.3.2 Розрахунок потужності приводу

Для розрахунку необхідної потужності приводу магнітного сепаратора визначимо наступні параметри [11,12]:

Розрахункова статична потужність приводу механізму:

$$N_{ст} = \frac{M_{кр} \cdot n_{дв}}{9750 \cdot \eta} = \frac{45,5 \cdot 750}{9750 \cdot 0,96} = 2,91 \text{ кВт} \quad (2.3)$$

де $M_{кр}$ – момент на валу електродвигуна, визначуваного із значення моменту на валу барабана;

$n_{дв}$ – частота обертання валу електродвигуна, приймаємо в межах 150 – 1250 об/хв, а також по досвіду роботи машини – прототипу і аналогічних машин.

9750 – коефіцієнт перекладу потужності вираженою в кВт;

$\eta = 0,96$ – ККД електродвигуна.

Цей момент можна визначити з виразу:

$$M_{кр} = \frac{M_{в} \cdot \eta_{np}}{i_{np}} = \frac{1875 \cdot 0,85}{35,5} = 45,5 \text{ Н*м} \quad (2.4)$$

де $M_{в}$ – момент на валу барабана;

$$M_{в} = T_{б} / R_{б} = 2500 \cdot 0,75 = 1875 \text{ Н} \quad (2.5)$$

$R_{б}$ – радіус барабана, м.

η – ККД приводу;

i – передавальне відношення всього приводу, яке можна визначити (заздалегідь) з виразу:

$$i = \frac{n_{дв}}{n_{б.}} = \frac{750}{21} = 35,5; \quad (2.6)$$

Приймаємо із стандартного ряду значень передаточних чисел для редукторів $i=5,6$ і для ланцюгової передачі $i=6,3$.

Тоді частота обертання барабана сепаратора складе:

$$n_{\sigma} = \frac{n_{\text{дв}}}{i_{\text{пер}} * i_{\text{ц.п.}}} = \frac{750}{5,4 * 6,3} = 20 \text{ об/хв.} \quad (2.7)$$

2.3.3. Силовий і кінематичний аналіз

Розбиття передаточного числа приводу по ступенях.

Відповідно до проекту приводу, він складатиметься з частини редуктора і ланцюгової передачі. Враховуючи рекомендації, викладені в [12].

Привід барабана сепаратора є такою схемою при якій крутний момент, а отже і обертання, необхідне на робочому органі – барабані передається від електродвигуна 1 (див. рис. 2.7) через пружно – втулкову - пальцьову муфту 2 на швидкохідний вал редуктора 3. Далі обертання від тихохідного валу редуктора за допомогою швидкохідної зірочки 4 і ланцюгової передачі передає обертання на тихохідну зірочку 5, яка у свою чергу жорстко пов'язана з барабаном 7 сепаратора. У заданому положенні барабан підтримують підшипникові опори 6, розташовані з двох сторін барабана. Навантаження від приводу на фундамент передається по рамі 8, на якій змонтований привід.

Вал двигуна 9 і швидкохідний вал редуктора сполучені муфтою 2 встановлені за допомогою з'єднання шпонок. Також тихохідна зірочка сполучена з валом 11 сепаратора з'єднанням шпонкою.

Кінематичну схему приводу магнітного сепаратора можна представити у вигляді, показаному на рис. 2.8.

Необхідне обертання барабана із заданою частотою $n=20$ об/хв, забезпечується передачею обертання від електродвигуна з частотою обертання $n=750$ об/хв, через редуктор з передавальним відношенням $i=5,6$ і ланцюговою передачею з $i=6,3$.

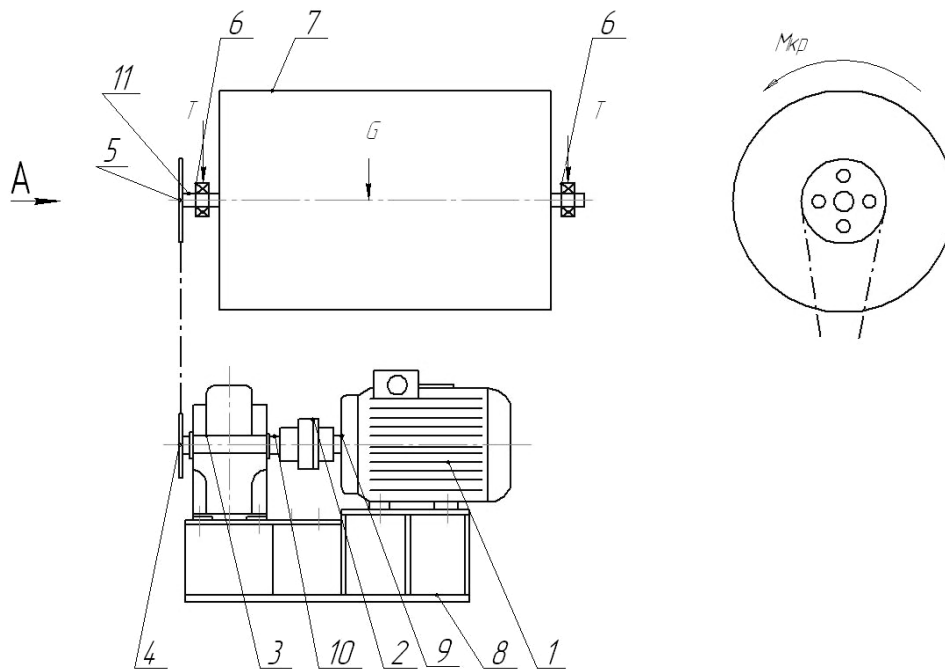


Рис.2.7 Силова схема навантаження барабана

1-двигун, 2-муфта, 3-редуктор, 4,5-зубчаті зірочки, 6-підшипникові опори, 7-барабан, 8-рама, 9-вал двигун а, 10-швидкохідний вал редуктора, 11-вал сепаратора.

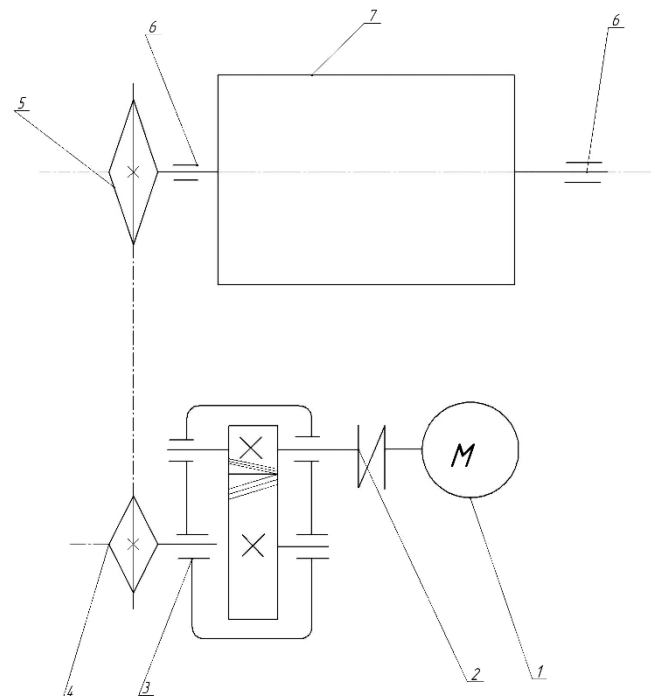


Рис.2.8 Кінематична схема приводу сепаратора

1-електродвигун, 2-пружна втулково-пальцева муфта, 3-редуктор, 4,5-зірочки ланцюгової передачі, 6-підшипникові опори, 7-барабан.

Умова роботи сепаратора

$$T > P \quad (2.8)$$

де T – зусилля на барабані сепаратора, н;
 P – передаване окружне зусилля, н.

$$P = N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{пр}} = 3000 \cdot 0,85 = 2550 \text{ н} \quad (2.9)$$

Умова працездатності, $2550 \text{ н} > 2500 \text{ н}$, виконується.

2.3.4 Розрахунок і вибір елементів кінематичної схеми

Як вже раніше визначено, розрахункова статична потужність складає $N_{\text{дв}} = 3 \text{ кВт}$.

Розрахунок потужності двигуна [13] :

$$P_{\text{дв}} = P_{\text{б}} / \eta_{\text{пр}} = 2500 / 0,85 = 2,94 \text{ кВт} \quad (2.10)$$

де $P_{\text{дв}}$ – мощность двигуна, кВт;

$\eta_{\text{пр}}$ – ккд приводу.

Враховуючи умови вибору електродвигуна, а також рекомендації, викладені в [4], вибираємо по табл. В65 [4] електродвигун типу 4А112М8У3 для якого $P_{\text{дв}} = 3,0 \text{ кВт}$, $n_{\text{дв}} = 750 \text{ об/хв}$, $s = 5,8\%$.

Визначення номінальної частоти обертання валу електродвигуна:

$$n_1 = n_{\text{дв}} \cdot (1 - s) = 750 \cdot (1 - 0,058) = 706,5 \text{ об/хв}. \quad (2.11)$$

Використовуючи умову вибору редуктора, згідно якому

$$[N]_{\text{ред}} \geq N; \quad [i_{\text{ред}}] \geq i_{\text{ред}}$$

$$[n]_{\text{ред}} \geq n_{\text{ред}} \quad (2.12)$$

По каталогах підбираємо необхідний редуктор одноступінчатий циліндровий, з передавальним числом 5,6 і схемою збірки А. Обозначення редуктора «Го-П-5,6-А» з наступними технічними характеристиками:

Міжосьова відстань, мм 200

Гранична частота обертання, об/хв $[n]_{\text{ред}} = 750$

Передавана потужність, кВт $[N]_{ред} = 3,9$

Вал електродвигуна, згідно кінематичної схеми приводу машини з'єднується з швидкохідним валом редуктора за допомогою муфти. У нашому випадку це пружно - втулкова пальцева муфта.

Визначимо момент муфти, що крутить

$$M_{кр}^{дв} = M_{кр}^м = 9750 \frac{N_{ст}}{n_{дв}} = 9750 \frac{3}{750} = 39 \text{ Нм}; \quad (2.13)$$

де $N_{ст} = 3$ кВт – статична потужність приводу механізму;

$n_{дв} = 750$ об/мин - частота обертання двигуна.

Використовуючи умову вибору муфти, згідно якому

$$\begin{aligned} [M_{кт}^м] &\geq M_{кр}^м, \\ [n^м] &\geq n^м \end{aligned} \quad (2.14)$$

Вибираємо по каталогах муфту типу пружно втулково-пальцеву – 125-30-1,2 ДСТУ 2128-93, з циліндровим (Тип-1), коротким (виконання 2) валом, передаваний крутний момент $M=125$, н*м, посадочний діаметр $d=32$ мм, довжина напівмуфти $l=42$ мм.

