

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

Кириченко Володимир Геннадійович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему

Механічне обладнання дробильно-сортувальної фабрики ПРАТ "Суша балка".
Модернізація механізму обертання і фіксації регулюючого кільця конусної
дробарки КМД-2200Т

(повна назва теми)

за матеріалами

Дробильно-сортувальної фабрики ПРАТ "Суша балка"

(повна назва бази дослідження)

науковий керівник д.т.н., професор
(наук. ступінь, вчене звання)


(підпис)

Учитель О. Д.
(прізвище, ініціали)

Робота допущена до захисту в ЕК

Протокол засідання кафедри

від 23 січня 2026 р № 9

Завідувач кафедри


(підпис)

д.т.н., професор
(наук. ступінь, вчене звання)

В. Й. Засельський
(ініціали, прізвище)

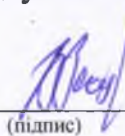
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра Інжинірингу з галузевого машинобудування

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

Кириченко Володимир Геннадійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи магістра

*Механічне обладнання дробильно-сортувальної фабрики ПРАТ "Суша балка".
Модернізація механізму обертання і фіксації регулюючого кільця конусної
дробарки КМД-2200Т*

керівник кваліфікаційної роботи магістра Учитель О. Д., д.т.н., професор

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

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи до кафедри 15.01.2026

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи магістра

*Умови виробництва дробильно-сортувальної фабрики ПРАТ "Суша балка".
Конструкція та технічна характеристика механізму обертання і фіксації
регулюючого кільця конусної дробарки КМД-2200Т*

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

4.1 Аналітична частина;

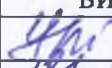
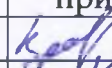


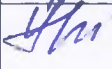

4.2 Основна частина;

4.3 Організація безпечного виробництва.

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

*3 аркуші формату А1 складальний кресленик: механізм обертання і фіксації
регулюючого кільця конусної дробарки КМД-2200Т, гідродомкрат, гідроагрегат;
2 аркуші формату А1 кресленик деталей: кожух, кільце розпірне, поршень,
кришка, шток, гільза.*

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи


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

7. Дата видачі завдання 20 жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач


(підпис)

Кириченко В. Г.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

Учитель О. Д.
(прізвище та ініціали)

Перв. примен.	№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	№ ЕКЗ	Примітки	
	1							
	2			Документація загальна				
	3							
	4			Знов розроблена				
	5							
Справ. №	6	A1	KPM.133.26.11.00.000 ЗВ	Креслення загального вигляду	2			
	7	A4	KPM.133.26.11.ПЗ	Пояснювальна записка	88			
	8							
	9			Документація по				
	10			складальним одиницям				
	11							
	12				Знов розроблена			
	13							
	Попл. и дата	14	A2	KPM.133.26.11.01.000 СК	Гідродемкрат			
		15			Складальне креслення	1		
16		A2	KPM.133.26.11.02.000 ЗВ	Гідроагрегат				
17				Креслення загального вигляду	1			
18								
19								
20								
21								
22								

A

133.26.11.KPM				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кириченко		12.01.26
Пров.		Учитель		12.01.26
Н.контр.		Учитель		21.01.26
Утв.		Засельський		23.01.26
Механізму обертання і фіксації регулюючого кільця канцсної дробарки КМД-2200 Відомість кваліфікаційної роботи магістра				
		Лит.	Лист	Листов
			1	2
ННТІ ДУЕТ кафедра ІГМ гр. ГМ-24м				

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	№ ЕКЗ	Примітки
23						
24			<u>Документація по деталям</u>			
25						
26			<u>Знов розроблена</u>			
27						
28	A2	KPM.133.26.11.00.005	Кожух	1		
29	A2	KPM.133.26.11.00.006	Кільце розпорне	1		
30	A3	KPM.133.26.11.01.001	Поршень	1		
31	A3	KPM.133.26.11.01.002	Кришка	1		
32	A3	KPM.133.26.11.01.003	Шток	1		
33	A3	KPM.133.26.11.01.004	Гільза	1		
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						

Подп. и дата

Инд. № докл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

133.26.11.KPM

Лист

2

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра : 85 стор., 16 рис., 10 табл., 17 джерел.

Об'єкт розробки – механізм обертання і фіксації регулюючого кільця конусної дробарки КМД-2200Т дробильно-сортувальної фабрики ПРАТ "Суша балка".

Ціль розробки – підвищення надійності роботи машини, поліпшення експлуатаційних характеристик, автоматизація процесу зміни зазору розвантажувальної щілини конусної дробарки типу КМДТ за рахунок впровадження механізму для фіксації регулюючої гайки конусної дробарки.

Метод досліджень – аналітичний – визначення навантажень в механізмі фіксації регулюючої гайки конусної дробарки, розрахунок зусилля гідродомкратів, розрахунки міцності основних деталей гідродомкрату.

Запропонований пристрій для фіксації регулюючої гайки конусної дробарки, розроблений проект і схема пристрою. Визначене необхідне робоче зусилля гідродомкратів.

Розглянута організація ремонтних робіт на підприємстві, методи монтажу деталей і вузлів конусної дробарки. Запропоновані заходи щодо охорони праці при експлуатації, обслуговуванні і ремонті конусної дробарки.

Запропонована модернізація конусної дробарки дозволить виключити трудомісткі ручні операції при обслуговуванні дробарки, зменшити час обслуговування дробарки, зменшити холостий пробіг дробарки, тим самим зменшити знос втулок і підшипників, пристрій також дозволить проводити зміну розвантажувальній щілині дробарки без застосування конструкції регулювальної гайки з використанням колонок з клинами. Пристрій забезпечить ефективніше використання дробарки і підвищення якості продуктів дроблення.

КОНУСНА ДРОБАРКА, МЕХАНІЗМ СТОПОРЕННЯ РЕГУЛЮЮЧОЇ ГАЙКИ, ГІДРОДОМКРАТИ, ГІДРОАПАРАТУРА.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Характеристика дробильно-сортувальної фабрики	9
1.2 Призначення та область застосування конусної дробарки	12
1.3 Технічна характеристика	16
1.4 Опис базової конструкції	17
1.5 Аналіз недоліків в роботі машини. Можливі причини недоліків	22
1.6 Формування мети та задач для її досягнення	23
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	24
2.1 Аналіз стану існуючих інноваційних рішень	24
2.2 Пропозиції по досягненню поставленої мети	38
2.3 Аналітичні розрахунки	43
2.3.1 Розрахунок навантажень і визначення вихідних даних	43
2.3.2 Розрахунок потужності гідроприводу	43
2.3.3 Розрахунок і вибір елементів гідравлічної схеми	44
2.3.4 Розрахунок втрат тиску в гідросистемі	48
2.3.5 Розрахунок к.к.д. гідроприводу	50
2.3.6 Розрахунок параметрів гідродомкратів	51
2.3.7 Розрахунок конструктивних елементів гідродомкратів	51
2.3.8 Розрахунки деталей гідродомкрату на міцність	54
2.4 Монтаж, ремонт, змащення	55
2.4.1 Прив'язка машини до технологічного тракту	55
2.4.2 Технологічна карта монтажу	59
2.4.3 Зношення відповідальних деталей та методи їх відновлення	66
2.4.4 Розробка графіка планово-попереджувальних ремонтів	69
2.4.5 Змащення	71
3 ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	75
3.1 Аналіз основних шкідливостей і небезпечностей	75

	7
3.2 Заходи щодо зниження шкідливостей і небезпечностей	77
3.2.1 Засоби індивідуального захисту	79
3.2.2 Санітарно-побутові приміщення і пристрої	80
3.3 Пожежна профілактика	82
ВИСНОВОК	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	87
ДОДАТКИ	89

ВСТУП

Сировинна база комбінату представлена покладами багаті залізної руди, переважно мартитового, а подекуди й гематитового складу. Розвідані запаси руд сягають глибини до 2060 м у полях шахти «Ювілейна» та до 1500 м у межах шахти імені М.В. Фрунзе. Вміст заліза в товарній руді становить від 56% до 59%. Також у полях шахт виявлено значні поклади магнетитових кварцитів, які забезпечують ресурси на 200–300 років.

До складу комбінату входять рудовидобувні шахти: «Ювілейна» з річною виробничою потужністю 2250 тис. тонн агломераційної руди та шахта імені М.В. Фрунзе, що виробляє 1050 тис. тонн такої ж руди щороку. Об'єкти мають власні дробильно-сортувальні фабрики. Окрім шахт, структура комбінату включає шахтобудівне управління, електромеханічний цех, автотранспортний цех, торгово-комерційне управління та управління ремонтно-будівельних робіт.

Основна продукція комбінату – залізна агломераційна руда із вмістом заліза 56–60% відповідно до технічних умов №ТОО 14-9-359-99 та доменна кускова руда з вмістом заліза 47–50% за цими ж технічними умовами. Серед споживачів продукції комбінату – ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», а також металургійні заводи Австрії, Болгарії, Угорщини, Польщі, Румунії, Словаччини та Чехії.

Наразі комбінат активно працює над створенням вузла для сухої магнітної сепарації.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика дробильно-сортувальної фабрики

Шахта імені М.В. Фрунзе, що належить ВАТ «Суша Балка», розпочала свою роботу у 1960 році. Основною частиною шахти є шахтовий ствол, який поділяється на три відділення: дві клітьові секції, які забезпечують спуск робітників у шахту, та одне скипове відділення, через яке руда транспортується на поверхню. Доставлена зі стовбура руда потрапляє до приймального бункера дробильно-сортувальної фабрики (ДСФ), де проходить кілька етапів дроблення та сортування. Потім її конвеєрним шляхом доправляють на склад готової продукції, звідки відвантажують аглоруду споживачам.

Дробильно-сортувальна фабрика складається з кількох головних виробничих корпусів: надшахтної споруди з дробильним відділенням, корпусу для сортування та корпусу для подрібнення. Корпуси взаємопов'язані між собою галереями.

Основне обладнання ДСФ включає конусні дробарки типів ККД 500/75, КСД 2200, КМД 2200, КМДТ 2200; грохоти ГТТ-51, ГТТ-52; пластинчасті живильники важкого, середнього та легкого типу; а також стрічкові конвеєри з шириною стрічки 1000 і 1200 мм.

У дробильному корпусі розташоване обладнання для крупного дроблення (дробарка ККД 500/75), середнього дроблення (КСД 2200) і дрібного дроблення (КМД 2200), а також грохоти ГТТ-51, пластинчасті живильники важкого типу (1С-18-60) і середнього типу (1С-15-60). Для транспортування використовуються стрічкові конвеєри з шириною стрічок 1000 і 1200 мм.

У корпусі сортування встановлені грохоти ГТТ-52, стаціонарні й пересувні стрічкові конвеєри, пластинчастий живильник ЗС-12-30 та бункер грохотів.

У корпусі подрібнення знаходяться дробарки КМДТ 2200 та стрічкові конвеєри для живлення цих дробарок. Загальна площа корпусу становить 130 м².

Ремонт основного та допоміжного обладнання проводиться за допомогою мостових кранів, а також додаткових електричних і пневматичних лебідок та електротельферів, розміщених на різних висотних рівнях корпусів.

Сировина, що надходить на ДСФ, представлена сирою рудою розміром понад 500 мм. Кінцевий продукт – аглоруда з вмістом заліза Fe у межах 54-61%.

Шахта має проектну потужність у 2 млн тонн руди на рік. Проте нині продуктивність знижена через скорочення обсягів відвантажень товарної руди споживачам і становить близько 1,2 млн тонн на рік.

Продуктивність ДСФ також розрахована на 2 млн тонн на рік і наразі відповідно зменшена. Переробка сирої руди на ДСФ здійснюється відповідно до технологічної інструкції ТИ – 01-03.

Ця інструкція є документом, що описує процеси, методи та прийоми обробки гірничої маси, яка видобувається із шахти або доставляється автотранспортом із польового складу до польового комплексу ДСФ.

Мета інструкції – мінімізувати кількісні й якісні втрати, покращити якість аглоруди за вмістом заліза та гранулометричним складом, забезпечити максимальне відділення кварцитів із мінімальним вмістом у них заліза та дрібних фракцій. Основні терміни, що застосовуються до характеристик руди:

- Багата руда – руда, у якій кускова фракція містить понад 46% заліза.
- Бідна руда – руда, у якій кускова фракція містить менше ніж 46% заліза.
- Збіднена руда — руда з домішками порід (роговики, сланці), що містять менше ніж 46% заліза.

– Рядова руда – видобута з шахти руда розміром не більше ніж 400 мм, яка не проходила рудопідготовку на ДСФ.

– Кварцити (хвости) – породи (роговики, сланці, джеспіліти) з вмістом заліза менше ніж 45%.

– Сира руда — усі видобуті об'єми руди до відділення некондиційних шматків на ДСФ.

– Товарна руда – руда після видалення некондиційних шматків у ході рудопідготовки на ДСФ.

Рудопідготовка включає технологічні операції дроблення, грохочення та усереднення руди, які виконуються на ділянці ДСФ. Контроль якості продукції здійснює ВТК шахти. До основних завдань ДСФ належать аспекти, пов'язані з технологією виготовлення товарної руди.

Залежно від якості руди, яка надходить із шахти, майстер ДСФ разом з представниками ОТК визначає оптимальний спосіб її переробки.

Збагачувальна фабрика (ДСФ) шахти ім. М.В. Фрунзе функціонує в п'яти різних режимах:

1. Якщо з шахти надходить багата руда, вміст заліза в кусковій фракції якої перевищує 46%, обробка здійснюється в замкнутому циклі із застосуванням дробарок корпусу подрібнення. Кінцевим продуктом у цьому випадку є аглоруда, яка транспортується на склад готової продукції.

2. Для бідної руди корпус подрібнення не залучається до обробки: шматки з вмістом заліза 40% спрямовуються в "хвости", тоді як аглоруда направляється на склад готової продукції.

3. Якщо руда з шахти має вміст заліза в межах 46-50%, продукти, що виходять із грохотів корпусу сортування, передаються на повторне дроблення у корпусі подрібнення.

4. У разі переробки руди з польового складу вона доставляється автотранспортом до приймального бункера польового комплексу. Після обробки шматки з вмістом заліза 40% скидаються в хвости, а аглоруда відправляється на склад готової продукції.

5. Коли з шахти видобуваються кварцити, їх транспортують стрічковими конвеєрами в бункер пустих порід, розташований на західній стороні корпусу сортування. З цього бункера кварцит завантажують в автотранспорт і вивозять у відвал.

1.2 Призначення та область застосування конусної дробарки

У нашому випадку об'єктом модернізації є конусна дробарка КМДТ-2200 Т, яка розміщена у корпусі подрібнення та функціонує в замкнутому циклі дробильно-сортувальної фабрики. Постачання матеріалу до дробарки здійснюється через стрічковий конвеєр, а вихідний продукт подрібнення - залізна руда фракцією 15–40 мм - видаляється за допомогою іншого стрічкового конвеєра, встановленого під зоною розвантаження. Регулювання розвантажувальної щілини виконується гідроциліндрами, які забезпечують обертання або відкручування регулюючого кільця. Для фіксації регулюючого кільця (або гайки) застосовуються колонки зі стопорними клинами. Установка останніх здійснюється вручну за допомогою ударного інструменту.

Конусні дробарки типів КСД і КМД усіх версій, відповідно до стандарту ГОСТ 6937-69, призначені для переробки руд, нерудних викопних матеріалів та подібної сировини, за винятком пластичних матеріалів.

Важливо зазначити, що для дроблення порід із підвищеними характеристиками міцності та дробимості, такими як ферохром, використання дробарок КСД і КМД не допускається. Максимально

допустима напруга на стиск для подрібнюваного матеріалу не повинна перевищувати 3000 кг/см².

Перед подрібненням порода обов'язково має бути промита, а дрібна фракція повинна бути відсіяна. Це дозволяє підвищити продуктивність роботи дробарки, зменшити зношення броньових плит і знизити споживану потужність.

Простір дробарок, що здійснюють подрібнення, розроблений таким чином, щоб вони ефективно функціонували в багатостадійних технологічних процесах. Водночас кожен окремий тип дробарки може використовуватись автономно, залежно від вимог до кінцевого продукту дроблення.

На рисунку 1.1 наведено типові характеристики розмірів роздробленого продукту дробарок типів КСД Гр, КСД Т і КМД Гр під час роботи у відкритому циклі. Ці дані можуть бути основою для перевірки відповідності здібностей дробарок вимогам підприємства [1].

Типові характеристики сформовано на базі аналізу продуктів дроблення руд середньої міцності. У реальних умовах можуть зустрічатися матеріали та руди, що дають як кращі, так і гірші технічні результати. Однак у конструкції дробарок передбачено можливість регулювання розвантажувальної щілини, що дозволяє досягати оптимальних характеристик продукції.

Для дробарок типу КМДТ, які зазвичай завершують процес дроблення, на рисунку 1.2 показані граничні типові характеристики продуктів для легкодробимих (крива 1) і важкодробимих (крива 2) матеріалів.