Позначення муфти:

Муфта пружна втулково-пальцева 125-32-1,2 ДСТУ 2128-93.

з наступною технічною характеристикою [12]

Допустимий крутний момент, Нм	$[M_{кр}] = 125$
Допустима частота обертання, об/хв	$[n] = 3000$
Довжина напівмуфти, мм	42
Посадочний діаметр, мм	32
Число пальців, шт.	4
Вага найбільша, кг	2,5

Схема з'єднання наступна (див. рис. 2.9): напівмуфта одягається на швидкохідний вал редуктора, нею напівмуфта відповіді із закріпленими на ній пальцями з пружними елементами – на валу електродвигуна.

Далі, згідно кінематичній і силовій схемам при вроду машини момент, що крутить, з тихохідного валу редуктора через провідну ланцюгову зірочку і ланцюг на ведену зірочку, встановлену на валу сепаратора.

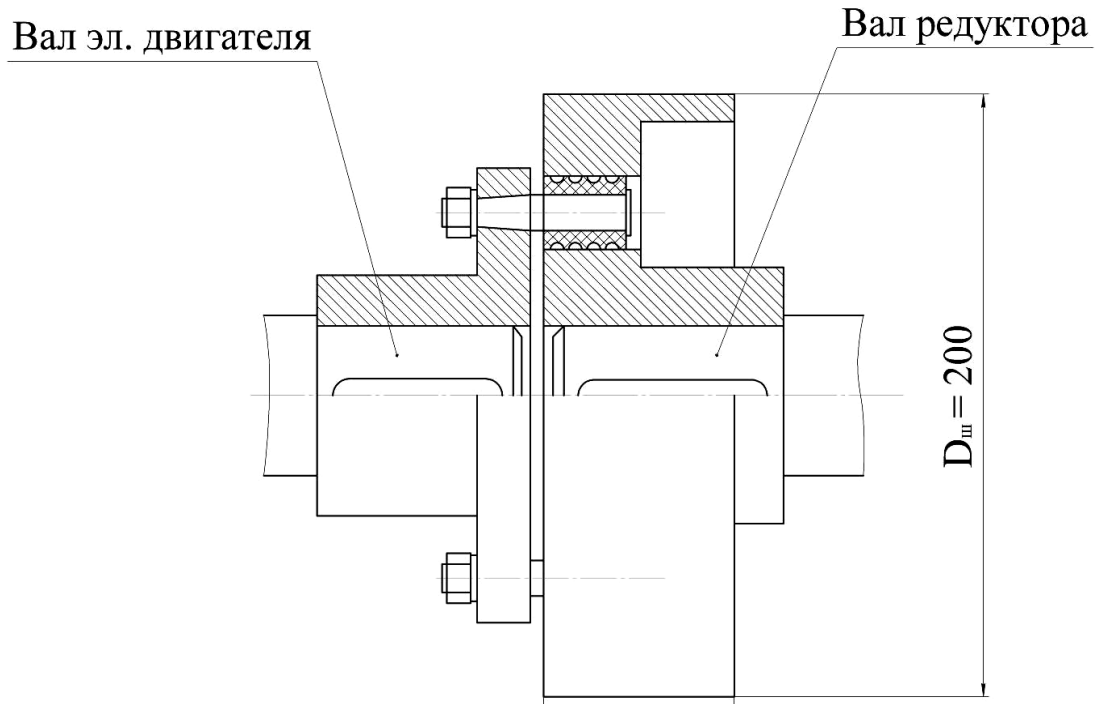


Рис.2.9. Схема установки муфти пружної втулково-пальцевої

2.3.5 Розрахунки на міцність

Перевірка з'єднань шпонками

В більшості випадків в редукторах для кріплення коліс і муфт на валах застосовують ненапружені призматичні шпонки. На вихідних кінцях валів при їх достатній довжині використовують звичайні шпонки по ГОСТ 23360-78, при укорочених вихідних кінцях – високі шпонки по ГОСТ 10748-79. Довжину шпонки приймають зазвичай рівну ширині деталі або на 5.10 мм менше, з округленням до стандартного ряду.

Пази на валах під шпонки із закругленими торцями і із закругленим торцем з однією і плоским з іншого боку виконують пальцевими фрезами. Пази на валах для шпонок з плоскими торцями виконують дисковими фрезами, що технологічніше і створює меншу концентрацію напруги, ніж при виконанні паза

пальцевою фрезою.

Шпонки з плоскими торцями застосовують за наявності на валу обмежувачів, що перешкоджають осьовому переміщенню шпонки. Інакше можливий зсув і заклинювання шпонки при монтажі. Іноді для полегшення демонтажу шпонок з торцями, що округляють, з валів їх виконують з скосом на краю.

Матеріал шпонок – чистотягнута сталь з $\sigma_{\text{в}}=500\dots600\text{МПа}$ (ГОСТ23360-78). Допускається застосування іншої сталі відповідної міцності. Часто це Ст. 6; сталі 45, 50.

Основным критерием работоспособности шпоночных соединений является прочность. При передаче крутящего момента на боковых поверхностях шпонки и шпоночных пазов возникают напряжения смятия $\sigma_{\text{см}}$ а в поперечном сечении шпонки напряжение среза $\tau_{\text{ср}}$ (див. рис.2.10)

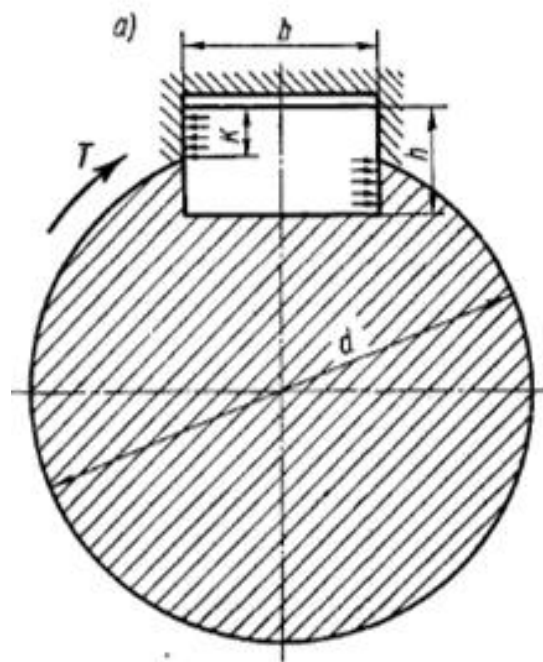


Рис. 2.10 Розрахункова схема з'єднання призматичною шпонкою

Оскільки розміри шпонок і пазів в стандартах підібрані з умови міцності на змяття, тому основним розрахунком є розрахунок на змяття. Розрахунок на зріз в більшості випадків не проводиться. З умови міцності можна виконати перевіірочний розрахунок, який полягає у визначенні розрахункової напруги і

порівняння його з допустимим, або визначення допустимого моменту, проектний розрахунок, який полягає у визначенні геометричних розмірів з'єднання (зазвичай визначається довжина шпонки).

При точному розрахунку, умова міцності для призматичних з'єднань шпон має вигляд [13]:

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot M}{d(0,95 \cdot h - t_1) \cdot l_p} \leq [\sigma]_{см} \quad (2.15)$$

де M – передаваний момент, $\text{н} \cdot \text{мм}$;

d – діаметр валу, мм ;

h – висота шпонки, мм ;

t_1 – глибина паза шпони на валу, мм ;

l_p – робоча довжина шпонки, мм ;

$0,95$ – коефіцієнт, що враховує зменшення робочої висоти шпонки на величину фаски $f=0,05h$;

$[\sigma]_{см}$ – допустима напруга на змяття, МПа , при нерухомому з'єднанні сталевій шпонки і постійного навантаження $[\sigma]_{см} = 150 \text{МПа}$.

Розрахунок шпонки на вал електродвигуна

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 40560}{32(0,95 \cdot 14 - 6) \cdot 45} = 7,71 \text{МПа} \leq 150 \text{МПа} ;$$

на швидкохідний вал редуктора

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 40560}{32(0,95 \cdot 8 - 5) \cdot 34} = 28,67 \text{МПа} \leq 150 \text{МПа} ;$$

на тихохідний вал редуктора

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 220300}{40(0,95 \cdot 11 - 6) \cdot 20} = 123,76 \text{МПа} \leq 150 \text{МПа}$$

на вал барабана сепаратора

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 1250000}{80(0,95 \cdot 22 - 12) \cdot 65} = 54,02 \text{МПа} \leq 150 \text{МПа} .$$

Таким чином всі шпонки працездатні. Приймаю шпонки з матеріалу сталь 45.

В результаті модернізації, існуючу планетарну передачу і відкриту зубчасту, застосовану в приводі машини-прототипу, замінимою на ланцюгову передачу. Схему ланцюгової передачі приймаємо з передавальним відношенням 6,3.

Згідно прийнятої схеми, при якій передавальне відношення ланцюгової передачі рівне 6,3, геометричні розміри провідної зірочки будуть меншими веденої зірочки.

Для здійснення зовнішнього розміщення приводу барабана сепаратора необхідно змінити конструкцію барабана, приєднавши до торця кришки барабану додаткову втулку.

Розрахунок ланцюгової передачі

Вибір основних параметрів ланцюгової передачі

Розрахункове значення кроку t , мм, однорядному ланцюгу визначуваний по формулі:

$$t \geq 2,83 \sqrt{\frac{M_1 \cdot K_e}{z_1 \cdot [p]}}; \quad (2.16)$$

де M_1 – момент, що обертає, на валу швидкохідної зірочки, н*м;

z_1 – число зубів провідної зірочки;

K_e – коефіцієнт експлуатації, приймаю з врахуванням рекомендацій. викладених в [12] $K_e=2,2$

$[p]$ – середній тиск, що допускається, в шарнірі ланцюга, МПа, приймаю по табл. 6.13 [12] $[p]=19$ МПа.

Число зубів визначаємо по формулі:

$$z_1 = 31 - 2 \cdot i = 31 - 2 \cdot 6,3 = 18,4 \text{ приймаю } z_1 = 17 \quad (2.17)$$

$$t \geq 2,83 \sqrt{\frac{220,3 \cdot 2,2}{17 \cdot 19}} = 9,3 \text{ мм.}$$

Набутого значення округляю до найближчого стандартного по табл. 6.12 [12] і приймаю $t=12,7$ мм.