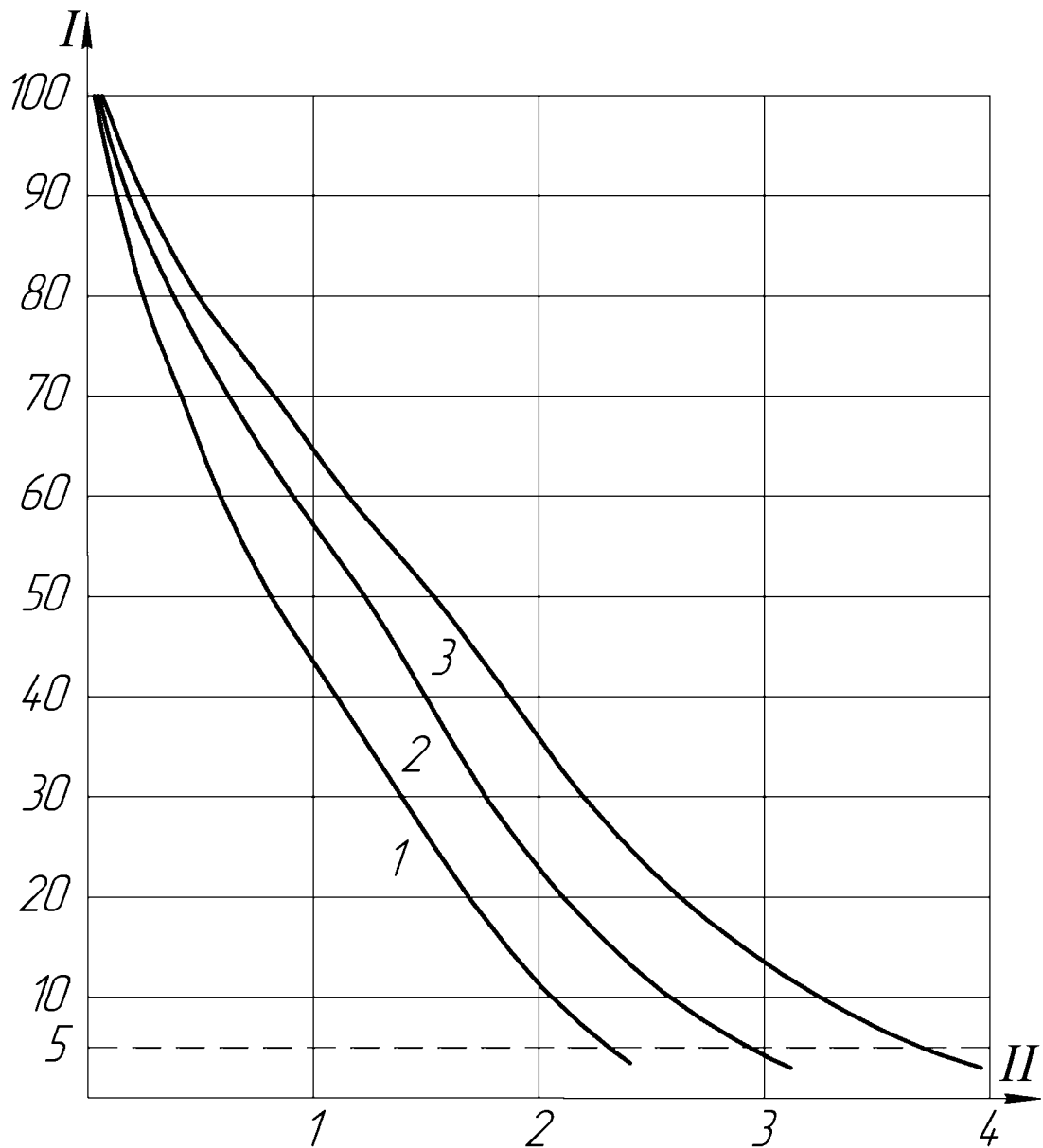


Рис. 1.1 Типові характеристики розміру роздробленого продукту конусних дробарок

1-КСД Гр; 2-КСД Т; 3-КМД Гр

I – Сумарний вихід фракції %;

II – Розмір продукту в долях розвантажувальної щілини

Джерело: розроблено із використанням [1]

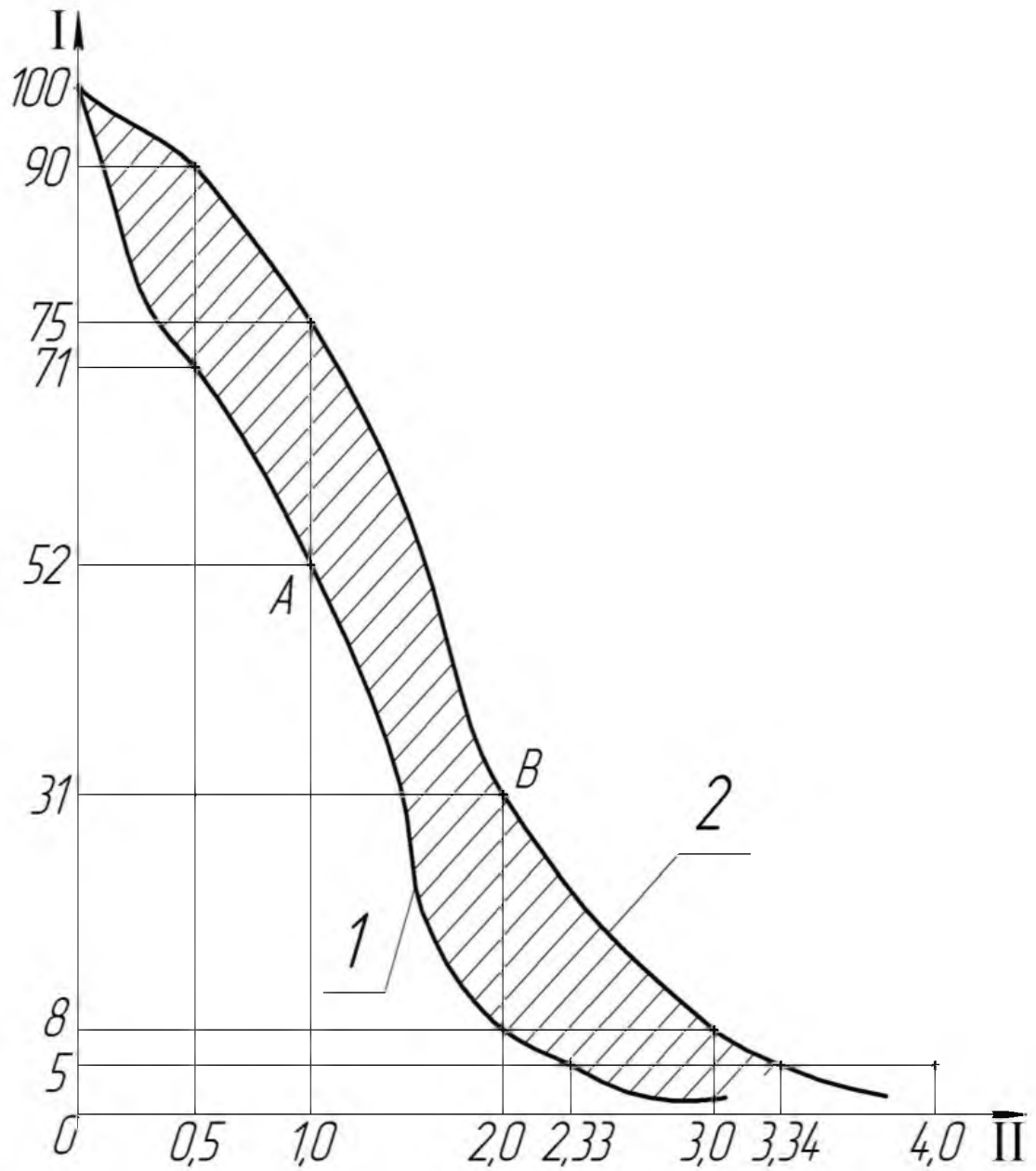


Рис. 1.2 Типові характеристики розміру роздробленого продукту

дробарок КМД – 1750, КМД – 2200Т

Джерело: розроблено із використанням [1]

Наприклад, якщо заплановано отримати продукт із вмістом 90% часток класу менше 12 мм, а перероблювані руди належать до легкодробимих, аналіз кривої 1 показує, що дробарка КМДТ забезпечує до 90% продукту з розмірами частинок, меншими за встановлений параметр розвантажувальної щілини. У такому разі робота дробарки має бути налаштована на розвантажувальну щілину 6 мм (12 мм / 2).

Якщо ж руда відноситься до важкодробимих матеріалів, то при використанні щілини такого ж розміру (6 мм) відповідно до кривої 2 буде отримано лише 69% продукту потрібної фракції.

У такій ситуації для досягнення мети в 90% часток класу менше 12 мм необхідно застосувати замкнутий цикл роботи з контрольним грохотом і додатково класифікувати продукт по заданому класу мінус 12 мм.

1.3 Технічна характеристика

Таблиця 1.1

Основні технічні характеристики дробарки КМД-2200

№ п/п	Найменування основних параметрів і розмірів	Норми для типорозмірів	
		КМД-2200	
		Т	Гр
1.	Діаметр підстави дроблячого конуса, мм.	2200	
2.	Ширина відкритої приймальної щілини, мм.	100	140
3.	Діапазон регулювання ширини розвантажувальної щілини у фазі зближення профілів, мм.	5-15	10-20
4.	Найбільший розмір кусків живлення, мм.	85	110
5.	Продуктивність на матеріалі середньої твердості з вологовмісткістю 4 %, мм ³ /ч.	160	220
6.	Потужність приводного двигуна, кВт.	250	250
7.	Маса дробарки в зборі, кг	91500	

Джерело: розроблено із використанням [2]

1.4 Опис базової конструкції

Дробарка КМД-2200Т складається з таких основних компонентів: станини, опорного кільця, кожуха, опорної чаші, дроблячого конуса, ексцентрикового вала, приводного вала та завантажувального пристрою.

Станина є суцільнолитою конструкцією зі сталі марки 35Л і включає відливання для монтажу приводного вала і центрального стакана. Опорні кільця закріплюються до станини за допомогою болтів, що проходять через амортизаційні пружини. Такий спосіб кріплення дозволяє захистити дробарку від пошкоджень у разі попадання недробимих матеріалів. У таких випадках, під впливом значного навантаження, пружини стискаються, опорне кільце разом із регулюючим елементом підіймаються, збільшуючи відстань між рухомим і нерухомим конусами. Це дає змогу недробимому матеріалу пройти через щілину без спричинення аварійної ситуації. Водночас пружини можуть працювати навіть під час стандартної експлуатації дробарки, що часто супроводжується характерним стуком опорного кільця об станину.

Окрім недробимих матеріалів, спрацювання пружин можуть спричинити інші фактори, зокрема нерівномірне чи надмірне завантаження дробарки, велика кількість дрібнофракційного матеріалу, висока в'язкість матеріалу або недостатня жорсткість самих пружин.

Регульовальне кільце, вкручене в опорне кільце за допомогою упорної різьби, використовується для зміни розміру розвантажувальної щілини дробарки. Закручування або відкручування цього регульовального кільця дозволяє коригувати зазор між рухомими та нерухомими конусами, відповідно змінюючи параметри роботи дробарки.

Внутрішню поверхню регульовального кільця оснащено бронею, виготовленою зі сталі Г13Л, яка відзначається високою стійкістю до стирання. Ця броня прикріплена до кільця за допомогою крюків і скоб, а її нижня частина щільно зафіксована до основи кільця. Зазор між бронею та кільцем заповнюється цинковим сплавом або цементним розчином. Для захисту робочої зони дробарки та встановлення приймальної воронки використовується кожух. Опорна чаша щільно закріплена у верхній частині станини й виконує функцію опори для дроблячого конуса. Щоб уникнути зміщення сферичного під'ятника, його закріплюють до опорної чаші за допомогою штифтів.

Дроблячий конус міцно встановлюється на вал методом гарячої посадки та спирається на сферичний під'ятник. Поверхня конуса ущільнена бронею зі сталі Г13Л, яку закріплено притискною гайкою. Простір між тілом конуса та бронею заповнюють цинковим сплавом або цементним розчином для забезпечення щільного прилягання і надійного кріплення броні. Для ексцентрика як опора використовується втулка з бронзи або матеріалу з бабітовим наплавленням, запресована в стакан.

У конічний отвір ексцентрика встановлюється конічна втулка, виготовлена з бронзи або металу з бабітовим покриттям, яка слугує підшипником для хвостовика валу дроблячого конуса. Опорою ексцентрика є підшипник, що складається з набору сталевих дисків і бронзових шайб. На верхній частині ексцентрика закріплене зубчасте колесо на шпонці, яке є складовою приводу дробарки. На ньому встановлена противага для балансування інерційних сил.

Приводний вал встановлений в корпусі станини дробарки на підшипниках кочення (або ковзання) та виконує функцію передачі обертального моменту від електродвигуна до ексцентрика через конічну зубчасту пару. З'єднання приводного валу з електродвигуном здійснюється за допомогою пружної муфти.

Завантажувальний пристрій складається із приймальної воронки, відбивного екрану та патрубку, через який матеріал, що потребує дроблення, спрямовується на розподільну тарілку, встановлену у верхній частині валу дроблячого конуса. Завдяки цьому матеріал рівномірно подається до камери дроблення.

При запуску електродвигуна крутний момент передається приводному валу через пружну муфту, а далі до конічної шестерні, яка перебуває в постійному зачепленні із зубчастим колесом. Останнє, жорстко закріплене на корпусі ексцентрика, при обертанні змушує рухомий конус періодично наближатися до нерухомого конуса та віддалятися від нього на відстань, що дорівнює ексцентриситету.

Дроблення матеріалу відбувається в кільцевому просторі між двома конусами шляхом його стиснення між рухомим і нерухомим конусами 4–5 разів. Особливо це помітно у зоні паралельності, де забезпечується висока якість та рівномірність дроблення вихідного матеріалу. Зоною паралельності називається область, де поверхні рухомого та нерухомого конусів взаємно паралельні. У дробарках для дрібного дроблення ця зона має максимальні розміри.

Дробарка приводиться в дію асинхронним електродвигуном із короткозамкненим ротором, встановленим на підшипниках ковзання. Тип

двигуна – АЗД-13-52-12, з кліматичним виконанням УХЛ4, Т4. Ступінь захисту відповідає IP44. Електродвигун розрахований на роботу від мережі змінного струму частотою 50 Гц і напругою 6000 В. Номінальний режим роботи двигуна – тривалий, S1. Пуск здійснюється безпосередньо від повної напруги мережі. Обмотка статора має шість виведених кінців, які закріплені на чотирьох ізоляторах у коробці виводів. З'єднання фаз обмоток виконане у вигляді зірки. Основні технічні характеристики двигуна для приводу конусної дробарки наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Технічна характеристика електродвигуна приводу конусної дробарки

Тип двигуна	Потужність, кВт	Частота обертання, об/хв	КПД%	cos S
АЗД-13-52-12 УХЛ4	250	500	92,3	0,76

Джерело: розроблено із використанням [5]

Для приводу шестерінчастих насосів рідкого змащення дробарки використовуються два електродвигуни потужністю по 11 кВт кожен. Для системи гідравлічного регулювання розвантажувальної щілини передбачено електродвигун потужністю 18,5 кВт.

Запуск дробарки здійснюється з низьковольтного пульта місцевого управління, який розташований на нульовій позначці корпусу подрібнення.

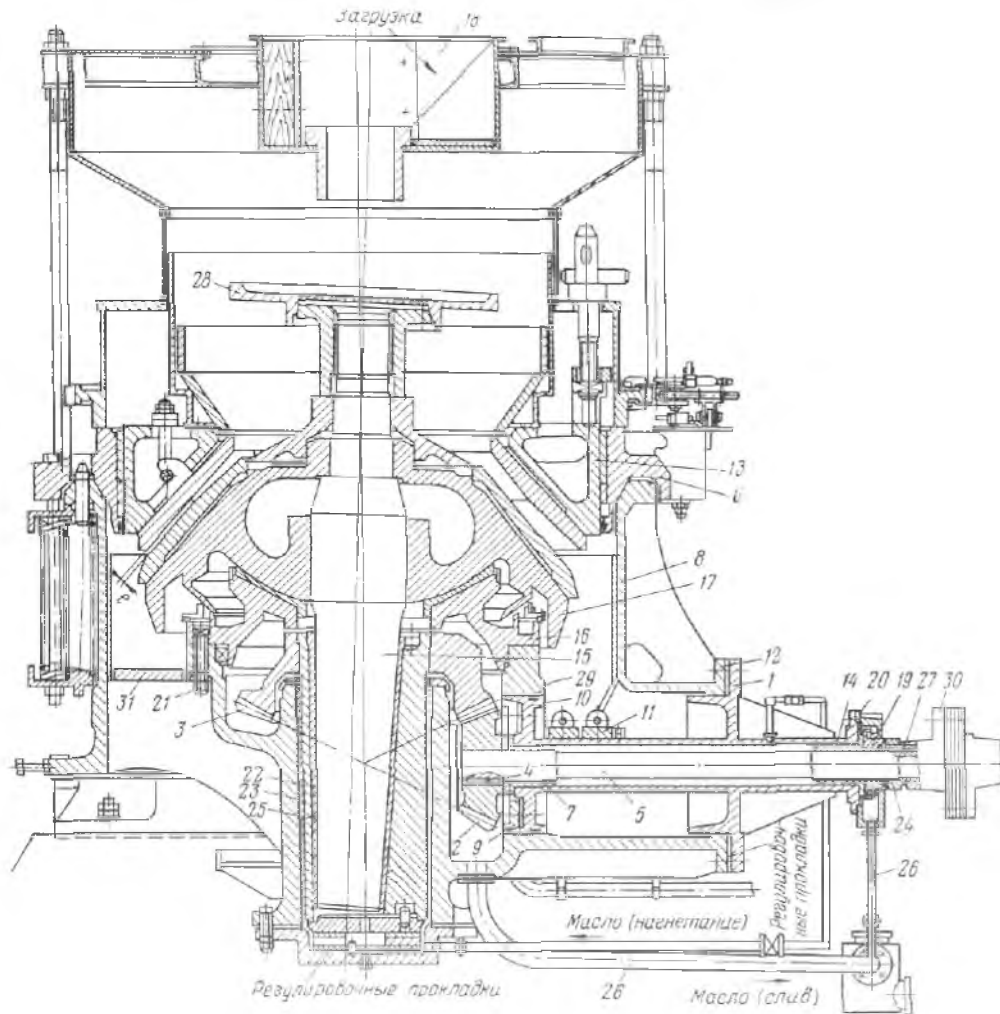


Рис. 1.3 Конусна дробарка КМД-2200Т (КМДТ-2200)

1. Задній фланець корпусу приводу; 2. Мала конічна шестерня; 3. Велика конічна шестерня (колесо); 4. Шпонка; 5. Вал приводу; 6. Опорне кільце; 7. Втулка передня; 8. Футерування станини (металевий лист); 9. Диск; 10. Фланець корпусу приводу (передній); 11. Футерування корпусу приводу; 12. Станина; 13. Нерухомий конус (регулювальне кільце); 14. Задня втулка; 15. Головний вал; 16. Опорна чаша; 17. Корпус конуса; 18. Завантажувальна платформа; 19. Диск упорний; 20. Маслозбірник; 21. Болт кріплення; 22. Корпус ексцентрика; 23. Втулка циліндрична; 24. Хомут; 25. Втулка конічна; 26. Трубопровід зливу масла; 27. Шпонка; 28. Тарілка (плита) розподільна; 29. Гумове кільце; 30. Муфта; 31. Футерування ребра

Джерело: розроблено із використанням [5]

1.5 Аналіз недоліків в роботі машини. Можливі причини недоліків

У процесі експлуатації конусної дробарки були зафіксовані такі недоліки:

1. Обмежений термін служби з'єднання «опорне кільце – станина» через знос робочої поверхні опорного кільця дробарки. Основною причиною підвищеного зносу є проникнення між робочими елементами дробарки (бронями) сторонніх тіл, які не піддаються дробленню, та дрібної фракції отриманого продукту. Потрапляння таких об'єктів супроводжується різким ударним контактом опорного кільця зі станиною.

2. Руйнування цементного прошарку у зазорі між робочим конусом і бронефутеровкою. Це спричинено впливом ударних і вібраційних навантажень, які сприймає цементний розчин, а також недостатньою його стійкістю до таких навантажень. Як наслідок, відбувається викришування цементу, що потребує зупинки дробарки для повторної заливки й відновлення броні.

3. Обмежений термін служби антифрикційного покриття сферичного підп'ятника та значні експлуатаційні витрати, пов'язані з демонтажем і відновленням покриття зношеного підп'ятника. Основними факторами є високі експлуатаційні навантаження на підп'ятник, часта робота за умов підвищеної температури змащувального матеріалу, потрапляння неорганічного пилу й абразивних частинок у його робочу зону, а також недостатнє відведення тепла від поверхонь тертя.

4. Швидке зношення конічних втулок ексцентрика дробарки зумовлюється неповним приляганням валу дроблячого конуса до внутрішньої поверхні втулки. Також втулка не здатна самостійно встановлюватися і центруватися протягом роботи дробарки, що значно скорочує її термін експлуатації.

5. Ненадійна фіксація регулювальної гайки дробарки за допомогою клинів та значні часові витрати на зміну зазору розвантажувальної щілини є

наслідком вібрацій, які передаються на клини під час роботи дробарки. Це призводить до ненадійного закріплення клинів, їх ослаблення у підтримуючих колонках або навіть випадання. Крім того, відсутність ефективного автоматизованого механізму фіксації регулювальної гайки під час налаштування зазору розвантажувальної щілини лише ускладнює процес.

1.6 Формування мети та задач для її досягнення

На цьому етапі необхідно провести аналіз загального завдання проектування. Виходячи зі створеної системної моделі майбутнього технічного засобу, потрібно визначити взаємозв'язки об'єкта проектування із зовнішнім середовищем, описати складові проектного завдання, встановити обмеження та сформулювати критерії для вибору оптимальних варіантів реалізації. Результати цього аналізу стануть основою для визначення подальших шляхів вирішення проектних задач.

Після вивчення особливостей експлуатації базової машини, агрегатних журналів, а також із урахуванням відгуків експлуатаційного та ремонтного персоналу було виявлено ряд недоліків обладнання:

- недостатній робочий ресурс антифрикційного покриття сферичного підп'ятника, а також конічної та циліндричної втулок ексцентрика дробарки;
- ненадійність кріплення регулюючої гайки дробарки за допомогою клинів, значний час, витрачений на зміну зазору розвантажувальної щілини дробарки, складність виконання регулювальних операцій, а також значний обсяг холостих рухів дробарки під час зміни розвантажувальної щілини через використання конструкції регулюючої гайки зі стопорними елементами.

Перелічені проблеми провокують часті зупинки обладнання для виконання короткотривалих і капітальних ремонтів, що тягне за собою додаткові витрати на запасні частини та електроенергію.

У результаті це позначається на підвищенні собівартості продукції. Запланована модернізація конусної дробарки спрямована на підвищення обсягів і якості продукції дроблення.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз стану існуючих інноваційних рішень

Винахід [9] належить до сфери конусних дробарок і може бути використаний для налаштування розміру розвантажувальної щілини дробильного простору. Основною метою розробки є спрощення конструкції та підвищення її надійності. Конусна дробарка складається із станини, на яку встановлено нерухоме регулювальне кільце. До цього кільця закріплюється нерухомий конус. Верхня частина корпусу нерухомого конуса з'єднана з кожухом, оснащеним храповим вінцем. Кожух закріплюється зверху корпусу за допомогою болтів, забезпечуючи міцне з'єднання. На кожусі розташоване установче кільце, до якого шарнірно прикріплені стопорні собачки у вигляді двоплечих важелів. Ці собачки закріплені осями і здатні повертатися за допомогою гідроциліндрів. Гідроциліндри забезпечують поворот установчого кільця в різні боки або його одночасний рух, причому їхня конструкція передбачає автономну або синхронну роботу. Усі елементи системи дозволяють легко й точно регулювати розміри розвантажувальної щілини дробильної камери через зміну положення конусів.

На ілюстрації (Рис. 2.1) представлений вертикальний розріз описаної конусної дробарки, а Рис. 2.2 відповідає вигляду А-А, як зображено на попередньому малюнку. Таким чином, описана конструкція забезпечує не лише спрощення загальної будови обладнання, але й додатково підвищує його надійність та функціональність у роботі з матеріалами, що потребують подрібнювання.

Корпус нерухомого конуса 3 у верхній частині оснащений вушками 4, одне з яких входить у спеціальний паз 5, розташований у кожусі з храповим вінцем 6. Кожух 6 монтується зверху корпусу нерухомого конуса 3 і кріпиться до нього за допомогою болтів 7, які вкручуються в отвори у вушках 4. Стопорні собачки 8 і 9, виконані у вигляді двоплечих важелів,

встановлені на осі, закріпленій у монтажному кільці 10. Це кільце розташоване на кожусі 6 з можливістю руху. На кронштейнах 11 рухомого регулювального кільця 2

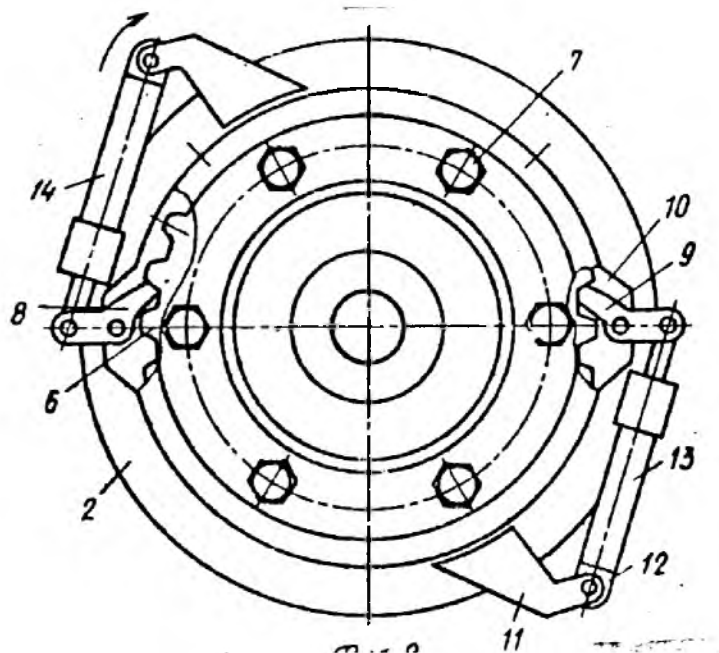


Рис. 2.1 Пристрій для регулювання розвантажувальної щелини конусної дробарки

Джерело: розроблено із використанням [9]

шарнірно закріплені вушка 12 гідроциліндрів 13 і 14, які відповідають за поворот монтажного кільця. Протилежні вушка кожного гідроциліндра кріпляться до одного з плечей двоплечих важелів стопорних собачок.

Електрична та гідравлічна схеми дробарки передбачають можливість окремого ввімкнення кожного гідроциліндра 13 або 14 у будь-якому напрямку. Також можлива їхня одночасна робота. У разі ввімкнення одного гідроциліндра другий перебуває у плаваючому положенні, не перешкоджаючи руху першого.

Принцип роботи вузла полягає в наступному:

Операції розконтрентня та законтрентня виконуються за допомогою болтів 7. Регулювання щілини в напрямку збільшення здійснюється шляхом висування штока гідроциліндра 13. У цей момент спочатку стопорна собачка 9 входить у зачеплення з храповим вінцем 6, після чого кільце 10, разом із корпусом нерухомого конуса 3, починає обертатися проти годинникової стрілки. Стопорна собачка 8 автоматично сприяє витягуванню штока гідроциліндра 14,

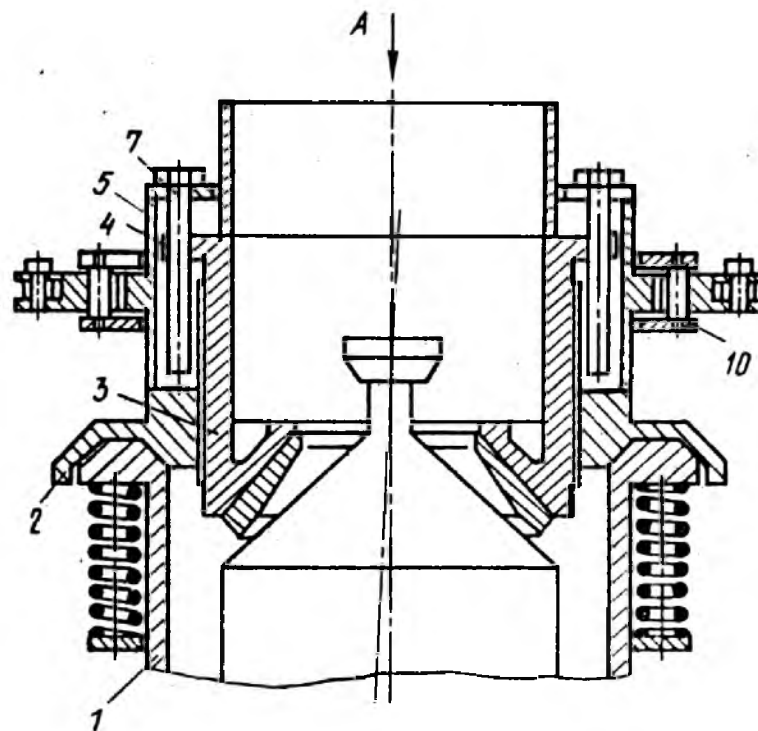


Рис. 2.2 Пристрій для регулювання розвантажувальної щілини конусної дробарки, вигляд А – А

Джерело: розроблено із використанням [9]

який забезпечує подальше регулювання. Машиніст дробарки має змогу включати гідроциліндр 14 для збільшення крутного моменту під час робочого ходу, особливо при регулюванні щілини на збільшення. Після необхідного висування гідроциліндра проводиться холостий хід, для якого шток гідроциліндра 13 засовується назад. У цей момент стопорна собачка 9

виводиться із зачеплення і не блокує повернення установчого кільця 10 у початкове положення, залишаючись незчепленою з храповиком кожуха.

У процесі кожного циклу, що складається з робочого та холостого ходів, щілина збільшується на задану величину. Якщо зміна розміру щілини перевищує одиничну допустиму величину, операція регулювання повторюється необхідну кількість разів. У випадку зменшення щілини шток гідроциліндра 14 втягується, при цьому спочатку стопорна собачка 8 зчіплюється з храповим вінцем, а потім установочне кільце 10 разом із корпусом нерухомого конуса 3 обертається проти годинникової стрілки. У цей час стопорна собачка 9 автоматично штовхає шток гідроциліндра 13, який перебуває в плаваючому положенні. При потребі машиніст може залучити до роботи цей гідроциліндр для збільшення крутного моменту навіть під час робочого ходу при регулюванні щілини на зменшення. Такий винахід забезпечує спрощення конструкції дробарки, зниження її металоємності та трудомісткості виробництва, а також підвищення надійності в роботі.

Винахід [10] стосується пристроїв, призначених для регулювання розвантажувальної щілини конусних дробарок середнього та дрібного дроблення, які використовуються у дробильних відділеннях збагачувальних фабрик кольорової і чорної металургії. Основною метою є підвищення надійності механізму стопорення регулювального кільця. Конструкція пристрою наведена на рисунку 2.3. Для досягнення поставленої мети штоки гідроциліндрів забезпечені центральними різьбовими отворами, у яких розташовуються натискні гвинти з можливістю їх осевого переміщення стосовно штоків. Кінці гвинтів виконані у вигляді головок, що зв'язані із клиновими сухарями, на які встановлюються додаткові клинові сухарі таким чином, що їх нижні й верхні площини відповідно розташовані паралельно одна одній. Поверхня фланця контргайки, повернута до сухарів, є плоскою. Пристрій складається зі станини, на якій закріплене опорне кільце. Останнє з'єднане через різьбу з регулювальним кільцем, яке підтримує нерухомий

зовнішній конус. Регульовальне кільце оснащено контргайкою зі спеціальними засобами її стопорення відносно опорного кільця. На опорному кільці радіально встановлені гідроциліндри з плунжерами, що спираються на пакети тарілчастих пружин. У штоках гідроциліндрів розміщені натискні гвинти, кінці яких виконані у вигляді головок та з'єднані із клиновими сухарями. Ці сухарі контактують із додатковими клиновими сухарями, які взаємодіють із площиною фланця контргайки.

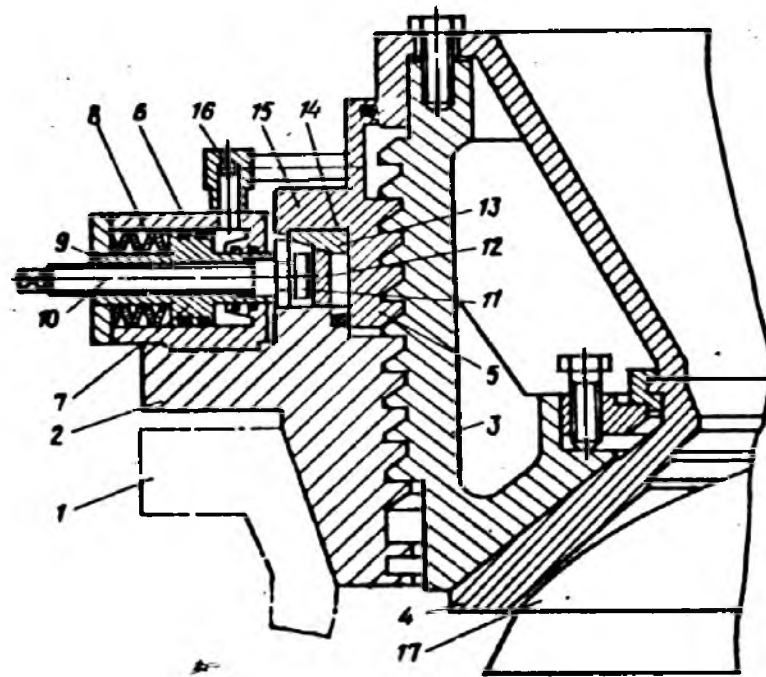


Рис. 2.3 Пристрій для стопорення регулюючої гайки конусної дробарки

Джерело: розроблено із використанням [10]

Гідроциліндри 6 оснащені загальним кільцевим трубопроводом 16, який забезпечує підведення робочої рідини під тиском. Усередині зовнішнього конуса розташований рухомий конус 17.

Принцип роботи пристрою такий.

У ході зносу броней на конусах 4 і 17 виникає необхідність регулювання розвантажувальної щілини. Для цього через трубопровід 16 подають робочу рідину до гідроциліндрів 6, що доставляє тиск на плунжери 7. Плунжери, у

свою чергу, впливають на пакети тарілчастих пружин 8, ослаблюючи їх дію на штоки 9 та гвинти 10.

Це сприяє зниженню натягу в різьбі контргайки 5 та регулюючого кільця 3, що дозволяє кільцю автоматично здійснити закручування (особливо якщо регулювання виконується під час роботи дробарки).

Коли необхідне значення розвантажувальної щілини досягнуто, подача рідини в гідроциліндри 6 припиняється. При цьому тарілчасті пружини 8 починають чинити тиск на штоки 9 та гвинти 10, які через клинові сухарі 12 і 13 забезпечують натяг у різьбовому з'єднанні контргайки та регулюючого кільця 3.

За необхідності збільшення зусилля штоків, робоча рідина під тиском повторно подається до гідроциліндрів. Регулювання величини зусилля штоків виконується закручуванням натисних гвинтів 10 у різьбових отворах штоків 9. Після завершення цієї операції тиск рідини скидається. Завдяки цьому забезпечується надійне стопорення регулюючого кільця незалежно від ступеня зносу різьби опорного та регулюючого кілець, при цьому мінімізуються часові затрати. Використання запропонованого пристрою у конусній дробарці дозволяє значно скоротити час, потрібний для регулювання зусилля стопорення регулюючого кільця— майже у вісім разів.

Винахід [11] належить до пристроїв для фіксації регулювального кільця конусних дробарок середнього та дрібного дроблення, які використовуються в гірничо-збагачувальній і нерудній промисловості. Основною метою винаходу є підвищення надійності та зменшення трудозатрат під час обслуговування.

Пристрій для фіксації регулювального кільця конусної дробарки зображено на рисунку 2.4. Він включає кожух 14, закріплений на опорному кільці 2, на якому розташоване різьбове кільце 9 з переставним повідцем 13. Повідець з'єднаний із закріпленою на опорному кільці стійкою 11. На різьбовому кільці знаходиться фланець 8, обладнаний силовими механізмами 6, а також комір 3, закріплений на регулювальному кільці 1 дробарки. Комір

3 оснащений упорним кільцем 4, яке взаємодіє із силовими механізмами. Фланець 8 додатково має повідець, що з'єднаний зі стійкою.

Конструкція пристрою передбачає, що регулювальне кільце 1 угвинчено в різьбу опорного кільця 2. У верхній частині його закріплено комір 3 із легкознімним упорним кільцем 4. Нижня поверхня упорного кільця впирається в штовхачі 5 силових механізмів 6, обладнаних тарілчастими пружинами 7. Зусилля від силових елементів забезпечує фіксацію різьби регулювального кільця 1, що підвищує надійність і ефективність роботи пристрою.