Для зменшення динамічних навантажень на ланцюг і зірочки у відкритих передачах обмежують швидкість ланцюга до $v=7$ м/с, щоб частота обертання провідної зірочки не перевищувала рекомендуемое значение:

$$v = \frac{z_1 \cdot t \cdot n}{60 \cdot 1000} = \frac{17 \cdot 12,7 \cdot 706,5}{60000} = 2,4 \text{ м/с} < 7 \text{ м/с}. \quad (2.18)$$

Число зубів на веденій зірочці визначаю по:

$$i = \frac{z_2}{z_1}; \quad z_2 = i \cdot z_1 = 6,3 \cdot 17 = 107,1 \text{ приймаю } z_2 = 107 \quad (2.19)$$

Необхідне число ланок ланцюга (довжина ланцюга в кроках) визначається по:

$$w = 2 \frac{a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right) \frac{t}{a} = 2 \frac{1565}{12,7} + \frac{17 + 107}{2} + \left(\frac{107 - 17}{2 \cdot 3,14} \right) \frac{12,7}{1565} = 308,46; \quad (2.20)$$

де a – міжосьова відстань, $a=1565$ мм.

Приймаю округляючи до найближчого парного значення, щоб уникнути використання менш міцних з'єднуючих ланок, $w=308$.

Для забезпечення нормального провисання веденої гілки ланцюга міжосьову відстань зменшують на (0,02.0,04%).

Ділильні діаметри зірочок:

$$d = \frac{t}{\sin\left(\frac{180^\circ}{z}\right)}; \quad (2.21)$$

$$d_1 = \frac{12,7}{\sin\left(\frac{180^\circ}{17}\right)} = 70 \text{ мм};$$

$$d_2 = \frac{12,7}{\sin\left(\frac{180^\circ}{107}\right)} = 438 \text{ мм}.$$

Визначаю окружну силу F , н, на зірочці, рівну тяговій силі на ведучій гілці:

$$F = \frac{N}{v} = \frac{3000}{2,4} = 1250 \text{ н*м}. \quad (2.22)$$

Перевіряємо значення питомого тиску (зносостійкість) ланцюга:

$$p = \frac{F \cdot K_e}{S_{on}} \leq [p]; \quad (2.23)$$

$S_{оп}$ – проекція опорної поверхні шарніра ковзання на площину, що проходить через його вісь. Приймаю по табл. 6.12 [12] $S_{оп}=50$ мм-.

$$p = \frac{1250 \cdot 1,7}{50} = 42,5 < 46 \text{ МПа.}$$

Оцінка надійності передачі

Передачі часто (особливо у момент пуску) випробовують короткочасно або тривало значні статистичні навантаження. Для запобігання надмірній витяжці ланцюга її обриву корисна окружна сила повинна бути

$$F_{t\max} \leq \frac{F_{\min}}{n} \quad (2.24)$$

де F_{\min} – мінімальне руйнуюче навантаження, приймаю згідно [12];

n – коефіцієнт запасу, зазвичай $n=3.5$.

$$F_{t\max} \leq \frac{18200}{3} = 6066 \text{ н.}$$

У момент пуску машини

$$F_{t\max} = \frac{2 \cdot M_2}{d_1} = \frac{2 \cdot 220,3}{0,07} = 5744 \text{ н} \quad (2.25)$$

при русі ланцюга із швидкістю V :

$$F_{t\max} = \frac{N}{v} = \frac{3000}{2,4} = 1250 \text{ н} \quad (2.26)$$

відповідно 5744н 5 6066н.

На закінчення визначуваний розрахунковий коефіцієнт запасу міцності n ланцюга по формулі

$$n = \frac{Q}{k_1 \cdot P + P_u + P_f}; \quad (2.27)$$

де Q – руйнуюче навантаження, вказане в табл. 7.1 і 7.2 [12]. Приймаю $Q=18200$ н;

k_1 – коефіцієнт, що враховує характер навантаження, $k_1=1,1$;

P_u – додаткове зусилля від відцентрової сили;

$$P_u = \frac{q \cdot v^2}{g}; \quad (2.28)$$

де q – вага 1 м ланцюга; $q=0,75 \text{ кг} = 7,5 \text{ н}$;

g – прискорення вільного падіння;

$$P_u = \frac{7,5 \cdot 2,4^2}{10} = 4,32 \text{ н.}$$

P_f – зусилля від провисання ланцюга;

$$P_f = k_f \cdot q \cdot A; \quad (2.29)$$

$k_f=1$ – коефіцієнт враховуючий вплив розташування вертикальної передачі.

$$P_f = 1 \cdot 7,5 \cdot 1,565 = 11,73 \text{ н.}$$

$$n = \frac{18200}{1,1 \cdot 6066 + 4,32 + 11,73} = 2,72 \text{ що цілком прийнятно.}$$

Тиск на вал сепаратора визначаємо з урахуванням зусилля від провисання

$2P_f$ ланцюга

$$R = P + 2 \cdot P_f = 6066 + 2 \cdot 11,73 = 6089,46 \text{ н.} \quad (2.30)$$

Механіка ланцюгової передачі

Кінематика передачі. Ланки ланцюга розтошовуються в зачепленні із зірочкою, утворюючи «багатокутник» (рис. 2.11). У зв'язку з цим при рівномірному обертанні з кутовою швидкістю ω_1 провідної зірочки ланцюг рухається по контуру нерівномірно з швидкістю

$$v_u = v \cdot \cos \beta_1 = 0,5 \cdot \omega_1 \cdot d_1 \cdot \cos \beta_1; \quad (2.31)$$

де β_1 – кутове положення шарніра ($0 \leq \beta_1 \leq \phi_1$; де $\phi_1 = \pi/z_1 = 3,14/17 = 0,448$);

d_1 – діаметр ділильної кружності провідної зірочки.

$$v_u = 2,4 \cdot 0,999 = 2,39 \text{ м/с}$$

Миттєва швидкість веденої зірочки при $\omega_1 = \text{const}$

$$\omega_2 = \frac{2 \cdot v_u}{d_2 \cdot \cos \beta_2}; \quad (2.32)$$

тут d_2 – діаметр ділильного кола 2-ої зірочки;

β_2 – кут повороту шарніра веденої зірочки, відповідний куту

$\beta_1 (0 \leq \beta_2 \leq \phi_2; \phi_2 = \pi/z_2)$.

$$\varphi_2 = \frac{3,14}{107} = 0,0293 ;$$

$$\omega_2 = \frac{2 \cdot 2,39}{438 \cdot \cos \beta_2} = 0,011.$$

Рівномірність руху ланцюга можна підвищити збільшенням числа зубів зірочок, оскільки в цьому випадку $\cos \beta_1$ та $\cos \beta_2$ наблизяться до одиниці. Рівномірності руху ланцюга значною мірою сприяє збіг фаз кутів β_1 і β_2 , яке досягається при довжині ведучої галузь ланцюгу, кратному цілому числу ланок. Циклічну зміну швидкості $V_{ц}$ ланцюга і її поперечні переміщення з швидкістю $V_{п}$ навантажують ланцюг силами інерції, приводять до ударів втулок (роликів) по зубах зірочок при вході в зачеплення, порушують поперечні коливання гілок, сприяють підвищенню темпу зношування.

Зусилля в передачі.

Окружне зусилля передається зачепленням за рахунок тиску зубів ведучої гілки на ланки веденої зірочки. Зусилля між зубами зірочок, як і зусилля в гілках, розподіляються нерівномірно в межах кутів обхвату α_1 і α_2 (рис. 2.12)