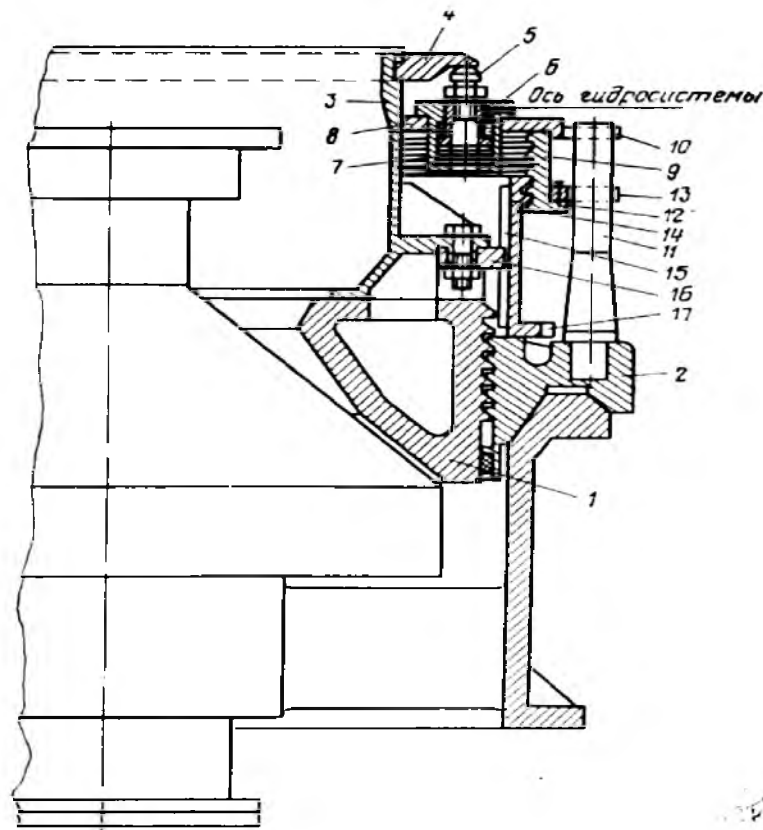


Рис. 2.4 Пристрій для стопорення регулюючої гайки конусної дробарки

Джерело: розроблено із використанням [11]

Силові механізми 6 розташовані на фланці 8, який знаходиться всередині меж різьбового кільця 9 з різьбленням, співпадаючим із напрямом різьби регулювального кільця 1 або протилежним до нього. Фланець 8 оснащений

повідцем 10, що з'єднаний із стійкою 11, яка жорстко закріплена на опорному кільці 2. Різьбове кільце 9 має кільцевий бурт 12 з отворами, розташованими по колу, до яких прикріплено окремий повідець 13. Це кільце нагвинчується на верхню частину кожуха 14, який через планки 15 з'єднаний із зубом 16 регулювального кільця 1. У нижній частині кожуха 14 передбачено приводний зубчатий вінець 17.

Під час роботи дробарки регулювальне кільце 1 фіксується в різьбі опорного кільця 2 за допомогою зусилля пружин 7, яке передається через штовхачі 5, упорне кільце 4 і комір 3. При цьому фланець 8, різьбове кільце 9 і кожух 14 притискаються до опорного кільця 2 в зазначеній послідовності.

Для розблокування пристрою під час регулювання розвантажувальної щілини дробарки в гідроциліндри силових механізмів 6 під тиском подається масло, що стискає пружини 7. У результаті цього знімається сила затиску з упорного кільця 4, і різьба регулювального кільця 1 звільняється. Потім здійснюється поворот кожуха 14 від механізму, що взаємодіє із зубчатим вінцем 17. Через планки 15 і зуби 16 цей рух передається на регулювальне кільце 1. Одночасно, завдяки протилежному напрямку різьби, різьбове кільце 9 і фланець 8 із силовими механізмами синхронно переміщуються вниз разом із осьовим зміщенням регулювального кільця 1 у різьбі опорного кільця 2. При цьому зазор між різьбою кожуха 14 і різьбовим кільцем 9 залишається незмінним. Завдяки цьому хід силових механізмів 6 при стопоренні лише компенсує зазор у різьбі регулювального кільця, що дає змогу звести їх розміри до мінімально можливих.

Налаштування необхідного зусилля стопорення виконується при стиснутих пружинах 7 і знятому повідці 13 шляхом обертання різьбового кільця 9 до моменту зіткнення штовхачів 5 з упорним кільцем 4. Після цього різьбове кільце повертають у зворотному напрямку, створюючи невеликий

гарантований зазор розміром 2-3 мм. Далі повідець 13 встановлюється і закріплюється на бурті 12 в положенні, суміщеному зі стійкою 11.

У випадку несправності одного з силових механізмів 6 його зусилля можна усунути, загвинчуючи штовхач 5 до відокремлення його головки від нижньої площини упорного кільця 4.

Демонтаж пристрою з дробарки здійснюється без труднощів після зняття упорного кільця 4, яке кріпиться на комірці 3, забезпечуючи швидке і просте демонтування, зокрема завдяки байонетному роз'єму або іншому поширеному способу.

Конструкція пристрою обійшлася без використання силових штанг, замінивши їх зв'язком фланця з опорним кільцем через повідець і стійку. Це виключає перекося сполучених деталей під час регулювання щілини та значно скорочує опір при повороті. У порівнянні з іншими відомими пристроями тут досягається вдвічі менший опір завдяки тому, що фланець не прослизає відносно різьбового кільця, що позитивно впливає на надійність конструкції.

Завдяки тому, що силові механізми при налаштуванні щілини зміщуються виключно у вертикальному напрямку, нема необхідності перемикати кінці шлангів від масляної насосної установки, що значно підвищує рівень автоматизації. Крім того, можливість швидко регулювати зусилля стопорення та здійснювати демонтаж чи монтаж пристрою під час заміни броні дробарки значно спрощує процес обслуговування.

Запропонований пристрій сприяє скороченню простоїв обладнання під час регулювання щілини та дозволяє забезпечити на дробарці повністю автоматизований цикл управління процесом дроблення.

Винахід [12] належить до пристроїв для фіксації регулюючого кільця конусної дробарки, зокрема для систем з автоматизованим регулюванням

розвантажувальної щілини, і може бути широко застосований у гірничорудній і нерудній промисловості. Основна мета винаходу — забезпечення стабільності зусилля фіксації та підвищення надійності роботи. Пристрій включає силові механізми, розташовані на різьбовому кільці, фланець кожуха, що жорстко кріпиться за допомогою фіксуючих штанг до регулюючого кільця через захисний комір із торцевими опорними майданчиками. Крім того, передбачений повідець різьбового кільця, який може бути переміщуваним по колу.

На рисунку 2.5 зображено пристрій для фіксації регулюючого кільця конусної дробарки. Регулююче кільце 1, яке вкручене у різьбу опорного кільця 2, з'єднано з фіксуючими штангами 3. Верхні кінці цих штанг кріпляться гайками до фланця кожуха 4, що спирається на силові механізми 5. До таких механізмів можуть належати, наприклад, пружинно-гідравлічні домкрати або стислі тарілчасті пружини. Ці пружини створюють зусилля, яке фіксує різьбу регулюючого кільця 1, коли механізми активовані. Конструктивно вони поєднані з гідродомкратами, що використовуються для попереднього затягування чи розблокування пристрою.

Фланець кожуха 4 закріплено на регулюючому кільці 1 через проміжну опору – захисний комір 6, обладнаний торцевими опорними майданчиками 7 і 8. Силові механізми 5 розміщуються на різьбовому кільці 9, яке нагвинчується на циліндричну втулку 10. Різьба цього кільця має протилежний напрям і однаковий крок із різьбою регулюючого кільця 1. Для запобігання обертанню різьбове кільце 9 фіксується відносно опорного кільця 2 за допомогою повідця 11. Повідок виконаний таким чином, щоб його можна було перемістити по колу в кутовому напрямку щодо різьбового кільця 9.

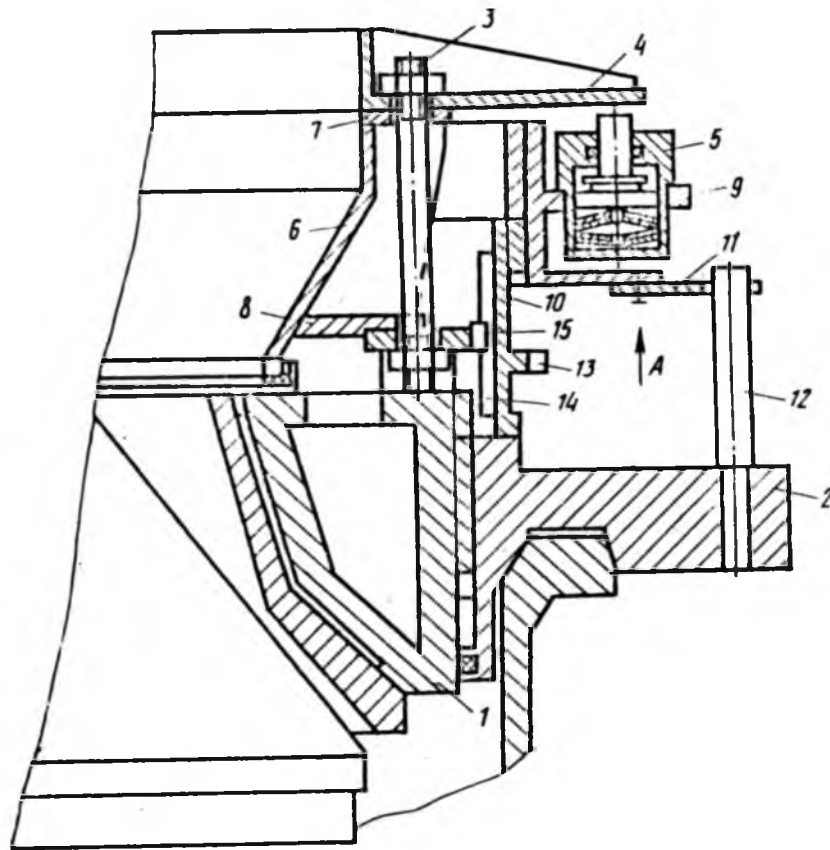


Рис. 2.5 Пристрій для стопорення регулюючої гайки конусної дробарки

Джерело: розроблено із використанням [12]

Повідець 11 закріплений на стійці 12, яка прикріплена до опорного кільця 2. На зовнішній поверхні циліндричної втулки 10 розташований храповий вінець 13, а всередині неї знаходяться упори 14, пов'язані з упором 15 регульовального кільця 1. Ці елементи забезпечують передачу обертального руху від механізму повороту до регульовального кільця 1 під час регулювання щілини дробарки.

Пристрій працює наступним чином.

Під час роботи дробарки регульовальне кільце 1 фіксується в різьбі опорного кільця 2 за допомогою зусилля силових механізмів 5 через фланець кожуха 4 і фіксуючі штанги 3. У цей час різьбове кільце 9 з циліндричною втулкою 10 щільно прилягатимуть до опорного кільця 2.

Для розблокування пристрою, наприклад, для зміни розміру розвантажувальної щілини дробарки, зусилля з фланця кожуха 4 та фіксуєчих штанг 3 знімається. Це відбувається за рахунок стиснення пружин силових механізмів 5 за допомогою гідродомкратів, що дозволяє звільнити різьбу регулювального кільця 1. Після цього механізм повороту починає взаємодіяти із зубами храпового вінця 13, обертаючи циліндричну втулку 10. Завдяки зв'язку упору 15 з внутрішніми упорами 14, регулювальне кільце 1 також обертається разом із втулкою 10, одночасно переміщуючись вздовж осі в межах різьблення опорного кільця 2.

Водночас різьбове кільце 9, будучи заблокованим від обертання щодо опорного кільця 2, під час обертання циліндричної втулки 10 так само рухається у напрямку осі за її різьбленням, синхронно з переміщенням регулювального кільця 1. Це забезпечує постійну відстань між різьбовим кільцем 9 і фланцем кожуха 4. Таким чином, сила, що діє від силових механізмів, залишається незмінною, що виключає необхідність додаткового налаштування їх параметрів.

Налаштування номінального зусилля стопоріння виконується лише після заміни зношених броней шляхом обертання різьбового кільця 9 відносно втулки 10 до досягнення необхідного зазору між верхнім торцем кільця 9 і фланцем кожуха 4. Це положення фіксується від небажаного обертання за допомогою повідця 11, який закріплюється у найближчих отворах різьбового кільця 9. Водночас гайки фіксуєчих штанг 3 затягуються до упору. У прототипі ці процеси займають більше часу через потребу в індивідуальному регулюванні осьового зазору для кожної гайки фіксуєчих штанг 3, а також через неможливість обертати різьбове кільце 9 унаслідок жорстко встановленого повідця.

Завдяки жорсткому кріпленню фланця кожуха 4 до регулюючого кільця 1 через захисний комір 6 із торцевими опорними майданчиками 7 і 8, затягування гайок фіксуєчих штанг 3 відбувається при розблокованому положенні пристрою. У цьому стані зусилля силових механізмів 5 не

передається на фланець кожуха 4. Таким чином, затягування гайок проводиться до упору із заданим моментом, що забезпечує рівномірне попереднє натягування штанг, гарантуючи їх рівне навантаження під час роботи дробарки.

Виключення компенсувальних пружних елементів у з'єднанні фіксуємих штанг 3 із фланцем кожуха 4, які є в прототипі, підвищує жорсткість системи та забезпечує стабільність зусилля стопоріння. Це позитивно впливає на якість дроблення, рівномірність навантаження механізму дробарки та покращує надійність пристрою. Крім того, повідець 11, який можна переставляти по периметру різьбового кільця 9, сприяє точності та швидкості налаштування пристрою на необхідне зусилля стопоріння.

Пристрій для фіксації регульовального кільця у конусній дробарці [13] включає регульовальне кільце з гідроприводом для його обертання. Воно з'єднується з кожухом за допомогою повідців і з'єднується з кільцем розпору через колонки. Кільце розпору, у свою чергу, кріпиться до опорного кільця і кожуха за допомогою гідродомкратів та захоплювачів. З метою підвищення експлуатаційної надійності, знімні захоплювачі виконані у вигляді несиметричних кілець, які мають можливість обертання навколо гідродомкратів і з'єднуються з кожухом через накладки, розташовані під цими кільцями.

Даний винахід належить до галузі конусних дробарок, які широко використовуються у гірничорудній, нерудній та інших промислових сферах. Основною метою є забезпечення підвищеної експлуатаційної надійності.

Регульовальне кільце з гідроприводом забезпечує його поворот і за допомогою повідців зв'язується з кожухом, а через колонки сполучається з розпорним кільцем. Це кільце, за допомогою гідродомкратів і дробильних захоплювачів, фіксується на опорному кільці та кожусі. Для досягнення кращих експлуатаційних характеристик захоплювачі створені у вигляді несиметричних кілець, які можуть обертатися навколо гідродомкратів, а їх

кріплення до кожуха здійснюється через накладки, які розміщені під цими кільцями. На рисунку 2.6 наведено схему пристрою для фіксації регулювальної гайки у конусній дробарці.

Пристрій складається з колонок, сполучених із розпорним кільцем, що забезпечує фіксацію стопорних колонок. Кільце розпору спирається на штоки гідравлічних домкратів, які встановлені на основах, виконаних у формі шайб із отворами для кріплення. Основи розміщені на опорному кільці, а гідравлічні домкрати оснащені пружною вставкою (з гуми) для додаткової стабільності. Конструкція містить кожух із повідцями, які зачіплюються з вушками регулювального кільця, зубчастий вінець і гідропривід для повертання. Утримування кожуха від осьового зсуву забезпечується захватами, які взаємодіють із гідравлічними домкратами через проточки між кільцевими виступами. Для підтримки накладки використовуються болти, які разом із регулювальним гвинтом із контргайкою налаштовують ступінь притиснення накладки до нижнього кільцевого виступу. Додаткові елементи, як палець зі стопором і штифтами, служать для фіксації захвату щодо домкрата та передбачають отвір для повороту захвату.

У робочому режимі гідравлічні домкрати знаходяться під робочим тиском: штоки висунуті й упираються в розпорне кільце, яке через колонки підтягує регулювальне кільце, усуваючи зазор в різьбовому з'єднанні між регулювальним і опорним кільцем. Одночасно пружні вставки деформуються завдяки захватам через накладку і гвинт, створюючи притиск кожуха до опорного кільця.

Для зміни положення регулювального кільця відносно опорного потрібно знизити тиск масла в гідравлічних домкратах, що призводить до ослаблення різьбового з'єднання. У результаті зниження тиску і взаємодії пружної вставки кожух звільняється від впливу захватів. Завдяки гідроприводу повертання із застосуванням зубчастого вінця, повідців і вушок, регулювальне кільце можна загвинтити або вигвинтити для зменшення або збільшення зазору між дроблячими поверхнями. Після цього

в гідравлічних домкратах відновлюють робочий тиск, і пристрій готовий до роботи.