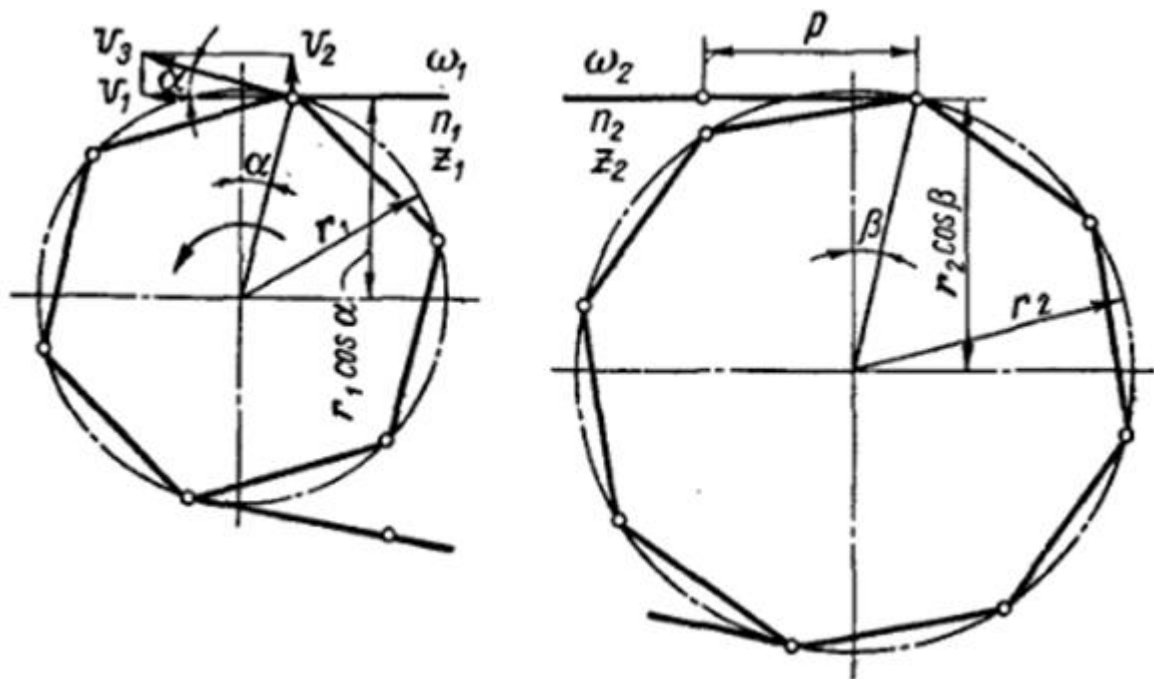


Рис.2.11 Кінематична схема ланцюгової передачі

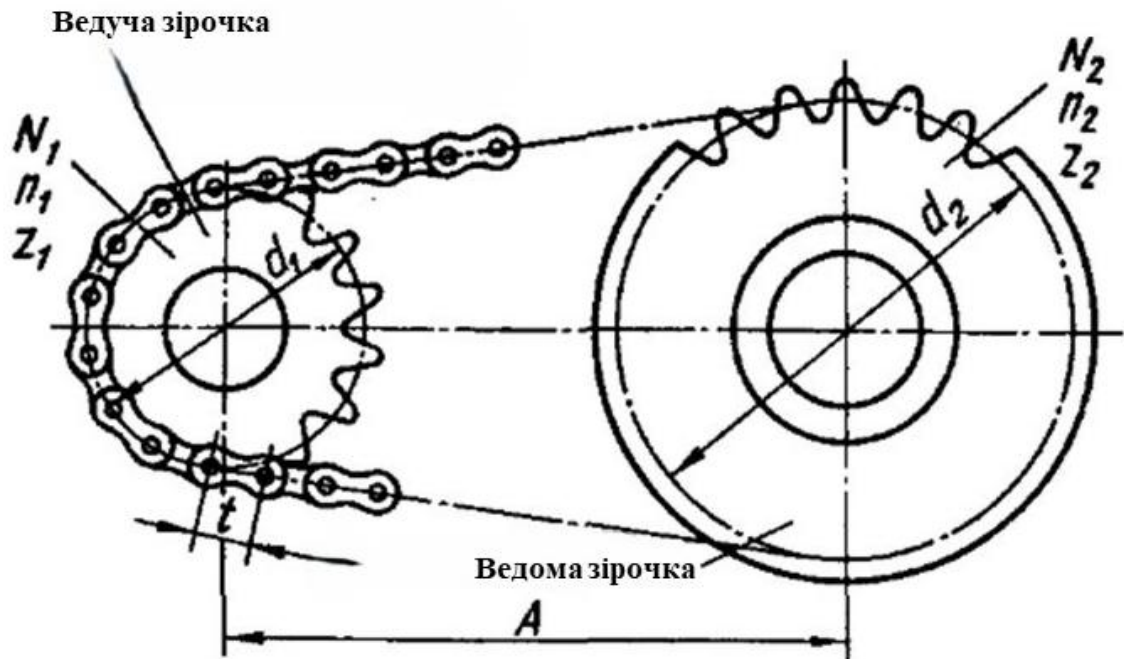


Рис.2.12 Схема ланцюгової передачі

Натягнення гілок ланцюга на холостому ході передачі (зовнішнє навантаження відсутнє) викликається силами ваги. Провисання забезпечує плавнішу роботу передачі, менший знос в шарнірах. Але оскільки передача розташовується вертикально, те провисання ланцюга стане причиною зіскока її із зірочки, що неприпустимо. Тому застосування натяжної станції, які окрім натягнення ланцюга також збільшуватиме кут обхвату провідної зірочки необхідно. Конструкцію натяжної станції розробляю згідно рекомендаціям, викладеним в [13].

Натягачі рекомендується ставити на ведену гілку ланцюга. Зірочка натягача повинна входити в зачеплення не менше чим з трьома ланками ланцюга. Діаметр натяжної зірочки рекомендується приймати рівним або декілька великим діаметру провідної зірочки. При куті нахилу ланцюга до горизонту $\gamma \geq 60^\circ$ і при кроці ланцюга $t \geq 3$ замість натяжних зірочок допускається застосовувати ролики, або натягувати ланцюг передачі за допомогою направляючих отворів у рамі, зсуваючи її вбік.

Натягувачі повинні компенсувати подовження ланцюга в межах двох ланок, при більшій витяжці ланцюга дві її ланки видаляють. Оскільки ланцюг в поперечному перетині не володіє гнучкістю, вали ланцюгової передачі повинні бути паралельні, а зірочки встановлені в одній площині. Для сполучення зірочок з валом використовують з'єднання шпон або шліцьових. На кінцевих ділянках валів посадку зірочок доцільно здійснювати на конус, особливо для важко нагнужених. Осьова фіксація здійснюється так само як і зубчатих коліс.

Розрахунок основних геометричних параметрів ланцюгової передачі

Радіус западин

$$r = 0,5025 \cdot d_1 + 0,05 \text{ мм}; \quad (2.33)$$

$$r = 0,5025 \cdot 8,51 + 0,05 = 4,326 \text{ мм};$$

Діаметр кола западин:

$$D_i = d - 2 \cdot r \text{ мм}; \quad (2.34)$$

$$D_{i1} = 70 - 2 \cdot 4,326 = 61,348 \text{ мм};$$

$$D_{i2} = 438 - 2 \cdot 4,326 = 429,348 \text{ мм}.$$

2.4 Монтаж, ремонт, змащення

2.4.1 Способи доставки устаткування до місця монтажу

Доставка магнітного сепаратора до місця монтажу з причини його невеликої ваги здійснюється в зборі, за допомогою спеціалізованого автотранспорту або залізничним транспортом. Розвантаження і монтаж в цеху проводиться з використанням мостових кранів. При цьому використовують типові оснащення (стропи) такелажу, які підбирають залежно від габаритів і ваги переміщуваних компонентів. Цей вибір проводять згідно вимогам стандарту підприємства СОУ 214-Т-028-2004, який розповсюджується на вантажні канатні і ланцюгові стропи. Для підйому і переміщення сепаратора (рис. 2.13) використовуються стропи типу 4СК1 або 4СК2 з діаметром сталевих канатів – 16 мм і його довжиною не менше 3,5 м – для корпусних деталей або СКП1, СКП2 (рис. 2.14) з діаметром каната – 12 мм і завдовжки стропа – 3 м. При цьому повина виконуватися умова, щоб кут між гілками стропов в будь-якій площині не перевищував 90° [13] .

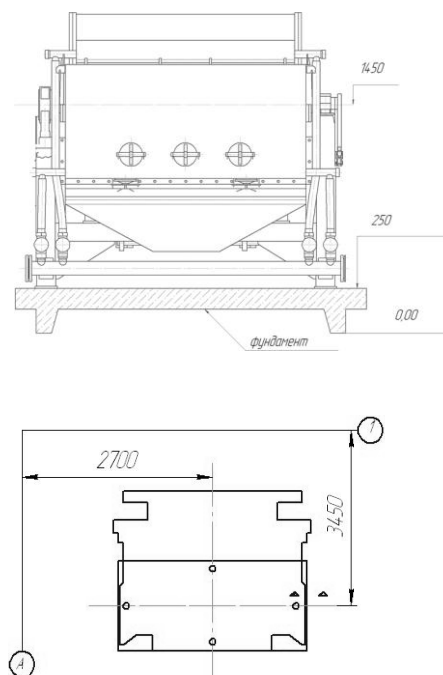


Рис.2.13. Геодезичне обґрунтування монтажу.
контрольний репер; робочий репер;робочі плашки.

2.4.2 Технологічна карта монтажу

Схема строповки показана на рис.2.14. та 2.15. Монтаж сепаратора, маса якого 6900кг, здійснюється в зібраному вигляді, за допомогою мостового крана, вантажопідйомністю більше 7т.

Відомість необхідних для монтажу матеріалів, напівфабрикатів і інструментів зведена в таблицю 2.2.

Карта монтажу та специфікація до неї представленні на рис.2.16.

Таблиця 2.2.

Відомість матеріалів, напівфабрикатів і інструментів

№	Найменування	Кількість
1	2	3
1	Ключі гайкові S22-S45	16
2	Кувалда	2
3	Молоток слюсарний	2
4	Зубило	2
5	Рулетка	2
6	Шабери	4
7	Напилек	2
8	Домкрат Q=10т	1
9	Ломики	2
10	Стропів 4СК ф20 х 3,5м	1
11	Стропів СБКП ф12 х 3м	1
12	Дрантя	5кг
13	Солярка	2л.

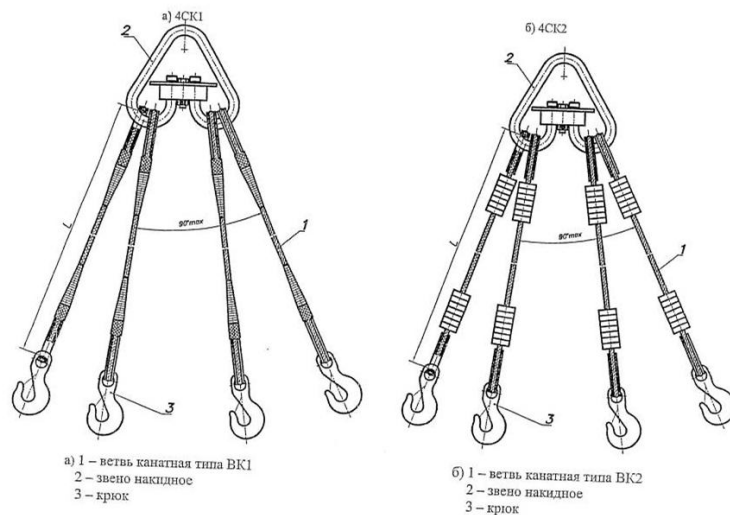


Рис. 2.14. Стропы типу 4СК

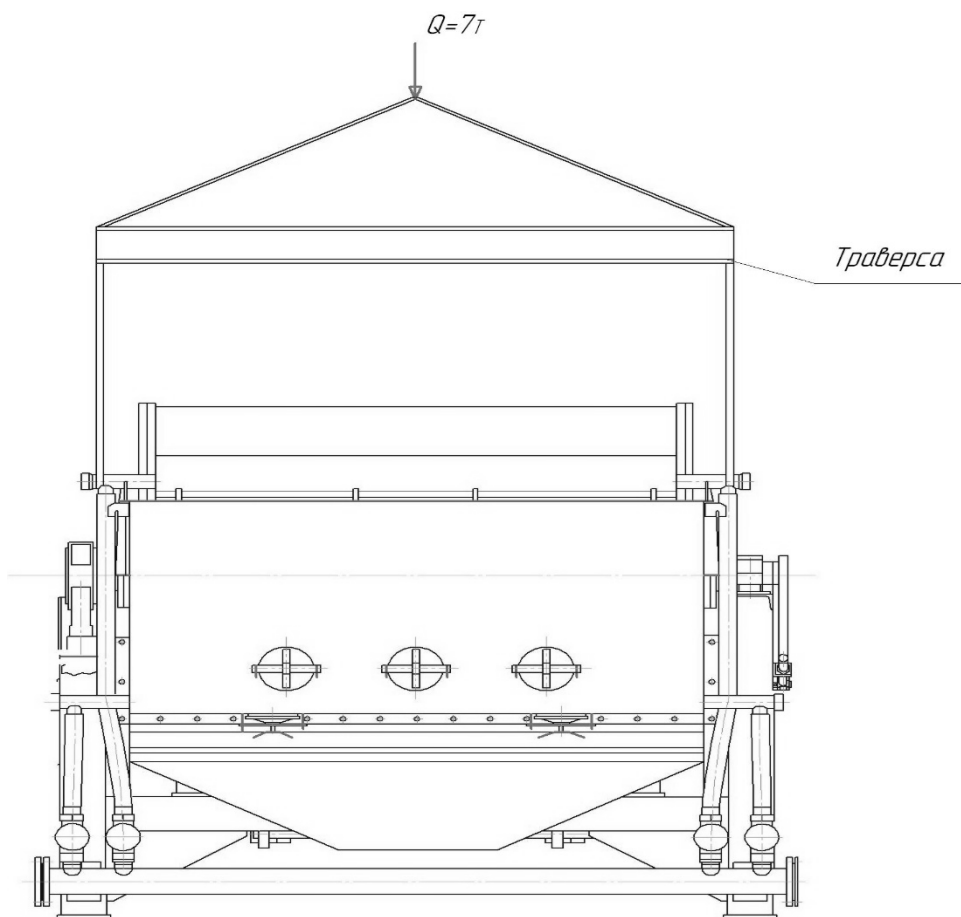
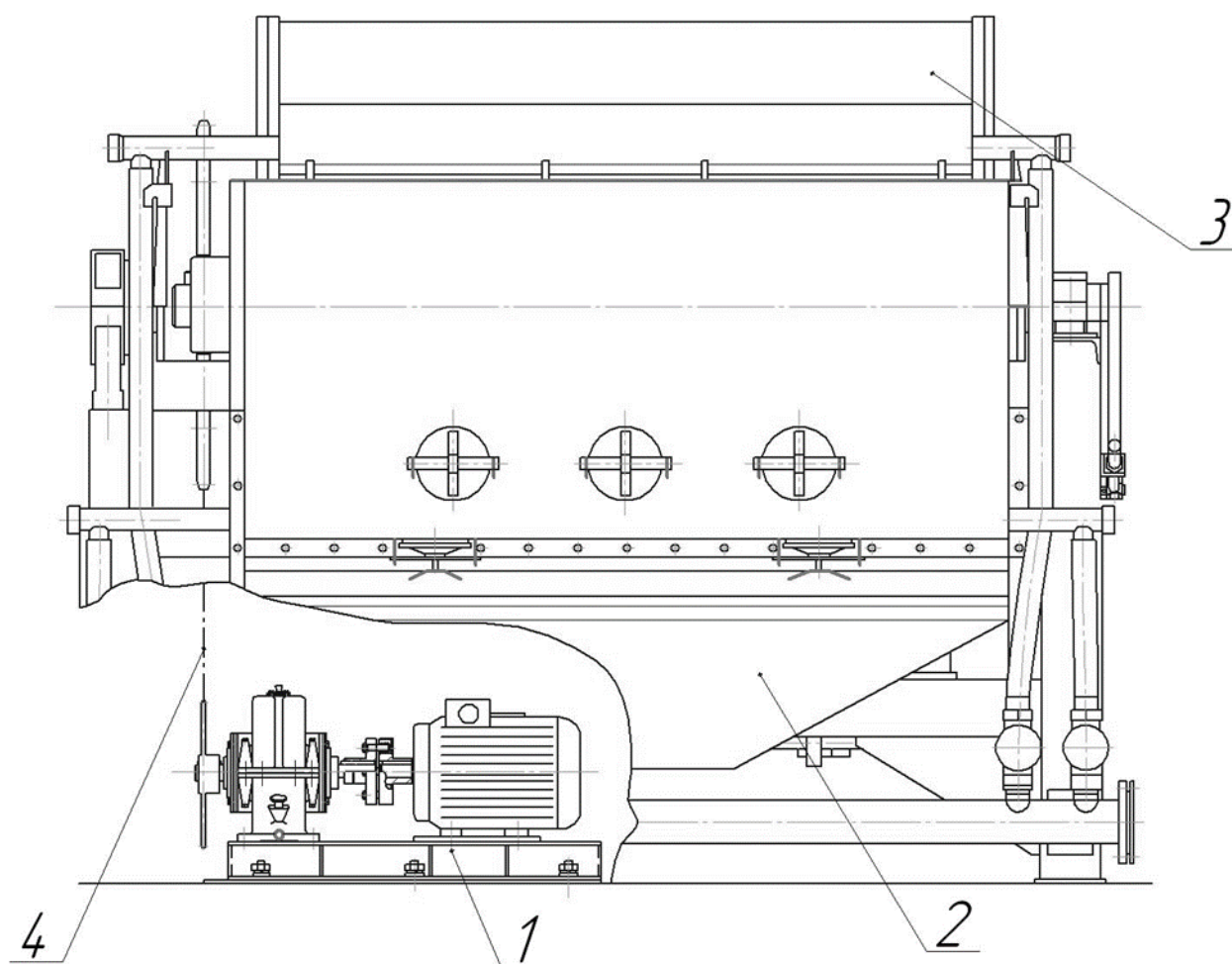


Рис.2.15. Схема строповки сепаратора



№п/п	Найменування вузла сепаратора
4	Ланцюг
3	Барабан сепаратора
2	Рама в сборі з ванною
1	Привід сепаратора в сборі на рамі

Рис.2.16 Технологічна карта монтажу сепаратора

Рекомендується наступний порядок збірки наведено в таблиці 2.3. [14]

Таблиця 2.3

Порядок збірки магнітної системи

№ п/п	Операція	Опис дії
1	Встановлення магнітної системи	Встановити магнітну систему на спеціальний стенд або цапфами на дві самостійні опори.
2	Монтаж редуктора	На ліву цапфу барабана одягнути двоступінчатий циліндровий редуктор і встановити його на майданчик ярма магнітної системи.
3	Встановлення лівої торцевої кришки	Встановити ліву торцеву кришку барабана.
4	Відцентрування редуктора	Підкладками під редуктором відцентрувати його положення так, щоб напівмуфта редуктора вільно входила в зачеплення з пазами маточини торцевої кришки барабана.
5	Закріплення редуктора	Заштифтувати і закріпити редуктор на майданчику магнітної системи.
6	Монтаж шлангів	Змонтувати на редукторі шланг для заливки і випуску масла.
7	Заправка редуктора	Залити в редуктор 2 літри масла і проконтролювати його рівень щупом.
8	Встановлення електродвигуна	Встановити електродвигун на майданчик ярма магнітної системи, відцентрувати його прокладками по відношенню до валу редуктора, заштифтувати і закріпити болтами. З'єднання електродвигуна з редуктором — пелюсткова муфта.
9	Електричне під'єднання	Заземлити електродвигун, під'єднати силовий кабель зі штепсельним роз'ємом.
10	Встановлення підшипника та труби	Встановити підшипник лівого кінця осі магнітної системи на стійку опору, а на правий кінець осі надіти трубу з товщиною стінки не менше 24 мм, довжиною близько 3 м, з внутрішнім діаметром 110 Н7 (на довжині 300 мм).
11	Монтаж обичайки та правої кришки	Одягти на магнітну систему з боку труби обичайку і встановити праву торцеву кришку барабана.
12	Закріплення кришок	Закріпити торцеві кришки на обичайці, звернувши особливу увагу на збереження і правильну установку ущільнень.

2.4.3 Заходи з технічного обслуговування магнітного сепаратора

Технічне обслуговування магнітного сепаратора ПБМ-150/200 виконується експлуатаційним та черговим персоналом під час робочої зміни.

Працівники зобов'язані:

- підтримувати обладнання та робочі місця в чистоті;
- контролювати роботу електродвигуна і редуктора, своєчасно здійснюючи заміну масла в редукторі та мащення підшипників редуктора і барабана відповідно до схеми змащення;
- проводити регулювання окремих елементів сепаратора у разі суттєвих змін параметрів живлення;
- стежити за рівнем води, що подається до змивного пристрою та завантажувальної порожнини ванни;
- регулярно перевіряти затягування всіх болтових з'єднань за допомогою гайкового ключа;
- здійснювати візуальний огляд стану гумового футерування барабана;
- своєчасно усувати несправності та неполадки, виявлені під час роботи обладнання, використовуючи для цього аварійну зупинку сепаратора.

Ревізії та ремонти сепараторів проводяться згідно з графіком планово-попереджувальних ремонтів один раз на місяць. До цих робіт залучаються спеціалізований ремонтний цех, а також ремонтний, черговий і експлуатаційний персонал.

Під час ревізій і ремонтних робіт необхідно:

- виконувати повне або часткове розбирання механізмів і окремих вузлів;
- визначати ступінь зношення деталей, способи та терміни їх ремонту або заміни;
- перевіряти стан і виконувати ремонт зубчастих передач, редуктора, муфт, підшипників кочення та болтових з'єднань згідно з правилами технічної експлуатації;

- після збирання механізмів здійснювати регулювання та випробування їх роботи;
- перед введенням обладнання в експлуатацію очистити його та робочі місця від сміття і сторонніх предметів.

Пропозиції по вдосконаленню організаційного і технологічного характеру, направлено на підтримку справного стану машини.

В цілях вдосконалення заходів організаційного і технологічного характеру, направлених на підтримку сепаратора в справному стані пропонується:

1. Для всіх працівників (як технологічний, так і ремонтний персонал) в обов'язковому порядку провести навчання, в процесі якого ознайомити їх з конструкцією сепаратора і його складових частин, принципам і прийомам роботи, правилам техніки безпеки;

2. Для працівників, зайнятих безпосередньо обслуговуванням і ремонтом проводити курси підвищення кваліфікації (наприклад на предмет вивчення і практичного застосування новинок вітчизняної і зарубіжної промисловості в області мастила, новітніх методів ремонту);

3. Інженерно-технічним працівникам, відповідальним за підготовку і проведення ремонту сепаратора своєчасно і в повному об'ємі видавати заявки на виготовлення і придбання запасних частин. Особливо велику увагу приділити питанням контролю виготовлення запасних частин їх прийому і зберігання. Мається на увазі наступне: нерідкі випадки виготовлення запасних частин з відступом від проектної документації (відхилення від проектних розмірів, відсутня необхідна термообробка), а також допускаються незадовільні умови їх зберігання в міжремонтний період;

4. Для повнішого контролю за роботою сепаратора на ділянці їх ремонту пропонується завести оперативний журнал в який щодня вносяться дані про його роботу, виявлені неполадки, дати проведення технічних і профілактичних ремонтів, з вказівкою найменування і кількості заміненних деталей і вузлів.

5. Для збільшення гарантійного терміну служби сепаратора, а отже зниження витрат часу і засобів на його ремонт необхідно для його ремонту застосовувати передові технології (наприклад для виготовлення деталей – нові, міцніші види сталей) [14].

2.4.4 Розробка графіка планово- попереджувальних ремонтів

На графіці планово-запобіжних ремонтів (табл.2.4) відбиті огляди (О) і види ремонтів: поточний (П) і капітальний (К).

Таблиця 2.4

Графік планово-запобіжних ремонтів.

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вид ремонту	П	О	О	О	О	О	К	О	О	О	П	О
Дата початку ремонту	12.01	15.02	10.03	11.04	9.05	10.06	10.07	17.08	12.09	14.10	10.11	15.12
Трив-ть ремонту, год	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Під час поточного ремонту проводять наступні операції: усунення виявлених несправностей швидкозношуваних деталей, заміна вузлів відремонтованими або новими. Всі роботи виконуються слюсарями секції.

При проведенні капітального ремонту проводять наступні операції: заміна зношеного футерування барабана і інших елементів, ревізія і ремонт, регулювання положення магнітної системи, регулювання стабільності живлення по навантаженню.

Зупинка сепаратора повинна здійснюватися в наступній послідовності:

- вимкнути живлення пульпою;
- виробити матеріал для забезпечення нормального повторного пуску сепаратора;
- зупинити електродвигун.