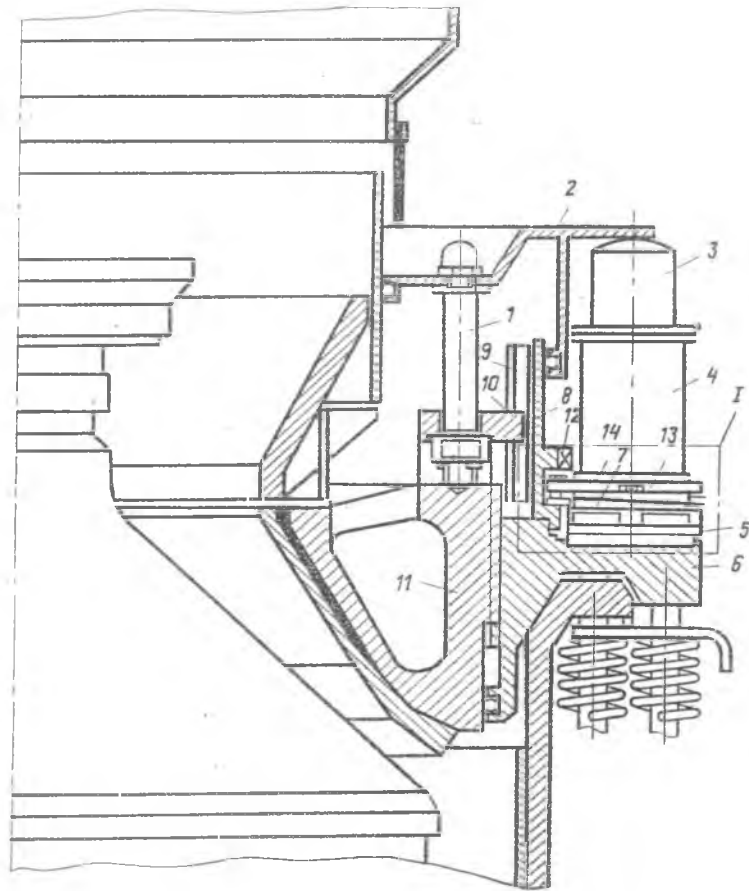


Рис. 2.6 Пристрій для стопорення регулюючої гайки конусної дробарки

Джерело: розроблено із використанням [13]

Пристрій для фіксації та регулювання розвантажувальної щілини дозволяє механізувати та автоматизувати складний процес коригування зазору розвантажувальної щілини в конусній дробарці типу КМДТ.

2.2 Пропозиції по досягненню поставленої мети

Аналізуючи недоліки дробарки КМД-2200Т та причини їх виникнення, пропонується модернізувати наступний функціональний вузол: пристрій для блокування регулювального кільця конусної дробарки КМД-2200Т.

Модернізований пристрій містить регульовальне кільце з гідроприводом для його обертання, яке за допомогою повідців з'єднується з кожухом і через колонки – із кільцем розпору. Кільце розпору взаємодіє з гідродомкратами та знімними захватами, які сполучені з опорним кільцем і кожухом. Для підвищення надійності експлуатації, знімні захвати виготовлені у формі несиметричних кілець. Ці кільця з'єднані з гідродомкратами так, щоб вони могли обертатися навколо них, а взаємодіяти з кожухом через накладки, розташовані безпосередньо під несиметричними кільцями.

Винахід стосується конусних дробарок, які використовуються в гірничорудній, нерудній та інших сферах промисловості. Основна мета розробки – забезпечення підвищеної надійності під час експлуатації.

Кільце регульовальне з гідроприводом для повороту, яке через повідці сполучене з кожухом і колонками, а також з'єднане з розпорним кільцем, що взаємодіє з гідродомкратами і дроблячими затворами в опорному кільці та кожусі, вирізняється конструктивним рішенням для підвищення експлуатаційної надійності. Дроблячі захоплення створені у вигляді несиметричних кілець, змонтованих з можливістю обертання навколо гідродомкратів. Кожух приєднаний до них за допомогою накладок, розташованих під даними кільцями. На рисунку 2.7 зображено пристрій для стопорення регулюючої гайки конусної дробарки, а на рисунку 2.8 показано вид А-А з попереднього рисунка.

Пристрій складається з колонок, які інтегровані з розпорним кільцем, що забезпечує їх фіксацію. Розпорне кільце встановлене на штоках гідродомкратів, що мають основу у вигляді шайб із отворами для кріплення. Ці основи розташовані на опорному кільці, причому самі гідродомкрати пружньо закріплені відносно основи за допомогою вставок із еластичного матеріалу, наприклад гуми.

Пристрій включає кожух 8 із повідцями 9, які взаємодіють із вушками 10 регульовального кільця 11, зубчатий вінець 12, гідропривід для повороту, а також захвати 13, що утримують кожух від осьового зміщення. Вони з'єднані

з гідродомкратами через проточку між кільцевими виступами 14 і 15. Накладка 16, прикріплена до захватів 13 за допомогою болтів 17, слугує для підтримки накладки безпосередньо під захватом. Регулювальний гвинт 18 із контргайкою 19 забезпечує налаштування ступеня притискання накладки 16 до нижнього кільцевого виступу кожуха 8. Палець 20 зі стопором 21 і штифтами 22 фіксує захват 13 по відношенню до гідродомкрата. Отвір 23 призначений для забезпечення можливості повороту захвату 13 навколо гідродомкрата.

У робочому стані гідродомкрата 4 перебувають під робочим тиском, штоки 3 висунуті та спираються на кільце розпору 2, завдяки чому через колонку 1 створюється натяг регулювального кільця 11, ліквідуючи зазор у різьбовому з'єднанні з опорним кільцем 6. Одночасно пружні вставки 7 зазнають деформації під дією захватів 13 через гвинт 18 і накладку 16, що забезпечує притискання кожуха 8 за нижній кільцевий виступ до опорного кільця 6.

Для зміни положення регулювального кільця відносно опорного елемента зменшують тиск масла в гідродомкратах 4, що призводить до послаблення різьбового з'єднання. Унаслідок зниження тиску та дії пружної вставки 7, кожух 8 звільняється від впливу захватів 13. Завдяки гідроприводу повороту, через зубчастий вінець 12, кожух 8, поводок 9 і вушка, регулювальне кільце загвинчують або вигвинчують, змінюючи таким чином зазор між дроблячими поверхнями. Після цього в гідродомкратах відновлюють робочий тиск, і дробарка переходить у робочий стан.

Накладка 16 утримується біля поверхні кільцевого виступу кожуха під захватом 13. Для того щоб у робочому стані під час налаштувань захват 13 залишався у фіксованому положенні регулювального кільця, використовується палець 20 зі стопором 21 і штифти 22. Вони забезпечують фіксацію захвату 13 відносно гідродомкрата. Стопор 21 встановлюється на палець 20, розташовується між штифтами 22 та входить у паз кільцевого виступу 14.

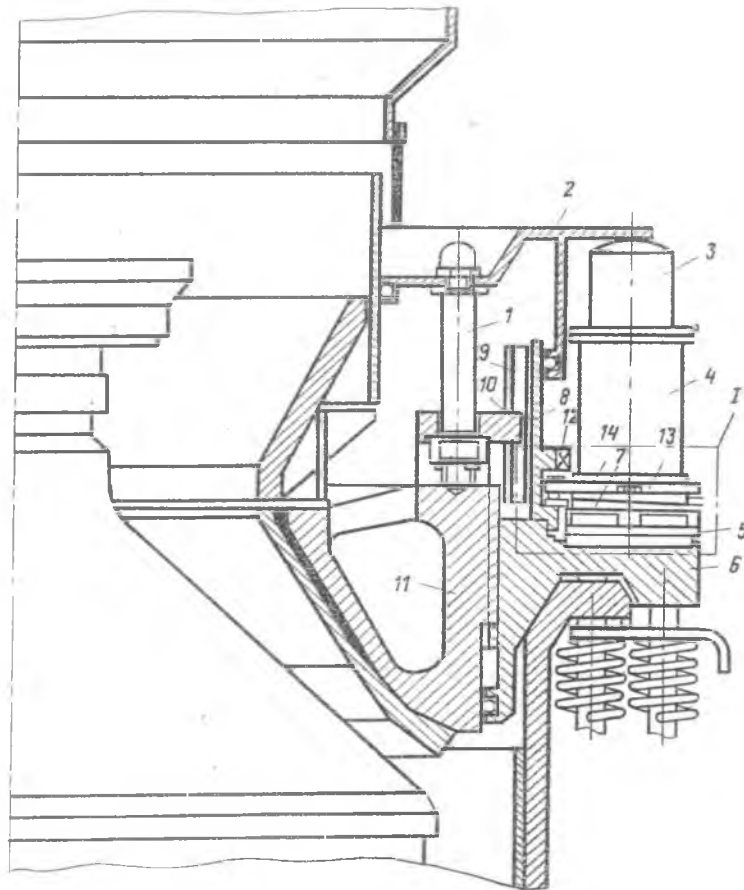


Рис. 2.7 Пристрій для стопорення регулюючої гайки конусної дробарки КМД-2200Т

Джерело: розроблено із використанням [13]

Для приведення механізму захвату в розстопорений стан, стопор 21 знімають з пальця 20, повертають приблизно на 90 градусів і повторно встановлюють на палець. Для виходу захвату з взаємодії з кожухом використовується отвір 23, через який за допомогою важеля розстопорений захват 13 обертається навколо гідродомкрата. У процесі цього кожух 8 звільняється від сполучення із захватом, що дозволяє його зняти для ремонту дробарки.

Пристрій для стопорення і регулювання розвантажувальної щілини забезпечує можливість механізації та автоматизації трудомісткої процедури зміни зазору розвантажувальної щілини конусної дробарки типу КМДТ. Це виключає необхідність виконання складних ручних операцій під час

обслуговування обладнання, скорочує час технічного обслуговування, зменшує холостий пробіг агрегату, що сприяє зниженню зносу втулок і підшипників. Крім того, пристрій дозволяє змінювати розвантажувальну щілину без використання конструкції регулювальної гайки чи колонок із клинами.

Застосування пристрою сприяє більш ефективній експлуатації дробарки та підвищенню якості кінцевої продукції дроблення.

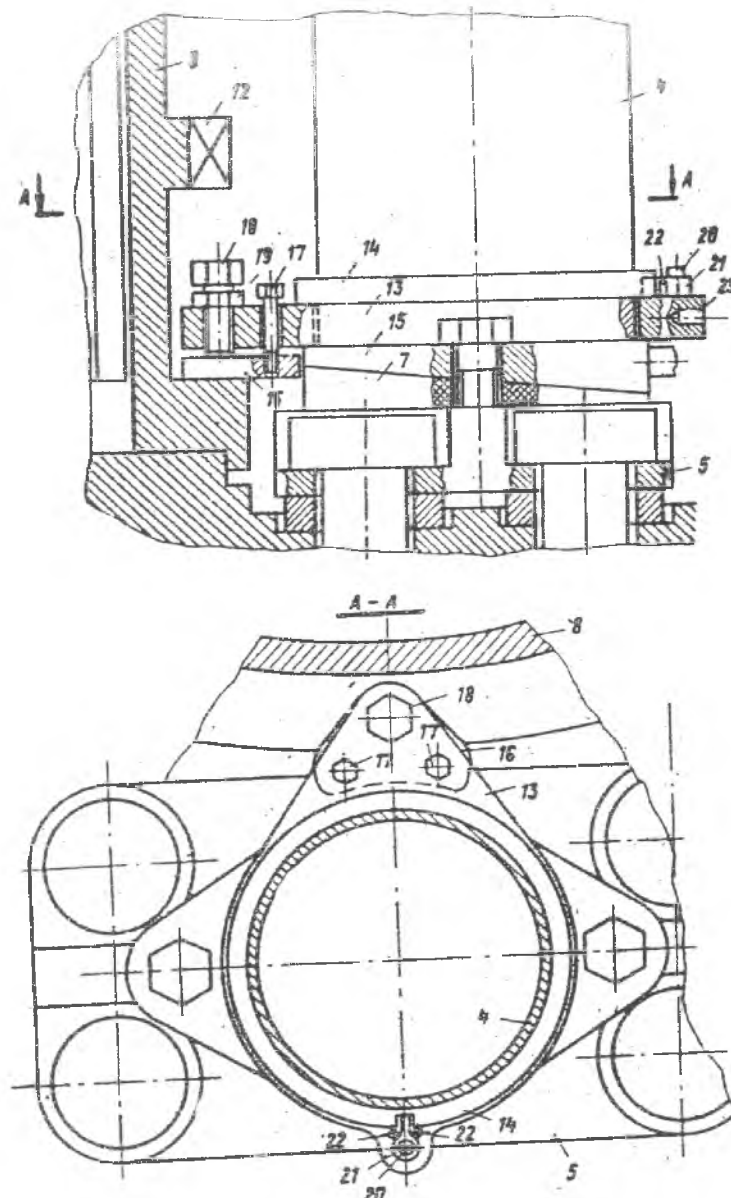


Рис. 2.8 Пристрій для стопорення регулюючої гайки конусної дробарки КМД-2200Т, вигляд А – А

Джерело: розроблено із використанням [13]

2.3 Аналітичні розрахунки

2.3.1 Розрахунок навантажень і визначення вихідних даних

Маса гайки і металоконструкції в зборі, 20 тонн;

Зусилля на штоку те, що розвивається гідроциліндром повинне забезпечити під'їм металоконструкції масою $m = 5$ т, т.е.: $P_{ш} = 50 \cdot 10^3$ Н.

Хід поршня гідродомкрата приймаємо таким щоб він вибирав різьбовий зазор $L = 6$ мм. Приймаємо $H = 0,2$ м.

Методика розрахунку ведеться згідно [1], [3], [8].

2.3.2 Розрахунок потужності гідроприводу

Потужність підведена до гідродомкратів:

$$N_{н.ц.} = \frac{P_{ш} \cdot V_{ш} \cdot n}{\eta_{обц}} = \frac{50 \cdot 10^3 \cdot 0,35 \cdot 4}{0,93} = 75,26 \text{ кВт} \quad (2.1)$$

де, P - зусилля на штоці гідроциліндра, кН,

$V_{ш}$ - швидкість переміщення штоку, м/с,

$\eta_{обц}$ - загальний к.к.д. гідроциліндра, $\eta_{обц} = 0,92 \dots 0,94$;

n - кількість гідродомкратів.

Потужність насоса з врахуванням втрат тиску і витрати N_n визначається по формулі:

$$N_n = K_{зв} \cdot K_{зс} \cdot N_{н.ц.} = 1,15 + 1,2 + 75,2 = 77,6 \text{ кВт} \quad (2.2)$$

$K_{зв}$ - коефіцієнт запаса по зусиллю, $K_{зв} = 1,1 \dots 1,2$ [2];

$K_{зс}$ - коефіцієнт запаса по швидкості, $K_{зс} = 1,1 \dots 1,3$ [2];

Подачу насоса Q_n , м/с, визначаємо по формулі:

$$Q_n = \frac{N_n}{P} = \frac{77,6}{12} = 5,46 \text{ м}^3/\text{с} = 54,6 \text{ л/хв.} \quad (2.3)$$

де, P - номінальний тиск в гідросистемі, МПа;

N_n - потужність насоса, кВт.

По заздалегідь прийнятих і розрахункових параметрах приймаємо пластинчастий насос БГ 12-24М ГОСТ 8753-71 [2]. Основні параметри насоса:

Робочий об'єм $q=25 \text{ см}^3$;

Номінальний тиск: 16 МПа;

Номінальна частота обертання: 1500 об/хв.;

Номінальна подача: 71,4 л/хв.;

Об'ємний к.п.д.: 0,92;

Маса: 4,5 кг.

Визначаємо потужність приводного двигуна насоса:

$$N = \frac{P_n \cdot Q_n}{60 \cdot \eta} = \frac{16 \cdot 10^6 \cdot 71,4 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 0,92} = 18,1 \text{ кВт} \quad (2.4)$$

де, $\eta = 0,92$ - об'ємний к.п.д. насоса

Приймаємо електродвигун 4А112М4У3 по ГОСТ 19523-81 [5].

Параметри електродвигуна:

Потужність: $N=18,5 \text{ кВт}$;

Номінальна частота обертання: $n=1450 \text{ об/мин}$.

2.3.3 Розрахунок і вибір елементів гідравлічної схеми

Для подачі робочої рідини у порожнину гідроциліндра в необхідній кількості застосовується дросель. Обрано дросель моделі ПГ 77-14 [2], характеристики якого наступні:

- Номінальний тиск: 20 МПа
- Номінальна витрата: 100 л/хв
- Втрата тиску: 0,13 МПа
- Вага: 4,6 кг

Для захисту гідросистеми від перевантажень тиском використовується запобіжно-розвантажувальний клапан. Вибір зроблено, базуючись на максимальній витраті та граничному тиску. Обрано клапан ПДГ 54-34 [2] з такими характеристиками:

- Номінальна витрата: 125 л/хв
- Мінімальна витрата: 10 л/хв
- Номінальний тиск: 20 МПа
- Мінімальний тиск: 4 МПа
- Втрата тиску: 0,2 МПа
- Вага: 6,2 кг

Для управління подачею та зупинкою поршнів гідродомкратів використовується розподільник з ручним управлінням. Вибір здійснено на основі максимальних значень витрати та тиску. Обрано розподільник моделі 1PH203 [2], який має наступні характеристики:

- Номінальна витрата: 85,3 л/хв
- Номінальний тиск: 25 МПа
- Втрата тиску: 0,15 МПа
- Вага: 4,5 кг

Для очищення робочої рідини використовується фільтр. Згідно з каталогом [2], обрано фільтр типу ЗФГМ32-25М з такими даними:

- Пропускна здатність: 200 л/хв
- Мінімальний розмір затримуваних частинок: 25 мкм
- Втрата тиску: 0,08 МПа - Вага: 13,5 кг

Відповідно до значень подачі та тиску, обирається електрогідравлічний розподільник типу Р 203 [2], характеристики якого наведені нижче:

- Номінальна витрата робочої рідини, л: 88,7;

- Номінальний робочий тиск, МПа: 20;
- Втрата тиску, МПа: 0,1.

Для подачі робочої рідини в одному напрямку та забезпечення захисту від надмірного тиску використовується вбудований гідрозамок типу ГЗВ-20 [2]. Основні технічні параметри:

- Номінальна витрата робочої рідини, л: 68;
- Максимальна витрата робочої рідини, л: 160;
- Номінальний тиск, МПа: 32;
- Мінімальний тиск, МПа: 0,05;
- Максимальний тиск управління, МПа: 35;
- Мінімальний тиск управління, МПа: 1,6;
- Маса, кг: 1,32;
- Тиск відкриття, МПа: 0,06;
- Втрати тиску виключені.

Для зберігання та охолодження робочої рідини обрано масляний бак. Його початкову ємність підібрано таким чином, щоб стабільний рівень рідини у баку забезпечував безперервну роботу приводу протягом 3–5 хвилин.

$$V = (3...5) \cdot Q_n = (3...5) \cdot 71,4 = 214,5...357,5 \text{ л} \quad (2.5)$$

Об'єм округлюємо до стандартного значення, приймаючи його рівним 320 л. [2] Для з'єднання елементів гідросистеми використовуються трубопроводи, внутрішній діаметр яких визначається параметрами приєднувального різьблення гідравлічних пристроїв або умовним проходом. Оскільки насос розташований у безпосередній близькості до бака, розрахунок діаметра всмоктуючого трубопроводу не виконується.