При аварійній зупинці сепаратора більш 2-х хвилин необхідно:

- вимкнути живлення пульпою;
- промити зазор між барабаном і ванною з лотками;
- вимкнути електродвигун;
- включити живлення сепаратора пульпою.

При зносі гумового футерування барабана, її замінюють новою в умовах майстерень.

Заміна швидкозношуваних деталей здійснюється за місцем роботи сепаратора.

Розбирання магнітного сепаратора допускається лише кваліфікованим персоналом, знайомим із специфічними особливостями магнітних систем з постійних магнітів і конструкцій барабанів.

2.4.5 Методи відновлення деталей

Існує два основні методи ремонту і відновлення деталей металургійних машин із зміною первинних параметрів (розмірів) деталей і без зміни їх.

До основних технологічних способів відновлення деталей металургійного устаткування відносяться такі зварювально-наплавлювальні операції: (ручна зварка електричної дуги і газової, і наплавлення, автоматична і напівавтоматична зварка, і наплавлення під шаром флюсу в середовищі захисних газів і ін.); металізація; гальванічний (хромування); хімічний (нікелювання); пластична деформація (холодна і гаряча); покриття полімерними матеріалами; електроіскрове нарощування.

При виборі способу відновлення слід керуватися в першу чергу величиною вибраковочного зносу або характером пошкодження деталі, а також її твердістю, конфігурацією, розмірами, умовами роботи і конкретними можливостями підприємства. Способи відновлення пошкоджених деталей наведено в таблицях 2.5 та 2.6 [15].

Таблиця 2.5

Відновлення отриманих пошкоджень

Вид дефекту	Спосіб відновлення
Дефекти вигорання	Наплавлення, металізація, заміна частини деталі з подальшою механічною обробкою.
Дефекти від перегріву (кольори мінливості)	Шліфування до повного видалення кольорів мінливості.
Корозійні пошкодження	Механічна обробка з пікоструминною очисткою.
Нагар	Механічна очистка, розчинники, випалювання, ультразвукова обробка тощо.

Таблиця 2.6

Приклади відновлення деталей

Деталь	Характер пошкодження	Спосіб відновлення
Корпус редуктора приводу	Механічні пошкодження корпусу.	Ручне дугове зварювання з накладанням латок або наплавленням.
Деталі зубчастих передач (шестерні, муфти)	Знос зубів під впливом великих навантажень.	Наплавлення зубів, запресовування зубчастих вінців, втискування, плющення зубів, встановлення зубчастих секцій або ввертних елементів.

Після наплавлення, механічної обробки шестерню або зубчате колесо цементують, гартують в печі і відпускають.

Багато деталей (блоки, вали, осі, корпуси підшипників і так далі), в наслідку постійного тертя отримують великий знос, в слідстві чого змінюється їх геометрична форма, чистота поверхні.

До відновлення таких деталей можна застосувати такий спосіб як наплавлення під флюсом. При цьому в металі, наплавленому під флюсом, міститься менше азоту і кисень, і тому не містить шлакових включень і пір. З метою підвищення продуктивності наплавлення застосовують багатоелектродне автоматичне наплавлення, а також наплавлення пластинчастими електродами або електродною стрічкою. Для набуття необхідних властивостей наплавленого металу необхідно вводити в нього легуючі елементи.

Застосовують багатоелектродне наплавлення, а також наплавлення пластинчастими електродами або електродною стрічкою. Для набуття необхідних властивостей наплавленого металу необхідно вводити в нього легуючі елементи. Після наплавлення деталь піддають механічній обробці на верстаті до необхідних розмірів, а потім цементують, гартують в печі і відпускають.

Окрім наплавлення відновлення робочої поверхні валків, валів, осей і ін. проводиться механічною обробкою (метод ремонтних розмірів). Деталі, що сполучаються, відновлюють введенням деталей-компенсаторів або виготовляють нові, забезпечуючи первинні (номінальні) посадки.

Ремонт посадочних поверхонь здійснюється шляхом наплавлення зношених ділянок з подальшою їх мехобробке до проектного розміру або проточкою посадочної поверхні валу до ремонтного розміру з одночасним виготовленням нових втулок під цей розмір [15] .

2.4.6 Вибір системи змащування

З метою забезпечення нормальної працездатності поверхонь тертя, зменшення зносу деталей та збільшення тривалості їх роботи, деталі механізмів приводу, та опорні підшипникові вузли сепаратора повинні знаходитись в постійному змащуваному вигляді відповідними видами мастил.

Для вирішення задач, пов'язаних з вищевказаними вимогами, створюється карта змащування сепаратора, котра містить в собі схему місцезнаходження точок змащування та повну інформацію о мироприємствах по проведенню змащувальних робіт.

Для змащування вузлів сепаратора приймаємо різні системи змащування, а саме:

- для змащування підшипникових опор на валу сепаратора – ручну, смазка закладається через смотрове вікно на обічайці барабана сепаратора у спеціальні маслянки зі зворотнім клапаном;

- для змащування ланцюгової передачі застосовують систему змащування зануренням веденої зірочки у спеціальну масляну ванну.

При проектуванні ланцюгової передачі із швидкістю більше 2 м/с слід одночасно розробляти і конструкцію змащувального пристрою. При швидкостях $V \geq 4$ м/с можна застосовувати систему змащування зануренням в масляну ванну.

Вибір мастила.

Як змащувальні матеріали для ланцюгових передач використовують рідкі мінеральні або синтетичні масла, які поділяються на масла загального призначення (індустріальні) і спеціальні [16].

Карта змащування

З метою забезпечення нормальної працездатності поверхонь, що труться, зниження зносу деталей і підвищення терміну їх служби, деталі повинні знаходитися в постійно змащеному достатку відповідними видами мастила.

Особливо потрібно підкреслити те, що деталі, що труться, повинні змащуватись вчасно.

Для вирішення завдань, св'язаних з вищевказаними вимогами створюється карта змащування, яка містить повну інформацію про проведення змащувальних робіт і включає схему місцезнаходження точок змащування (див. рис. 2.17) і інформацію про заходи щодо проведення змащувальних робіт див. таблицю. 2.7. [16].

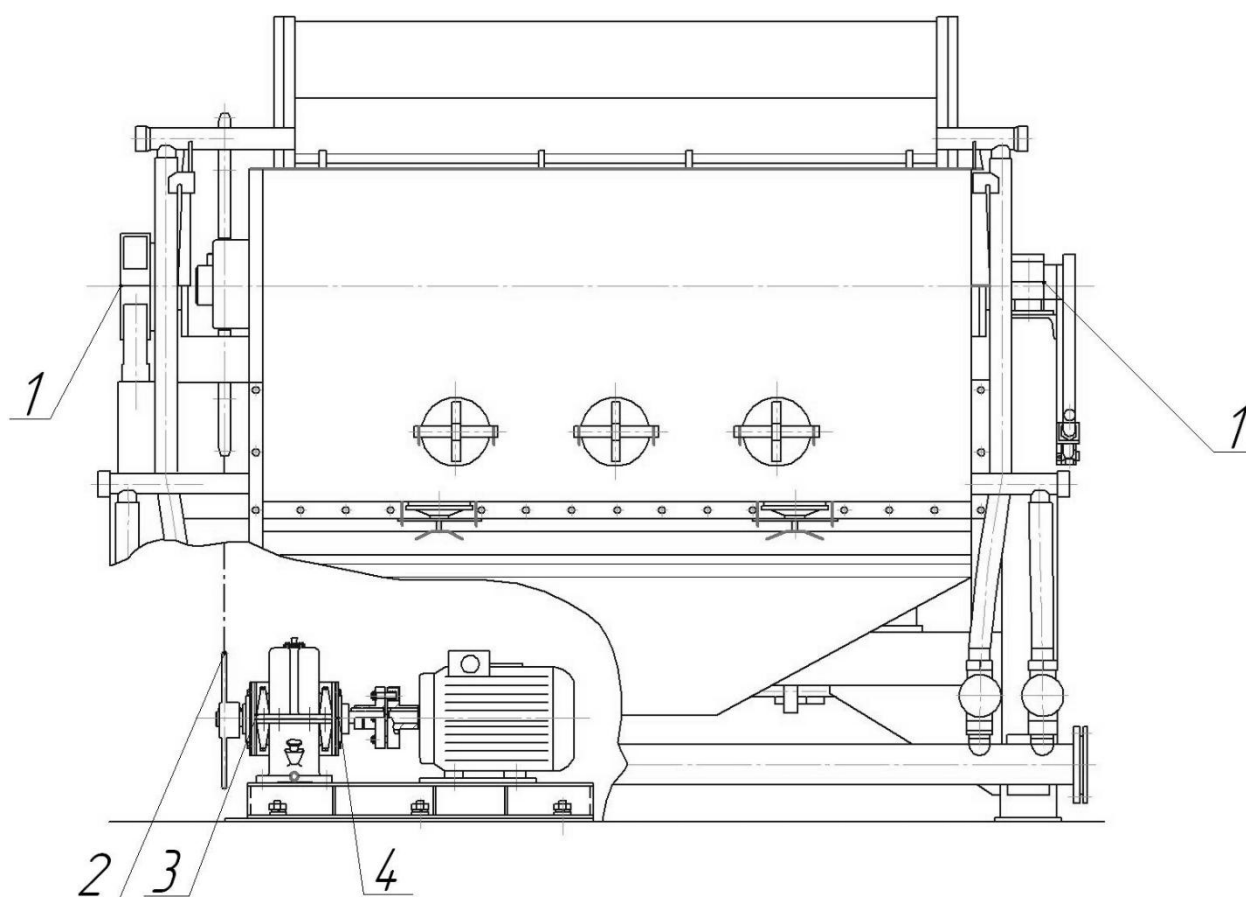


Рис.2.17 Карта змащування вузлів сепаратора

Таблиця 2.7

Карта змащування вузлів сепаратора

№ п/п	Назва точок змащування	Кіл-сть, шт.	Тип змащування, прийманна змазка	Кіл-сть на 1 точку, кг	Строк заміни, діб
1	Підшипникові опори	2	Густа система змащування ІП-1 ГОСТ 3257-74	0,2	1 раз у 55-65 діб
2	Ланцюгова передача	1	Рідке масло ІПП-114 ТУ 38.101413-97	3	1 раз у 55-65 діб
3	Підшипникові вузли редуктора	4	Густа система змащування ІП-1 ГОСТ 3257-74	0,2	1 раз на рік
4	Редуктор	1	Рідке масло ІПП-114 ТУ 38.101413-97	3	1 раз на рік

3 ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Особливості ремонтних робіт з погляду на безпеку праці.

Перед початком ремонту весь персонал, який братиме участь у роботах, повинен повторно ознайомитися з пунктами ПУЕ, ПТБ і ПТЕ, що регламентують порядок проведення ремонту.

Виведення сепаратора а в ремонт здійснюється відповідальною особою за його технічний стан відповідно до затвердженого графіка ремонту, погодженого керівництвом цеху або підприємства.

Шкідливі виробничі фактори під час ремонту:

- підвищена запиленість повітря в робочій зоні;
- підвищений рівень шуму на робочому місці.

Освітлення цеху здійснюється природним шляхом через віконні прорізи, а в нічний час — за допомогою ламп, встановлених на даху будівлі [17].

Для забезпечення безпечних умов праці всі агрегати, машини, обладнання РЗФ №1, а також робочі майданчики, розташовані вище нульової відмітки, повинні бути оснащені огорожами, запобіжними пристроями та спеціальними засобами захисту.

У небезпечних місцях необхідно розмістити попереджувальні знаки, плакати з техніки безпеки, а за потреби — звукову або світлозвукову сигналізацію.

Під час виведення класифікатора в ремонт робочу зону потрібно огородити знімними бар'єрами по периметру.

Електробезпека:

Основна мета заходів з електробезпеки — повне усунення ризику електротравм. Це забезпечується конструкцією електроустановок, у яких струмопровідні частини ізольовані або розміщені на недосяжній висоті.

Важливим елементом електробезпеки є захисне заземлення або занулення металевих неструмопровідних частин обладнання. У разі пошкодження ізоляції

заземлення автоматично відключає несправне обладнання або знижує напругу до безпечного рівня.

Для безпечної роботи з електроустановками слід використовувати ізоляційні коврики, рукавиці та галоші. Допустима напруга для робочого освітлення — не більше 220 В, а опір ізоляції проводки та апаратури повинен становити не менше 0,5 МОм.

Виконання монтажних робіт

Під час монтажу механізму монтажники виконують роботи з підвищеною небезпекою, до яких належать:

- такелажні операції, включаючи вантажно-розвантажувальні та транспортні роботи;
- робота з ручними машинами.

До виконання таких робіт допускаються особи віком від 18 років, які пройшли медичний огляд і навчання з безпечних методів і прийомів праці, а також правил надання першої медичної допомоги.

Вимоги до електротехнічного персоналу

Електромонтери, електрослюсарі та інші працівники, які виконують ремонт, налагодження або випробування електропроводки й допоміжних пристроїв класифікатора, повинні мати кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче III.

Особи, які обслуговують класифікатор, зобов'язані знати правила електробезпеки та методи надання допомоги при ураженні електричним струмом. Їм присвоюється кваліфікаційна група I.

Відповідальні особи

1. Особа, що видає наряд-допуск на виконання ремонтних робіт — механік цеху.
2. Заступник начальника цеху з обладнання.
3. Начальник ділянки.
4. Майстер.

Обов'язки відповідальних осіб

Механік, який видає наряд-допуск, несе відповідальність за:

- безпечне виконання робіт і дотримання умов, зазначених у наряді-допуску;
- призначення особи, яка здійснює допуск персоналу до роботи;
- призначення інженерно-технічного працівника, відповідального за контроль, попередження небезпечних ситуацій та евакуацію персоналу у безпечне місце.

Відповідальний за виконання наряду-допуску відповідає за:

- знеструмлення обладнання та проведення заземлення;
- встановлення заглушок на комунікаціях;
- огороження зони ремонту і монтажу від діючого обладнання спеціальними знаками, сигнальними стрічками та попереджувальними плакатами.

Працівники служб технічного забезпечення несуть відповідальність за повне та правильне виконання заходів, передбачених технологічною картою виконання робіт.

Виконавець робіт зобов'язаний:

- проводити цільовий інструктаж робітників;
- контролювати дотримання правил техніки безпеки;
- забезпечувати правильне використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ);
- стежити за справністю інструментів і пристроїв.

3.2 Засоби індивідуального захисту

На рудозбагачувальній фабриці поєднуються різні шкідливі фактори:

- запиленість повітря (особливо кварцовим пилом);
- шум і вібрації від дробарок, млинів, класифікаторів;
- підвищена вологість у флотаційному відділенні;
- контакт з реагентами (ксантогенати, сульфід, вапно);

- небезпека ураження електричним струмом.

Саме тому застосування повного комплексу ЗІЗ є невід'ємною частиною системи охорони праці і безпеки персоналу [18] .

Таблиця 3.1

Основні групи засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) на РЗФ

Група ЗІЗ	Призначення / Захист від	Типові приклади	Де використовується	Нормативний документ
Органи дихання	Пил, гази, пари реагентів	Респіратори «Лепесток», «РУ-60М», «ЗМ», фільтрувальні протигази	Дробильне, млинове, флотаційне відділення	ДСТУ EN 149:2017; Наказ МНС №62
Органи зору та обличчя	Механічні частинки, бризки кислот, іскри	Захисні окуляри, щитки, герметичні окуляри	Зварювальні, слюсарні, реагентні роботи	ДСТУ EN 166:2017; Типові галузеві норми ЗІЗ
Руки	Механічні ушкодження, опіки, дія реагентів, електрострум	Брезентові, гумові, діелектричні, теплозахисні рукавиці	Усі виробничі дільниці, реагентне господарство	ДСТУ EN 388:2017, ДСТУ EN 407:2019; НПАОП 0.00-4.01-08
Ноги	Механічні травми, дія вологи, електричний струм, низька температура	Спецвзуття з металевим підноском, гумові чоботи, діелектричні черевики, тепле взуття	Загальновиробничі ділянки, щитові, зовнішні майданчики	ДСТУ EN ISO 20345:2019; Типові галузеві норми ЗІЗ
Тіло і шкіра	Забруднення, високі температури, хімічні опіки	Комбінезони, костюми кислотоугостійкі, теплозахисний одяг, фартухи	Флотаційне, реагентне, ремонтне відділення	ДСТУ EN ISO 11611:2017; НПАОП 0.00-4.26-96
Голова	Падіння предметів, удари	Захисна каска, шолом, каска зі щитком	Усі виробничі зони	ДСТУ EN 397:2019; НПАОП 0.00-4.01-08
Слух	Підвищений рівень шуму (>85 дБ)	Протишумові навушники, беруші	Дробильне, млинове, класифікаційне відділення	ДСТУ EN 352-1:2017; НПАОП 0.00-4.01-08
Падіння з висоти	Падіння при монтажі, обслуговуванні	Страховальні пояси, карабіни, прив'язі	Монтажні, ремонтні, висотні роботи	ДСТУ EN 361:2018; НПАОП 0.00-4.01-08

3.3 Санітарно-побутові приміщення і пристрої

Призначення санітарно-побутових приміщень

Санітарно-побутові приміщення створюються для:

- підтримання належної гігієни працівників після роботи з пилом, мастилами, реагентами;
- забезпечення комфорту під час відпочинку, переодягання, прийому їжі;
- попередження професійних захворювань (особливо шкірних, респіраторних та хімічних отруєнь);
- дотримання санітарних норм, визначених ДБН і НПАОП.

Організація санітарно-побутових приміщень регламентується такими документами:

- ДБН В.2.2-28:2010 — “Будинки і споруди. Підприємства з переробки корисних копалин. Санітарно-побутові приміщення”.
- НПАОП 0.00-1.28-10 — “Правила охорони праці під час збагачення корисних копалин”.
- СНиП 2.09.04-87 — “Административные и бытовые здания”.
- ДСанПіН 3.3.6.042-99 — “Санітарні норми виробничих приміщень”.

Додаткові вимоги для рудозбагачувальних фабрик [17,18]

- Гардеробні, душові й умивальні розташовують поруч, утворюючи єдиний побутовий блок.
- Для працівників, які контактують із реагентами (ксантогенати, кислоти), передбачаються спеціальні санпропускники — із обов’язковим прийняттям душу при виході з небезпечної зони.
- Питна вода має відповідати вимогам ДСТУ 7525:2014.
- У холодний період року приміщення повинні підтримувати температуру не нижче +18 °С.
- Усі побутові приміщення обладнуються системою вентиляції, антислізьким покриттям підлоги, санітарним прибиранням не менше двох разів за зміну.

Наявність належно обладнаних санітарно-побутових приміщень:

- знижує ризик професійних захворювань;
- підвищує дисципліну й моральний стан колективу;
- створює умови для ефективного дотримання охорони праці;
- є обов'язковою умовою для проходження перевірок Держпраці.

Таблиця 3.2

Основні типи санітарно-побутових приміщень на рудозбагачувальній фабриці

Тип приміщення	Призначення / Особливості	Вимоги до облаштування
Гардеробна (роздягальня)	Для переодягання у спецодяг і зберігання особистих речей.	Дві секції шаф – для чистого та забрудненого одягу; вентиляція, освітлення, лавки.
Душові	Для миття після зміни, особливо при запиленості або контакті з реагентами.	1 душ на 10–15 працівників; гаряча і холодна вода; протиковзке покриття, вентиляція.
Умивальні (мийні пункти)	Для очищення рук і обличчя під час зміни.	Умивальники з подачею води, миючі засоби, сушарки або рушники.
Туалети (санвузли)	Для санітарних потреб персоналу.	Розташування не далі 75 м від робочих місць; підведення води, каналізація, вентиляція.
Сушильні приміщення	Для сушіння спецодягу, взуття.	Тепловентилятори або сушильні шафи, контроль температури не вище 45 °С.
Кімнати для прийому їжі (їдальні, буфети)	Для безпечного прийому їжі, ізоляція від виробничих зон.	Мийки, холодильники, мікрохвильовки, питна вода, меблі для прийому їжі.
Медпункт (перша допомога)	Для надання першої медичної допомоги.	Аптечки, носі, антисептики, засоби від опіків, тонометр, вентиляція.
Кімнати відпочинку або обігріву	Для короткочасного відпочинку, обігріву, відновлення після важкої праці.	Опалення, місця для сидіння, вода, аптечка, інформаційні плакати з охорони праці.

3.4 Пожежна профілактика

Протипожежні заходи на рудозбагачувальних фабриках (РЗФ) — це один із ключових розділів системи охорони праці та промислової безпеки. Через велику кількість пилу, мастил, електрообладнання й технологічних процесів, що можуть створювати підвищену температуру або іскри, ризик займання тут доволі високий. Рудозбагачувальні фабрики повинні [19]:

- мати затверджену систему протипожежного захисту, відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні» та НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час збагачення корисних копалин»;
- бути забезпеченими первинними засобами пожежогасіння;
- мати плани евакуації та схеми розміщення вогнегасників;
- проводити інструктажі з пожежної безпеки для всього персоналу (первинний, повторний, позаплановий).

Інженерно-технічні заходи

- Усі приміщення мають бути обладнані автоматичними системами пожежної сигналізації (АПС) і, за потреби, автоматичним пожежогасінням.
- Електрообладнання — пило- та вологозахищене, з відповідним ступенем ІР.
- Приміщення із зберіганням мастил або реагентів повинні мати вибухозахищене освітлення.
- Конвеєри обладнують датчиками перегріву роликів та зупинними шнурами безпеки.
- Заборонено накопичення пилу — проводиться регулярне вологе прибирання.