Розрахунок діаметра напірного трубопроводу:

$$d = \sqrt{\frac{21,22 Q_n}{0,785 \cdot V}} = \sqrt{\frac{21,22 \cdot 71,4}{0,785 \cdot 6}} = 17,8 \text{ мм} \quad (2.6)$$

де, V - швидкість потоку напорного трубопроводу, для тиску 16 МПа, $V=4...10$ м/с.

Вибираємо діаметр напорного трубопроводу [2] :

Внутрішній діаметр: 18 мм;

Товщина стінки: 2,5 мм;

Внутрішній тиск: 21,3 МПа.

Так, як в модернізованому механізмі використовується односторонній гідроциліндр, розрахунок зливного трубопроводу не проводимо.

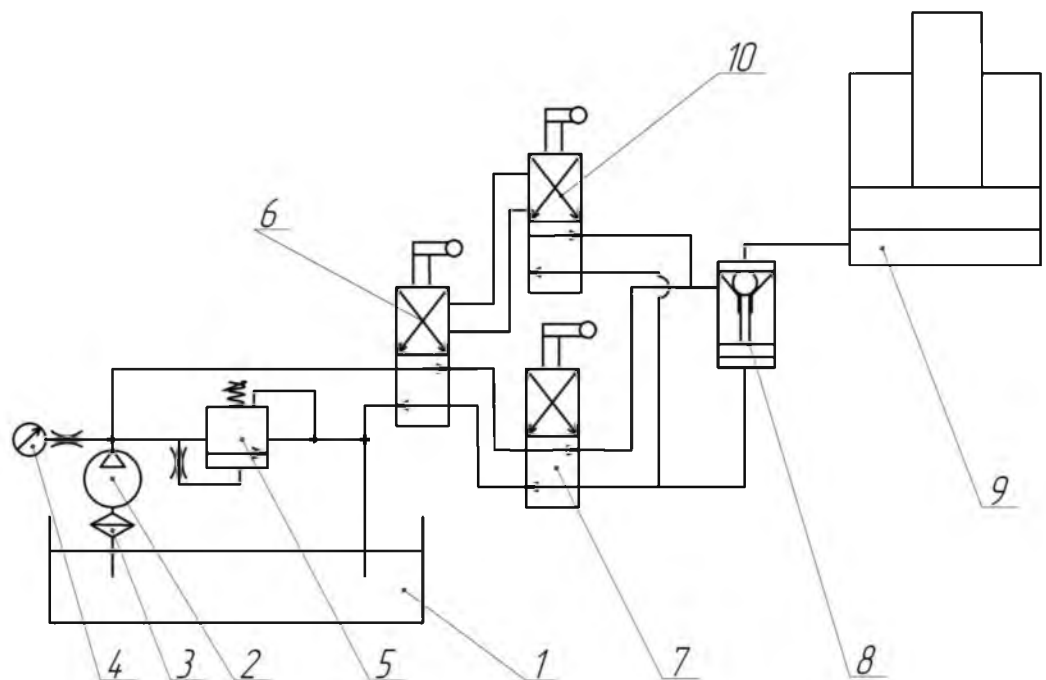


Рис. 2.9 Гідравлична принципова схема

- 1 – маслобак; 2 – маслонасос; 3 – фільтр; 4 – манометр; 5 – гідроклапан тиску; 6 – двохпозиційний розподільник робочого тиску; 7 – робочий двохпозиційний розподільник; 8 – гідрозамок; 9 – гідроциліндр; 10 – резервний двохпозиційний розподільник.

Джерело: розроблено автором

2.3.4 Розрахунок втрат тиску в гідросистемі

Загальна величина втрат в гідросистемі визначається по формулі:

$$\sum \Delta P = \sum \Delta P_1 + \sum \Delta P_j + \sum \Delta P_z, \quad (2.7)$$

де, $\sum \Delta P$ - витрати на тертя по довжині трубопроводів, МПа;

$\sum \Delta P_j$ - місцеві втрати тиску, штуцерах, трійниках і т.п., МПа;

$\sum \Delta P_z$ - місцеві втрати тиску в гідроагрегатах, МПа.

Розрахунок втрат тиску на тертя для напорної труби, проводимо по формулі:

$$\Delta P_n = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \rho \cdot \frac{V^2}{2} = 0,0392 \cdot \frac{6}{18 \cdot 10^{-3}} \cdot 890 \cdot \frac{6^2}{2} = 0,209 \text{ МПа} \quad (2.8)$$

де, λ - коефіцієнт гідравлічного тертя;

l - сума довжин трубопроводів, м;

d - діаметр трубопроводів, м;

ρ - густина робочої рідини, для масла И-30 $\rho = 885 \text{ кг/м}^3$;

V - середня швидкість руху рідини, м/с.

Враховуючи те, що насос розташований поблизу бака, розрахунок втрат всмоктуючого трубопроводу не проводимо.

Знаходимо критерій Рейнолдса:

для напорного трубопроводу:

$$R = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{6 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{0,256 \cdot 10^{-4}} = 4218 \quad (2.9)$$

Якщо $R_e \geq 2300$, то коефіцієнт гідравлічного тертя напорного трубопроводу для турбулентного режиму знаходимо:

$$\lambda = 0,3164 \cdot R_e^{-0,25} = 0,3164 \cdot 4218^{-0,25} = 0,0392 \quad (2.10)$$

де, V - швидкість руху рідини, м/с;

d - діаметр трубопроводів, м;

ν -кінематичний коефіцієнт густини, $\nu_{50^\circ} = 0,33 \cdot 10^{-4}$ для масла И-30.

Знаючи, чому дорівнює кінематична в'язкість масла при температурі 50°C , знаходимо його значення при температурі $T_m = 60^\circ$ по формулі:

$$\nu = \nu_{50^\circ} \cdot \left(\frac{50}{T_m} \right) = 0,33 \cdot \left(\frac{50}{60} \right) = 0,256 \quad (2.11)$$

Загальні втрати тиску становлять:

$$\sum \Delta P_1 = P_n = 0,209 \text{ МПа} \quad (2.12)$$

Витрати тиску в гідроапаратурі [2]:

у дроселі: 0,13 МПа;

у запобіжному клапані: 0,2 МПа;

у розподільнику: 0,15 МПа;

у фільтрі: 0,08 МПа.

Сумарні втрати тиску в гідроапаратурі:

$$\sum P_A = 0,13 + 0,2 + 0,15 + 0,08 = 0,56 \text{ МПа} \quad (2.13)$$

Сумарні втрати тиску в гідросистемі:

$$\sum \Delta P_j = \sum \Delta P_1 + \sum \Delta P_A = 0,209 + 0,56 = 0,769 \text{ МПа} \quad (2.14)$$

2.3.5 Розрахунок к.к.д. гідроприводу

Для оптимально розробленої гідросистеми, загальний к.к.д. повинен знаходитись в межах 0,6...0,8.

Загальний к.к.д. знаходимо произведенієм гідравличного, механічного і об'ємного к.к.д., по формулі:

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_z \cdot \eta_m \cdot \eta_o; \quad (2.15)$$

де, η_z -гідравлічний к.к.д.;

η_m -механічний к.к.д.;

η_o -об'ємний к.к.д.

Гідравлічний к.к.д. обчислюємо по формулі:

$$\eta_z = \frac{(P - \sum \Delta P_j)}{P} = \frac{(16 - 0,769)}{16} = 0,94 \quad (2.16)$$

Механічний к.к.д. обчислюємо по формулі:

$$\eta_m = \eta_{m.n.} \cdot \eta_{m.p.} \cdot \eta_{m.o.} = 0,89 \cdot 0,92 \cdot 0,96 = 0,79 \quad (2.17)$$

де, $\eta_{m.n.}$ -механічний к.к.д. маслонасоса;

η_m -механічний к.к.д. розподільника;

$\eta_{m.o.}$ -механічний к.к.д. двигуна.

Об'ємний к.к.д. обчислюємо по формулі:

$$\eta_o = \eta_{o.n.} \cdot \eta_{o.p.} \cdot \eta_{o.o.} = 0,92 \cdot 0,95 \cdot 0,94 = 0,84 \quad (2.18)$$

Загальний к.к.д. дорівнює:

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_z \cdot \eta_m \cdot \eta_o = 0,94 \cdot 0,79 \cdot 0,84 = 0,69 \quad (2.19)$$

$$d = 0,024 \text{ і } d > d_{\text{д}} = 0,022 \text{ мм}$$

2.3.6 Розрахунок параметрів гідродомкратів

Заздалегідь приймаємо номінальний робочий тиск гідроциліндра $P = 16$ МПа.

Діаметр поршня дорівнює:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{III}}{\pi \cdot (P - \sum \Delta P) \cdot 0,98}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 50 \cdot 10^3}{3,14 \cdot (16 - 0,769) \cdot 0,98}} = 152 \text{ мм} \quad (2.20)$$

де, $\eta = 0,98$ - ККД гідроциліндра,

Приймаємо по [2] $D = 160$ мм.

Якщо тиск в гідроциліндрі становить більше 5 МПа, діаметр штоку визначаємо по формулі:

$$d_{um} = 0,7D = 0,7 \cdot 160 = 112 \text{ мм}, \quad (2.21)$$

По стандартним розмірам [2], приймаємо: $d_{um} = 125$ мм.

2.3.7 Розрахунок конструктивних елементів гідродомкратів

З'єднання штока з поршнем для зручності виробництва, збірки і ремонту виконано за допомогою різьбового з'єднання меншого діаметру. Приймаємо різьбове з'єднання М64×3.

Вибір матеріалу штока з умови міцності штока в небезпечному перетині з мінімальним діаметром: $d = 64$ мм.

Напруга розтягування, в небезпечному перетині:

$$\sigma = \frac{4 \cdot P \cdot 10^3}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 64^2} = 131,1 \text{ МПа} \quad (2.22)$$

де, P, H – максимальне навантаження, що зминає, дорівнює:

$$P = T + G = 5 \cdot 10^4 + 5 \cdot 10^4 = 10 \cdot 10^4 \text{ Н} \quad (2.23)$$

де, T – зусилля, що створюється гідроциліндром на штоку;

G – зусилля, що створюється вагою опорних елементів.

Заздалегідь задаємося коефіцієнтом запасу міцності $[n] = 2,5$.

Для виконання умови міцності, необхідно вибрати матеріал з границею текучості:

$$\sigma \geq [n] \cdot [\sigma] = 2,5 \cdot 131,1 = 327,75 \text{ МПа} \quad (2.24)$$

Згідно цього, вибираємо Сталь 40Х [4], з термообробкою нормалізація у якої $\sigma_T = 490 \text{ Мпа}$. Максимальні напруження що діють в перетині:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{[n]} = \frac{490}{2,5} = 196 \text{ Мпа} \quad (2.25)$$

$$[\tau] = \frac{0,6 \cdot \sigma_T}{[n]} = \frac{0,6 \cdot 490}{2,5} = 117,6 \text{ Мпа} \quad (2.26)$$

Для рівномірності різьбового з'єднання приймаємо матеріал гайки таким, як матеріал штока.

Матеріал гільзи вибираємо з умови міцності різьбового з'єднання гільзи з кришкою М168 мм. Для рівномірності різьбового з'єднання приймаємо матеріал гільзи і кришки однаковими.

Напруга, що діє, на те, що зім'яло різьблення

$$\sigma_{CM} = \frac{T'}{\pi \cdot D_2 \cdot h \cdot z} = \frac{32,15 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 163,8 \cdot 3,25 \cdot 10} = 68,5 \text{ МПа} \quad (2.27)$$

де, T' – зминаюче зусилля

$$T' = \frac{\rho \cdot \pi \cdot D^2}{4} = \frac{16 \cdot 3,14 \cdot 160^2}{4} = 32,15 \text{ МПа} \quad (2.28)$$

де, $D_2 = 163,8$ мм - середній діаметр різьблення;

h – висота різьблення:

$$h = \frac{D - D_1}{2} = \frac{168 - 161,5}{2} = 3,25 \text{ мм} \quad (2.29)$$

де, $D = 168$ мм – номінальний діаметр різьблення;

$D_1 = 161,5$ мм – діаметр западин різьблення на кришці;

z - число витків різьблення.

Число витків різьблення, дорівнює:

$$z = \frac{H}{S} = \frac{40}{4} = 10 \text{ мм} \quad (2.30)$$

де, $H = 40$ мм – довжина поверхонь, що сполучаються різьбленням;

$S = 4$ мм – крок різьблення.

Напруга, що діє, на зріз різьблення:

$$\tau_{cp} = \frac{T'}{\pi \cdot D_1 \cdot K \cdot H} = \frac{32,15 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 161,5 \cdot 0,8 \cdot 40} = 29,5 \text{ МПа} \quad (2.31)$$

де, $K = 0,8$ - коефіцієнт, що враховує тип різьблення, [4].

Для виконання умови міцності $\sigma_{cm} \leq [\sigma]_{cm}$ і, необхідно вибрати матеріал:

$$\sigma_T \geq [n] \cdot [\sigma] = 2,5 \cdot 68,5 = 171,25 \text{ МПа} \quad (2.32)$$

$$\tau_T \geq \frac{[n] \cdot [\tau]}{0,6} = \frac{2,5 \cdot 29,5}{0,6} = 122,9 \text{ МПа} \quad (2.33)$$

Вибираємо Сталь 35 у якої $\sigma_T = 270$ Мпа. [4].

2.3.8 Розрахунки деталей гідродомкрату на міцність

Розрахунок на міцність різьбового з'єднання і штока з поршнем.

Розрахунок різьбового з'єднання виконуємо по запасу міцності. Дійсний запас міцності різьблення на те, що зім'яло:

$$n = \frac{\pi \cdot (d^2 - d_B^2) \cdot \sigma_T}{k_H \cdot T} = \frac{3,14 \cdot (64^2 - 59,8^2) \cdot 490}{0,23 \cdot 50 \cdot 10^3} = 69,8 \quad (2.34)$$

де, $n = 69,8 > [n] = 2,5$ - умова міцності виконується;

$d_B = 59,8$ мм - діаметр западин різьблення на штоку.

Дійсний запас міцності різьблення на те, що зім'яло

$$n = \frac{\pi \cdot d_B \cdot H \cdot k' \cdot k_p \cdot 0,6 \cdot \sigma_T}{T} = \frac{3,14 \cdot 59,8 \cdot 51 \cdot 0,87 \cdot 0,56 \cdot 0,6 \cdot 490}{50 \cdot 10^3} = 29,2 \quad (2.35)$$

де, $H = 51$ мм – висота гайки

$k' = 0,87$ - коефіцієнт повноти різьблення, [4];

$k_p = 0,56$ - коефіцієнт розподілу навантаження, [4];

При цьому, $n = 29,2 > [n] = 2,5$, тому умова міцності виконується.

Розраховуємо товщину стінки циліндра:

$$S = \frac{p \cdot D}{2 \cdot [\sigma_T]} = \frac{16 \cdot 160}{2 \cdot 270} = 7,5 \text{ мм} \quad (2.36)$$

де, σ_T - границя текучості сталі 35, $\sigma_T = 270$ Мпа, [4]

Для більшої жорсткості циліндра приймаємо $S = 20$ мм.

Розраховуємо товщину нижньої гайки гідродомкрата:

$$S' = 0,433 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{p}{[\sigma]}} = 0,433 \cdot 160 \cdot \sqrt{\frac{16}{108}} = 26,6 \text{ мм} \quad (2.37)$$

де, $[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{270}{2,5} = 108$ МПа-максимально допустима напруга.

Приймаємо $S' = 40$ мм.

2.4 Монтаж, ремонт, змашення

2.4.1 Прив'язка машини до технологічного тракту

Для забезпечення необхідної точності та якості робіт під час монтажу технологічного обладнання необхідно виконувати геодезичне обґрунтування монтажу. Основна мета геодезичного обґрунтування полягає в закріпленні осей обладнання та висотних відміток на фундаментах шляхом використання заставних елементів, таких як плашки та репери, що потрібні для точної перевірки обладнання у процесі монтажу.

Схему геодезичного обґрунтування розробляють на основі будівельних завдань або креслень виробничого обладнання підприємств-виробників, а також на плані осей технологічного обладнання.

Ця схема має передбачати оптимальну кількість та розташування плашок і реперів на фундаментах, що забезпечує контроль установки обладнання у плані та по висоті, а також зручність використання зазначених елементів під час перевірки точності монтажу.

У схемах чітко вказуються місця встановлення заставних елементів (плашок) для фіксації головних і основних розбивочних осей, а також реперів для контролю висотних відміток [14].

Основними подовжніми та поперечними осями вважаються осі технологічних ліній, включно зі стрічковими конвеєрами й іншими агрегатами.

Головними розбивочними осями зазвичай обирають одну подовжню вісь і одну або кілька поперечних осей таким чином, щоб відстань між ними становила від 25 до 50 метрів. Вказані головні осі прив'язуються до контрольних осей, спільних для всього будівництва (із зазначенням розмірів у рамках). Основні осі визначаються виключно виходячи із головних подовжніх і поперечних осей.

Плашки і реperi на фундаментах необхідно встановлювати у вільних від устаткування місцях, дотримуючись мінімальної відстані: 400 мм від виступаючих частин устаткування для плашок і 100 мм для реперів. Це розміщення повинно гарантувати можливість точного вивірювання монтованого устаткування та подальшого контролю його положення.

Зазвичай плашки розташовують по дві штуки на фундаменті, прив'язуючи їх до головних і основних розбивочних осей. Для забезпечення правильного регулювання висоти устаткування необхідно встановлювати один чи два реperi на фундаменті. Якщо виникає потреба у контролі осідання фундаментів, по кутах фундаменту розміщують 4-6 реперів.

Після проведення комплексних випробувань устаткування, а також у випадках ремонту, рекомендується встановлення на окремих фундаментах виносних суміщених плашок із реперами вздовж головних розбивочних осей з однієї або двох сторін. Це пов'язано з тим, що робочі плашки і реperi на той час можуть бути закриті підливкою або чистою підлогою. Бажано, щоб

на таких виносних суміщених плашках із реперами передбачалися знімні кришки.