Організаційні заходи

- Призначається відповідальний за пожежну безпеку в цеху та на підприємстві.
- Кожен працівник проходить навчання з пожежної безпеки не рідше одного разу на рік.
- Розробляються інструкції з пожежної безпеки для кожного виду робіт (наприклад, зварювальних, електричних, вантажопідіймальних).
- Забезпечується вільний доступ до евакуаційних виходів та чітке маркування шляхів евакуації.
- Проводяться регулярні протипожежні тренування.

Таблиця 3.3

Основні типи санітарно-побутових приміщень на РЗФ

Тип засобу	Призначення	Місце розташування / Використання
Вогнегасники (порошкові, вуглекислотні)	Для гасіння електроустановок, пилю, мастил	У цехах, біля щитів, насосних, пунктів обслуговування обладнання
Пожежні крани та рукави	Для подачі води на великі площі займання	На кожному поверсі поблизу технологічних зон
Пісочниці, відра, совки	Для локального гасіння дрібних загорянь	На території складів, гаражів, біля трансформаторних
Ящики з азбестовими полотнами, кошми	Для ізоляції місця займання	Біля потенційно небезпечного обладнання
Пожежні гідранти (зовнішня мережа)	Для приєднання пожежних машин	На території підприємства через кожні 100–150 м

Впровадження комплексу протипожежних заходів дозволяє:

- знизити ймовірність виникнення пожеж;
- забезпечити своєчасне реагування у випадку займання;
- мінімізувати матеріальні збитки;
- зберегти життя та здоров'я працівників.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання данної випускної кваліфікаційної роботи була вивчена конструкція магнітного сепаратора барабанного типу, встановленого на рудо-збагачувальній фабриці №1 НКГЗК, який використовується для збагачення залізної руди і утворення концентрату.

Привід данного сепаратора був змонтований всередині барабану сепаратора, а також мав багато елементів у кінематичній схемі, що призводило до великих витрат при ремонті та заміні даних елементів, так як вони порівняно мають велику вартість.

Аналіз недоліків проводився на підставі агрегатного журналу машини, який заповнює ремонтна і технологічна служби цеху. Узагальнивши дані з можна зробити висновки про основні недоліки в роботі машини, а саме:

1. На практиці в процесі роботи сепаратора спостерігається підвищений знос деталей приводу сепаратора. Це пов'язаний з тим, що всередину барабана потрапляє пульпа в наслідку його негерметичності. Підвищений знос контактних поверхонь в зубчатому зачепленні мотор-редуктора і редуктора приводять до передчасного виходу з ладу даних вузлів. Будучи високоабразивним матеріалом пульпа викликає абразивний знос зубів зубчатих коліс, приводить до появи люфтів в зачепленні, підвищуються динамічні навантаження і зубчаті передачі виходять з ладу.

2. Заміна вузлів, що вийшли з ладу, і деталей вимагає великих витрат праці. При аварійній зупинці машини, проводять заміну барабана, цілком, розбираючи підшипникові опори і знімаючи барабан, його транспортують в зібраному вигляді на ремонтний стенд, а на його місце встановлюють резервний, також повністю в зібраному вигляді. Тривалість операції не тривала, але як наслідок того, що підшипникові опори неминуче неспіввісні, невиключені мікроперекося барабана, встановленого без точної підгонки і вивіряння. В результаті підшипники встановлені без дотримання співісності що приводить до їх передчасного виходу з ладу що неприпустимо.

3. При виході з ладу приводу сепаратора, його ремонтують тільки на ремонтному стенді, повністю розбираючи барабан: відкручують болти торцевих кришок і знімають обичайку з магнітної системи. Це пов'язано з тим, що привід розміщений усередині барабана, а це робить його недоступним. Затруднений ремонт і обслуговування сепаратора.

Вивчивши конструкцію машини і використовуючи дані проведеного літературно-патентного огляду пропонується в даній кваліфікаційній роботі запропоновано провести модернізацію магнітного сепаратора. Пропонована модернізація магнітного сепаратора дозволить зменшити трудомісткість робіт по ремонту та обслуговуванні сепаратора, зкоротити час затрачування на ці операції, збільшити міжремонтний цикл машини, поліпшити експлуатаційні характеристики за рахунок:

1. Розміщення приводу сепаратора зовні для забезпечення зручності, простоти і доступності при його експлуатації, обслуговуванні і ремонті.

2. Зміни конструкції валу сепаратора і додаванню в конструкцію спеціальну втулку, щоб можна було здійснити його привід зовні. Це дозволить проводити обслуговування і ремонт сепаратора не знімаючи барабан, що істотно скоротить трудомісткість робіт по його ремонту, а також не буде необхідності проводити вивіряння і центрівку барабана при його установці;

3. Модернізувати привід сепаратора, тобто замінити одну з його частин кінематичної схеми приводу, а саме мотор-редуктор з планетарною передачею на двигун, редуктор і ланцюгову передачу, яка володіє великими можливостями по передачі крутного моменту. Це зменшить витрати на ремонт, обслуговування сепаратора а також збільшить міжремонтний цикл, так як ланцюгова передача більш надійна та має меншу вартість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Каталог «Криворіжсталь» - 70 років - 70 кроків у майбутнє; 2004 рік - 15с.
2. Офіційний сайт ПАТ «АМКР» <https://ukraine.arcelormittal.com/>
3. Сировинні матеріали та їх підготовка до металургійних процесів: підручник / С.А. Воденніков, С.О. Гаврилко, В.М. Очинський та ін., за редакцією професора Червоного І.Ф.; Запорізька державна інженерна академія. Запоріжжя: ЗДІА, 2013. – 408 с.
4. ПБМ-ПП-150/200.00.000 ТО Технічна характеристика та інструкція з експлуатації . 1981. -31с.
5. Технічне обслуговування металургійного обладнання / Жук А.Я., Малишев Г.П., Желябіна Н.К., Таратута К.В. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2017. — 288 с.
6. Історія гірництва: Підручник / Гайко Г. І., Білецький В. С. — Київ-Алчевськ: Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», видавництво «ЛАДО» ДонДТУ, 2013.— 542 с.
7. Удосконалення технологій і обладнання агломераційного виробництва / Учитель О.Д., Засельський В.Й., Пополов Д.В., Засельський І.В.: монографія. Кривий Ріг: Літерія, 2018. - 184 с.
8. АС №1782658 розроблений науково-виробничим об'єднанням «Нечерноземагромаш» Г.Т.Самуїлов, В.І.Соліхов, Л.П.Болотов і Г.А.Філінов
9. US9833791B2/Shun Wang, Shandong (CN); References Cited Wang, Shandong (CN); Fengliang Liu, Shandong (CN); Yuyong Li, Shandong (CN); Liangman Zhang, Shando/ Patent No.: US 9 , 833 , 791 B2/ Dec. 5, 2017/ MAGNETIC SEPARATOR FOR IMPROVING GRADE OF REFINED ORE AND REDUCING SLAGS.
[https://patents.google.com/patent/US9833791B2/en?q=\(B03C1%2f14\)](https://patents.google.com/patent/US9833791B2/en?q=(B03C1%2f14))
10. CN201208575Y/ MAANSHAN HEAVENLY TECHNOLOGY Co Ltd/ 2008 рік.
Мокрий магнітний сепаратор для дрібних частинок барабанного типу з постійними магнітами.
[https://patents.google.com/patent/CN201208575Y/en?q=\(B03C1%2f14\)](https://patents.google.com/patent/CN201208575Y/en?q=(B03C1%2f14))

11. Технологічні машини: підручник для студентів спеціальностей механічної інженерії закладів вищої освіти./ Гнітько С.М., Бучинський М.Я., Попов С.В., Чернявський Ю.А. - Харків: НТМТ, 2020. 258 с.
12. В.П. Танай, М.І. Гармаш та ін.. Довідник практичного механіка, - Кривий Ріг, 2001, - 328с.
13. Зінченко В.І., Мамаєв Л.М., Постольник Ю.С., Основи інженерної механіки: Навч. посібник. –Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004. – 444с.
14. Монтаж металургійного обладнання: Навчальний посіб. / Жук А.Я., Малишев Г.П., Желябіна Н.К., Таратута К.В. — К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. - 330 с.
15. Ремонт металургійного обладнання. Навчальний посібник./Желябіна Н.К., Жук А.Я., Малишев Г.П.Київ. Кондор. 2018.—234с.
16. Теорія і практика змащування металургійних машин. Навчальний посібник для студентів спеціальності 7.090218 – Механічне обладнання /Максименко О.П., Перемітько В.В., Самохвал В.М. – Дніпропетровськ: «Системні технології», 2006р. – 172 с.
17. Єсмаханов Ж.А., Мельнік С.С., Сьомін М.М., Настанова з охорони праці та промислової безпеки ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»/ Кривий Ріг, 2021. - 58с. <https://ukraine.arcelormittal.com/corporate-responsibility/health-and-safety>.
18. В.О. Шеремет, О.І. Каракаш, В.Ф. Марунчак та ін. Охорона праці на гірничо - металургійному підприємстві,: Навчальний посібник. - Ч.У: Ремонтно-механічний комплекс. - Дніпропетровськ: ПП «Ліра», 2004. - 332с.
19. В.П. Кириленко, О.І. Каракаш, С.І. Теслюк., Довідник з охорони праці та пожежної безпеки: навчальний посібник / Дніпропетровськ: ПП «Ліра ЛТД», 2008 – 868 с.
20. І.В. Засельський, М.І. Шепеленко/ Методичний посібник про організацію та зміст кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти першого та другого рівнів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»/ ДУЕТ, Кривий Ріг, 2021, 30с.
21. Вимоги з оформлення письмових робіт/НМР ДУЕТ, Кривий Ріг, 2020, 53с. <https://www.duet.edu.ua/uploads/normbase/263/vimog.pdf>

ЗГОДА

здобувача вищої освіти

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

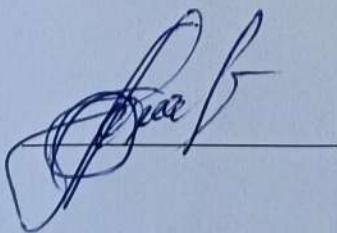
Я, *Ващенко Олег Миколайович*, підтримую політику Державного університету економіки і технологій з академічної доброчесності і відкритого доступу.

Засвідчую, що кваліфікаційна робота магістра *«Механічне обладнання рудозбагачувальної фабрики №1 НКГЗК ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Модернізація приводу магнітного сепаратору ПБМ 150/200»* виконана самостійно та не містить академічного плагіату. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

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

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

15.01.2026



Ващенко ОМ
(ініціали, прізвище, власноруч)