Осі на плашках маркують методом кернування після завершення бетонування фундаментів. Допустиме відхилення при нанесенні керна, що позначає вісь на плашці, становить не більше 1 мм. Точність нівелювання висотної мітки репера повинна відповідати межам 0,5 мм.

Висотні відмітки та маркування плашок і реперів указують у виконавчій схемі, яка служить основою для передачі фундаментів під монтаж устаткування [14].

Геодезичне обґрунтування монтажу дробарки наведено на схемі 2.12. Умовна нульова висотна позначка фундаментного пристрою відносно нульового рівня підлоги корпусу подрібнення шахти імені Фрунзе, де встановлено дробарку, складає 800 мм, а для двигуна приводу дробарки – 300 мм.

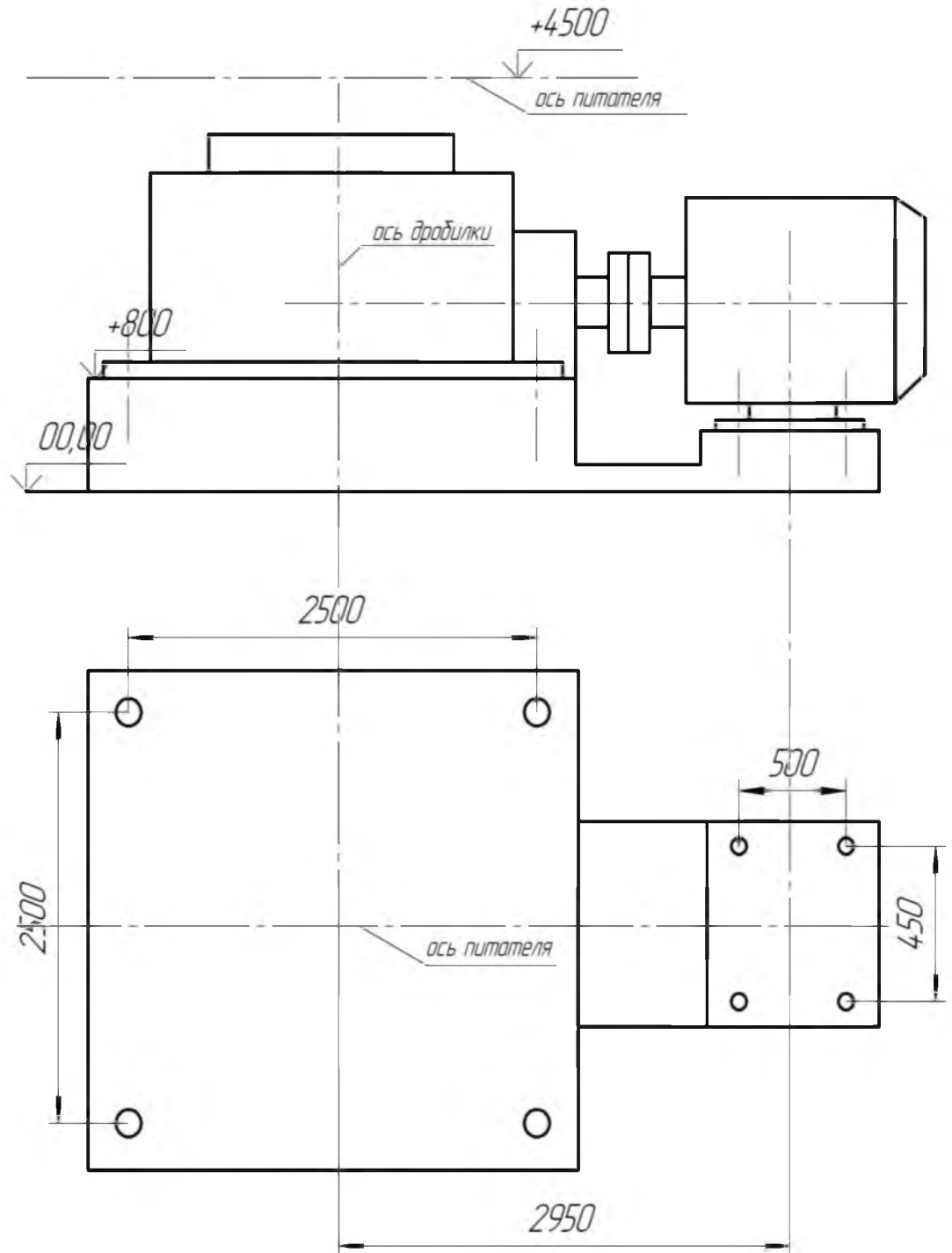


Рис. 2.10 Геодезичне обґрунтування монтажу конусної дробарки

Джерело: розроблено автором

2.4.2 Технологічна карта монтажу

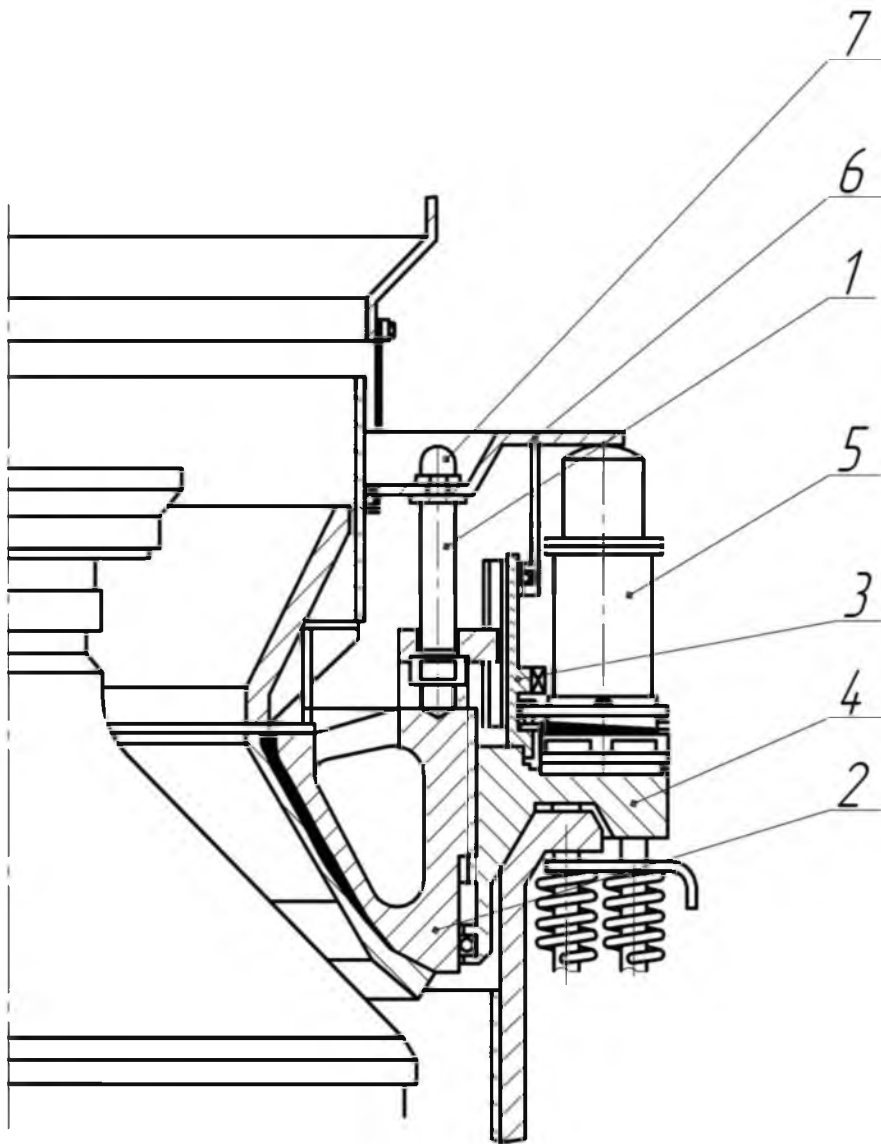
Монтажне креслення із деталями механізму для стопорення розвантажувальної щілини дробарки представлено на рисунку 2.13 та в таблиці 2.1 [15].

Інформація про вартість і потребу в робітниках за класифікаціями та розрядами наведена в таблиці 2.2. Перелік матеріалів і напівфабрикатів, необхідних для монтажу, міститься в таблиці 2.3.

Інструкції з виконання такелажних та вантажних операцій, переміщення устаткування у горизонтальному й вертикальному напрямках до проектного положення наведені на рисунку 2.14 та в таблиці 2.4. Графік виконання робіт із монтажу пристрою для стопорення регулюючого кільця дробарки та їх обсяги представлені в таблиці 2.5.

Монтаж дробарки здійснюється у п'ять етапів:

1. Установка станини на фундаментний пристрій.
2. Монтаж опорного кільця разом із амортизаційними пружинами.
3. Установка приводу дробарки.
4. Монтаж піддона, валу-ексцентрика, опорної чаші, конуса, регулюючої гайки, кожуха, механізмів для регулювання розвантажувальної щілини дробарки, а також гідродомкратів для стопорення регулюючої гайки.
5. Установка системи змащення.



**Рис. 2.11 Монтажне креслення пристрою для стопорення
регулюючої гайки**

Джерело: розроблено автором

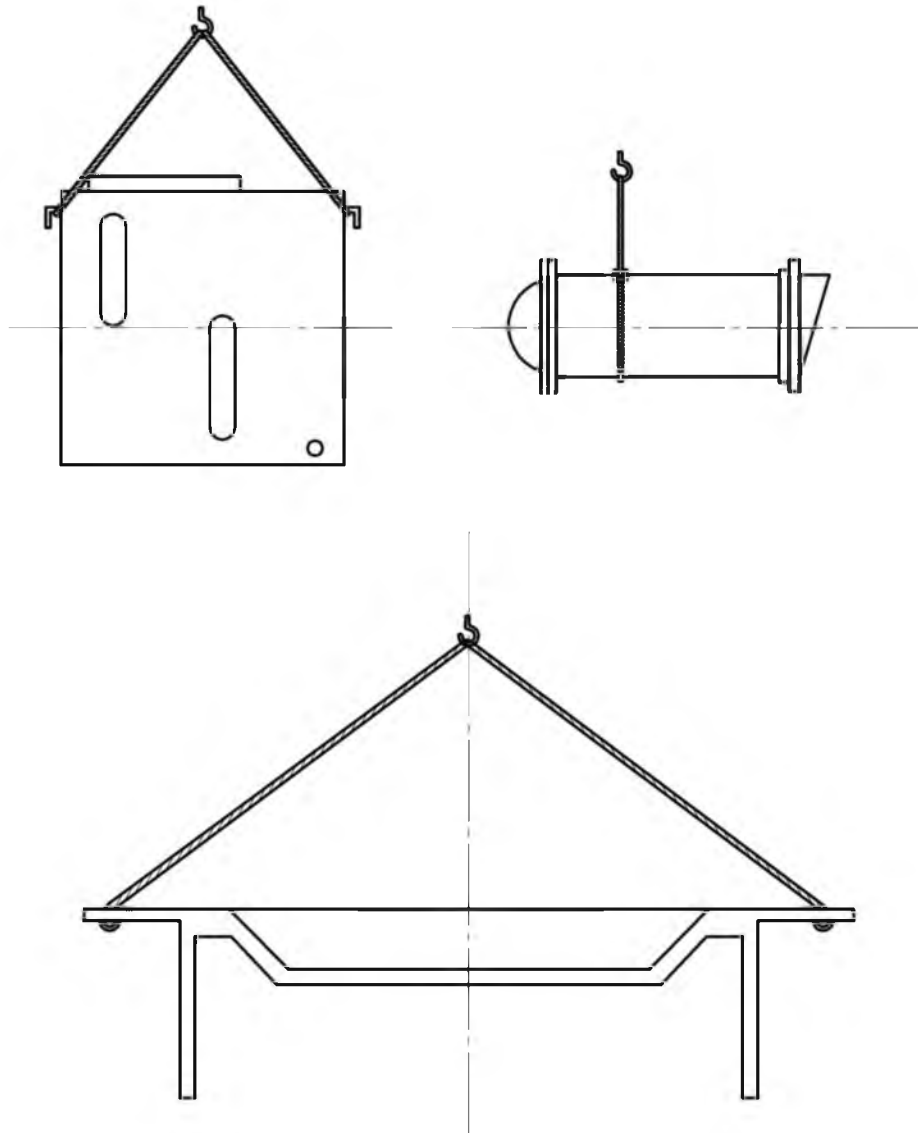


Рис. 2.12 Схема строповки деталей

Джерело: розроблено автором

Таблиця 2.1

**Специфікація до монтажного креслення пристрою для
стопорення регулюючого кільця дробарки**

№ поз	Найменування	Кількість	Маса одиниці	Маса загальна
1	2	3	4	5
1	колонка	8	105	840
2	регулювальна гайка	1	8500	8500
3	кожух	1	6500	6500
4	кільце опорне	1	6500	6500
5	гідродомкрат в зборі	4	280	1120
6	розпорне кільце	1	3800	3800
7	гайка торцова	8	15	120

Джерело: розроблено автором

Таблиця 2.2

Розряди і тарифні ставки персоналу механослужби дільниці ДСФ

Таб. №	П.І.Б	Професія	Оклад, грн.	Розряд
4750	Дмитрюк С.Ю.	механік	2530	---
4823	Марчук С.И.	електрослюсар	11.70	6
14147	Мезенцев О.В.	електрослюсар	9.20	4
4979	Тіхонов А.Е.	електрогазозварник	11.70	6
4775	Глухенький Н.И.	електрослюсар	11.70	6
4825	Дошанский А.А.	електрослюсар	10.40	5

Джерело: розроблено автором

Таблиця 2.3

Відомість необхідних для монтажу матеріалів і напівфабрикатів

№	Найменування	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Керосин технічний	л	5
2	Масло И-40	л	6
3	Електроди зварювальні 5 мм	кг	10
4	Ганчір'я	кг	4

Джерело: розроблено автором

Таблиця 2.4

Перелік монтажного устаткування, інвентаря і пристосувань

№	Найменування	Кількість, шт
1	Ключі ріжкові від 14 до 64	
2	Кувалда 5кг	1
3	Кувалда 10кг	1
4	Лом	3
5	Молоток слюсарний	2
6	Напилек	2
7	Строп 16 мм	2
8	Строп 30 мм	1

Джерело: розроблено автором

При складанні типових вузлів потрібно керуватися правилами монтажу та збирання металургійного обладнання. Перед початком установки дробарки слід оглянути всі вузли, видалити консерваційне покриття та переконатися, що сполучувані поверхні не мають жодних пошкоджень.

Перед запуском дробарки необхідно уважно перевірити, чи не залишилися всередині сторонні предмети, а також впевнитися, що всі заглушки зі змащувальних каналів були видалені. Потім слід протестувати роботу дробарки на холостому ході без навантаження протягом 2-3 годин. При цьому дробильний конус повинен здійснювати плавні коливання або обертатися навколо своєї осі зі швидкістю не більше 15 об/хв. Це свідчить про правильну роботу валу-ексцентрика та сферичного підп'ятника [15].

Таблиця 2.5
Технологічна карта монтажу пристрою для стопорення регулюючого
кільця конусної дробарки.

№ п/п	Опис робіт по збиранню в технологічній послідовності	Калькуляція						Склад бригади	Час операції	Графік виконання								
		Од. вим.	Об'єм робіт	На одиниці		На весь об'єм				Години								
				норма часу, год	розцінки	норма часу, год	сума зарплати											
1.	Застропити і встановити колонки 1 з нижніми гайками на регулювальну гайку 2 конусної	шт	8	0,5	20	4	160	3/4										
2.	Застропити і встановити кожух 3 на опорне кільце дробарки.	шт	1	0,5	20	0,5	20	3										
3.	Застропити і встановити гідродомкрати 5 в зборі на опорне кільце дробарки 4	шт	4	1,2	50	4,8	200	4/5										
4.	Застропити і встановити розпорне кільце 6 на опорні колонки 1 регулюючої гайки 2.	шт	1	0,5	20	0,5	20	3										
5.	Встановити і закрутити верхні гайки 7 колонок 1.	тш	8	0,5	15	4	120	3										
6.	Встановити маслостанцію на нульовій відмітці корпусу.	шт	1	2,1	200	2,1	200	3/4										
7.	Виконати розводку трубопроводу високого тиску.	м	8	1,5	80	12	640	3/4/5										

2.4.3 Зношення відповідальних деталей та методи їх відновлення

До критично важливих деталей дробарки належать: зубчаста передача (привід – вал-ексцентрик), підшипники ковзання (конічна, циліндрична втулка, сферичний підп'ятник), а також підшипники ковзання валу приводу. Важливими елементами гідродомкрата є внутрішні робочі поверхні, зворотні клапани та маслонасос високого тиску.

Процес зношування зубів зубчастих коліс при напіввідинному терті ковзання характеризується абразивним зношуванням, крихким викришуванням і пластичною деформацією контактної поверхні зубів. Максимально допустимий рівень зносу зубів становить до 30% їх профілю. Для підшипників ковзання типовими є зношення робочих поверхонь втулок і підп'ятників під впливом радіальних навантажень.

Подібним чином, зношування деталей гідродомкрата, зокрема внутрішніх робочих поверхонь, залежить від ряду факторів: конструктивних особливостей, якості матеріалу, ефективності мастила, належного обслуговування, перекосів руху поршня, корозійних впливів тощо.

У процесі роботи гідродомкрата спостерігається природне зношування штока, поршня і шестерінчастого насоса гідроагрегату. Проблеми в роботі гідродомкрата найчастіше спричинені нормальним зношенням деталей або їх пошкодженням, наприклад задирками на поверхнях, деформаціями, поломками чи корозійними руйнуваннями.

Найбільш поширеною причиною втрати працездатності гідродомкратів є саме зношення деталей, яке становить близько 80% усіх випадків. Це має низку наслідків:

- Порушення герметичності через інтенсивне зношення ущільнювачів.
- Механічні пошкодження штоків, гільз і поршнів, такі як задирки, сколи чи навіть поломки.
- Порушення цілісності окремих елементів гідродомкрата.

Основним методом оцінки технічного стану гідросистеми залишається випробування. Однак через недостатню забезпеченість відповідним обладнанням цей метод наразі майже недоступний для наших експлуатаційників [15].

Залежно від ступеня зносу деталей дробарки застосовуються такі методи їх відновлення:

Ремонт підшипників ковзання

У випадку зносу підшипників ковзання дробарки (втулок і під'ятника) спостерігається підвищення температури рідкого мастила та зростання частоти обертання конуса більш ніж на 15 об/хв. У таких випадках втулки замінюються новими, а зношені циліндричні й конічні втулки, якщо вони не мають тріщин, відновлюються спеціалізованими підрядними організаціями. Процес відновлення полягає у такому: зношену втулку проточують для видалення старого шару бабіту, далі наплавляють новий шар і проточують до заданих робочих розмірів. Контроль внутрішніх розмірів здійснюється за допомогою нутроміра.

Після встановлення втулок їх фіксують цинковою заливкою або спеціальними фіксаторами. Якщо виявлені місця прихоплювання на хвостовику конуса, його шліфують для усунення дефектів.

Зубчаста передача

Основними видами зносу зубчастих передач є:

- зношення робочої поверхні зубів, що призводить до поступового спотворення їхнього профілю;
- викришування або злам зубів;
- абразивний знос робочих поверхонь зубів.

У разі викришування зубів приводу або вала-ексцентрика деталі не підлягають ремонту, натомість шестерня чи вузол замінюються повністю. У випадку зносу бронзових підкладних дисків хвостовика конуса допускається їх проточка до видалення пошкоджень (вибоїн, канавок) за умови, що товщина диска після обробки залишається не меншою ніж 70% початкової.

Гідроциліндри

Технологія ремонту гідроциліндрів залежить від ступеня їхнього зносу та має базуватися на стандартизації номінальних розмірів ущільнень. Основні етапи регенерації гідродомкратів:

- заміна циліндра у разі його пошкодження (подряпини, деформації);
- заміна поршня або його відновлення методом хромування;
- заміна комплекту ущільнень.

Даний метод застосовується лише в окремих випадках, коли виникає потреба повторно використовувати шток поршня через вимогу застосування саме зазначеного матеріалу.

Під час капітального ремонту гідроциліндр повністю розбирають. Усі його деталі після промивання проходять огляд, замірювання і дефектацію. Залежно від характеру пошкоджень і ступеня зношеності, деталі поділяють на три категорії: придатні до подальшого використання, ті, що підлягають ремонту (відновленню), та ті, які необхідно замінити.

Відновлення зношених деталей здійснюється такими методами:

- наплавленням зносостійких твердих сплавів;
- газовою або електродуговою зваркою;
- плазмовим напиленням;
- гальванічним нарощуванням металу;
- додаванням нових деталей;
- перешліфовуванням до збільшених або зменшених ремонтних розмірів;
- поверхневим зміцненням шляхом наклепування.

Основні елементи гідроциліндра, зокрема циліндр та шток, після механічної обробки проходять хромування. Завершальним етапом капітального ремонту є повна збірка гідроциліндра. Після складання агрегат проходить випробування та перевірку на відповідність технічним вимогам.

2.4.4 Розробка графіка планово-попереджувальних ремонтів

Залежно від обраної системи управління, виділяють три основні форми організації ремонтного виробництва: децентралізовану, централізовану та змішану [14].

При децентралізованій формі ремонтний персонал розміщується безпосередньо в виробничих цехах, тоді як матеріально-технічні ресурси зосереджені у відділі головного механіка. Такий підхід призводить до збільшення вартості та тривалості ремонтних робіт, а також до неефективного використання висококваліфікованих кадрів.

Централізована форма передбачає об'єднання матеріально-технічних засобів і ремонтного персоналу у відділі головного механіка, а ремонт обладнання здійснюється спеціалізованими цехами. Ця форма дозволяє покращити якість виконуваних робіт, значно скоротити їх строки, а також сприяє впровадженню уніфікації та стандартизації обладнання.

На сучасних підприємствах найпоширенішою є змішана форма організації ремонтного виробництва. Вона передбачає наявність у кожному цеху невеликих ремонтних майстерень для виготовлення швидкозношуваних деталей і залучення необхідного штату працівників для виконання термінових ремонтів. У той же час, у відділі головного механіка функціонують спеціалізовані ремонтні цехи, що є початковим етапом централізації.

Ремонт машин та агрегатів класифікують за кількома ознаками. Залежно від технічного стану обладнання їх поділяють на планові та аварійні. У випадку планового ремонту технічні характеристики відновлюють до настання критичного зносу. Натомість аварійний ремонт стає необхідним через різке зростання швидкості зношування, що робить неможливим заздалегідь спланувати роботи.

За технічною складністю ремонти поділяють на поточні та капітальні. Поточні орієнтовані на заміну або відновлення елементів машини, які

швидко зношуються. Роботи включають низку операцій, таких як розбирання, складання, регулювання та налаштування. Відповідно до обсягу та характеру цих операцій розрізняють індивідуальний, вузловий і агрегатний методи виконання поточного ремонту.

Капітальний ремонт має за мету повне відновлення проєктних характеристик машин і агрегатів. Методи його виконання поділяють на зосереджений і розосереджений.

Вибір методів проведення як поточного, так і капітального ремонту залежить від специфіки основного виробництва, зокрема безперервності технологічних процесів та суворої взаємозалежності між виробничими цехами.

У нашому випадку на шахті імені М.В. Фрунзе використовується змішана форма організації ремонтних робіт.

У таблиці 2.6 представлено перспективний графік проведення планово-попереджувальних ремонтів.

Таблиця 2.6

Графік планово-попереджувальних ремонтів ППР

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вид ремонту	П1	П1	П2	П1	П1	П2	К	П1	П2	П1	П1	П2
Дата ремонту (число)	1.01	1.02	20.03	25.04	18.05	17.06	15.07	25.08	20.08	15.09	12.11	10.12
Тривалість час.	8	8	24	8	8	24	80	8	24	8	8	24

Джерело: розроблено автором

Капітальний ремонт виконується раз на 4-5 років.

Під час поточного ремонту П1 здійснюються наступні роботи: обстеження технічного стану обладнання, підтягування болтових з'єднань, ремонт або заміна тарілей, футерування станини. При виконанні поточного

ремонту П2 проводяться заміна футерування ребер жорсткості станини, підшипників ковзання, масла в маслобаку дробарки та гідросистеми регулювання розвантажувальної щілини, а також ремонт або заміна футерування кожуха.

Капітальний ремонт дробарки здійснюється в такій послідовності: повне розбирання обладнання, наплавлення посадкових поверхонь станини та опорного кільця, заміна опорних дисків конуса, заміна футерування станини. Необхідність заміни приводу та валу ексцентрика визначається візуально. Під час ремонту також виконують заміну амортизаційних пружин і болтів М64 разом із гайками [15].

Щодо капітального ремонту гідроциліндра, він передбачає повне розбирання пристрою. Всі його компоненти після очищення оглядаються, вимірюються та проходять дефектоскопію. Залежно від типу пошкоджень і рівня зносу деталі розподіляють на три категорії: ті, що придатні до подальшого використання, ті, що підлягають ремонту чи відновленню, і ті, що потребують заміни.

2.4.5 Змащення

На дробарці КМДТ-2200 використовується циркуляційна система рідкого змащення, що забезпечує автоматичну подачу очищеного та охолодженого мінерального масла до вузлів тертя під високим тиском. Ця система призначена для змащення конічної та циліндричної втулок, сферичного під'ятника, дисків і підшипників ковзання приводу дробарки. Як мастильний матеріал тут застосовується рідке мастило марки И-40.

У маслопідвалі розташований резервуар з ємністю 3 м³, що служить для зберігання мастила. Масло з резервуару за допомогою шестерінчастого насоса нагнітається в простір між елементами тертя, забезпечуючи їх змащення, а також відведення тепла та видалення механічних частинок. Резервуар також виконує функцію очищення масла від механічних домішок і

води, а завдяки встановленим у ньому перегородкам розділяється на окремі секції [16].

Масло, яке повертається від вузлів тертя через зливний трубопровід, попередньо очищується за допомогою сітчастих фільтрів і магнітних сепараторів. У секціях резервуару, завдяки змінам напрямку швидкості масляного потоку, осідають крупні механічні домішки та значна частина зважених частинок. Після проходження процесу очищення масло через всмоктуючу трубу подається до насосних установок для подальшої циркуляції.

Для подачі мастила в дробарку застосовуються два шестерінчасті насоси типу НШ-100 і Г-11-25, один із яких виступає резервним у разі виходу з ладу основного насоса. Привід маслонасоса реалізується електродвигуном. Перемикання на резервний насос виконується вручну оператором (машиністом), який відповідає за обслуговування дробарки під час зміни. У таблиці 2.7 наведено карту змащування конусної дробарки КМД-2200Т.

Ключовою умовою стабільної роботи гідравлічної системи є правильний вибір робочої рідини для гідроциліндрів. Основними вихідними параметрами, що впливають на вибір типу рідини, є такі:

- 1) діапазон температур навколишнього середовища та характер коливань температур у цьому діапазоні;
- 2) максимальна температура в усталеному режимі роботи обладнання;
- 3) робочий тиск рідини в гідравлічній системі;
- 4) допустимий період експлуатації гідравлічної системи без заміни масла;
- 5) рівень допустимого забруднення робочої рідини під час експлуатації (зважаючи на вимоги до складових елементів гідроприводу, можливі джерела забруднення та належну тонкість фільтрації);
- 6) трудовитрати, пов'язані із заміною мастила;
- 7) характеристики застосованих матеріалів, зокрема матеріалів елементів ущільнення;

8) вартість робочої рідини.

Для забезпечення подачі масла до системи регулювання розвантажувальної щілини та фіксації регулюючої гайки, встановлено масляний бак із об'ємом 350 літрів. Як робоча рідина використовується мастило марок И-40 або И-30. Для подачі масла в гідравлічні домкрати застосовується пластинчастий насос типу БГ-12-23, який приводиться в рух електродвигуном. Перед запуском дробарки машиніст виконує перевірку роботи дробарки та масляної системи на наявність несправностей. Далі за допомогою кнопки на панелі керування активує привід маслонуоса і контролює сигнальну лампу, яка вказує на злив масла в дробарку. Увімкнення лампи підтверджує наявність масла в системі, після чого проводиться запуск дробарки. Якщо під час роботи відбувається припинення подачі масла в машину через які-небудь причини, автоматично спрацьовує захисний механізм, і привід дробарки відключається [16].

В умовах перегріву масла у літній період використовують маслозаохолджувачі, які представляють собою трубчасті теплообмінники. Охолодження забезпечується технічною водою.

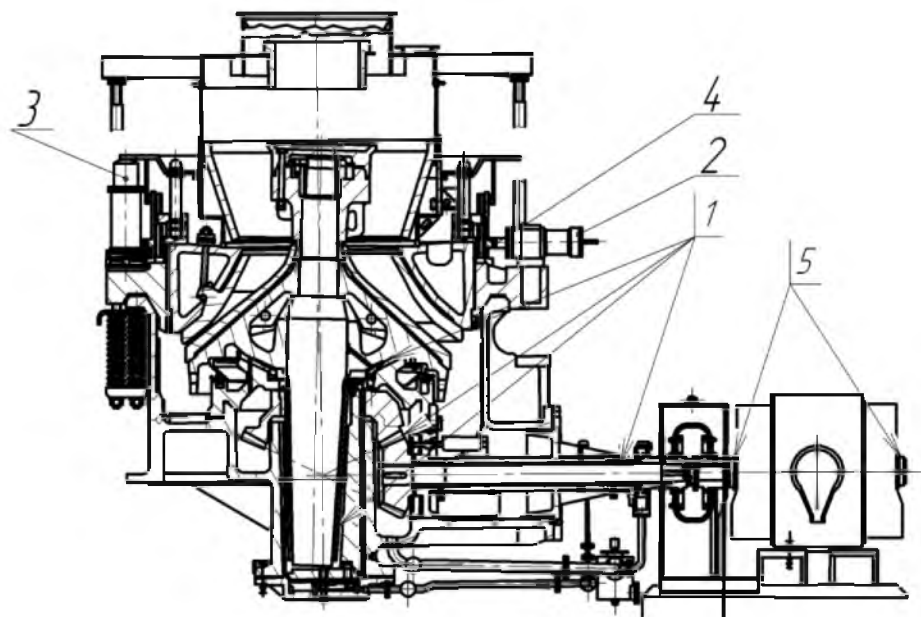


Рис. 2.13 Схема змащування

Джерело: розроблено автором

Карта змащування

№ п/п	Найменування механізму	Найменування змащуючого матеріалу	Періодичність змащування	Спосіб змащування	Маса заправки	При-мітка
1.	Втулка циліндрична, втулка конічна, підп'ятник, зубчасте зачеплення, підшипники ковзання приводу дробарки.	масло И-40А ГОСТ 20799-88	Постійно, при роботі дробарки	Подача масла під тиском з маслобаку	3000 л	Централізована система змащення
2.	Гідроциліндр повороту.	Масло И-20А або И-30А ГОСТ 20799-88	Постійна подача при регулюванні розвантажувальної щелини	Подача масла під тиском з маслобаку	250 л	
3.	Гідродомкрат и стопорення регулюючої гайки.	Масло И-20А або И-30А ГОСТ 20799-88	Постійна подача при регулюванні розвантажувальної щелини	Подача масла під тиском з маслобаку	320 л	
4.	Упорна різьба регулюючої гайки.	Солідол "С" ГОСТ 4366-76	1 раз на тиждень	Прес-маслянки	1,5...2 кг	Вручну, за допомогою шприця
5.	Підшипники ковзання двигуна приводу дробарки	Масло И-30А ГОСТ 20799-88	1 раз на місяць	Заливка через маслянки	0,8...1,2 л	Вручну, за допомогою шприця

Джерело: розроблено автором

3 ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Аналіз основних шкідливостей і небезпечностей

Основні шкідливі чинники в цеху подрібнення включають такі аспекти, як рухомі машини та механізми (наприклад, мостовий кран), незахищені елементи виробничого обладнання, присутність кремнієвого неорганічного пилу (SiO_2), підвищений рівень шуму, вібрація, недостатнє освітлення робочого місця, температурні коливання на поверхнях обладнання (підвищена або знижена температура), тепло, що виділяється під час роботи техніки, а також ризики травмування через падіння з висоти чи падіння матеріалів [17].

Виробничий пил класифікується залежно від способу утворення, походження і ступеня дисперсності (розмір частинок). За характером утворення пил поділяють на аерозоль дезінтеграції та аерозоль конденсації. Щодо походження виокремлюють пил органічного походження (рослинний, тваринний, штучний, мікроорганізми і продукти їх розпаду), неорганічний (мінеральний, металевий) та змішаний (поєднання мінерального і металевого, органічного і неорганічного).

Тривалість перебування пилових частинок у зваженому стані в повітрі визначається їх розміром (ступінь дисперсності), рухомістю повітря, наявністю електричного заряду, рівнем вологості та іншими факторами. Чим менший розмір частинок пилу, тим довше вони залишаються в повітрі. Великий пил швидше осідає на поверхні.

У цеху подрібнення пил утворюється під час дроблення та перевантаження гірничої маси. За дисперсністю пил поділяється на видимий (частинки розміром понад 10 мкм), мікроскопічний (від 0 до 0,25 мкм) і ультрамікроскопічний (менше 0,25 мкм). Цей пил є основною причиною багатьох професійних захворювань легень, зокрема силікозу.

Рівень шуму визначається двома основними показниками: рівнем звукового тиску та еквівалентним рівнем звуку, що оцінює переривчастий або імпульсний шум на робочому місці. Еквівалентний рівень звуку вимірюється у децибелах і залежить від енергетичних характеристик шуму.

Тривалий вплив інтенсивного шуму може призводити до зниження чутливості слухового апарату. Через слуховий аналізатор шум негативно впливає на весь організм, насамперед на нервову систему. Окрім цього, виробничий шум заважає концентруватися на виконанні завдань і знижує загальну працездатність працівника.

До обладнання корпусу дроблення, яке є джерелом інтенсивного виробничого шуму, належать конусні дробарки та рух породи по перевантажувальних лотках. Рівень шуму у цеху дроблення перебуває у межах 70–75 дБА.

Виробнича вібрація має досить складну класифікацію за своїми фізичними характеристиками. Залежно від спектру, вона поділяється на вузькосмугову та широкосмугову, а за частотним складом – на низькочастотну (з максимальною інтенсивністю в октавних смугах 8 і 16 Гц), середньочастотну (31,5 і 63 Гц) і високочастотну (125, 250, 500, 1000 Гц) для локальної вібрації. У разі вібрації робочих місць частоти коливаються у діапазонах 1 і 4 Гц, 8 і 16 Гц, а також 31,5 і 63 Гц.

Серед обладнання корпусу дроблення, яке спричиняє вібрацію, виділяють конусні дробарки та стрічкові конвеєри.

У виробничих приміщеннях використовуються три види освітлення: природне, яке забезпечується сонячним світлом; штучне, що базується на застосуванні технічних джерел світла; та змішане, яке поєднує природне і штучне освітлення одночасно. Природне освітлення поділяється на такі типи: бічне, яке здійснюється через вікна в зовнішніх стінах; верхнє, що надходить через світлові ліхтарі в покрівлі; та комбіноване, об'єднуючи світлові ліхтарі і вікна. У виробничих приміщеннях також можуть бути використані загальне

освітлення для освітлення всього простору та місцеве для окремих зон чи робочих місць.

У корпусі подрібнення застосовується змішаний тип освітлення. Природне освітлення надходить через вікна на південній стороні будівлі, що дозволяє максимально використовувати денне світло. Штучне освітлення забезпечується за рахунок люмінесцентних світильників. Рівень освітленості у цьому приміщенні становить приблизно 170 люксів [17].

3.2 Заходи щодо зниження шкідливостей і небезпечностей

Для зниження надмірних рівнів звукового тиску, пилу, ультразвуку та вібрацій, які виникають під час виконання технологічних процесів, першочергово враховуються рішення на етапі проектування технологічної частини, а також об'ємно-планувальні та конструктивні особливості будівель і споруд.

Ефективним заходом у боротьбі з шумом є його зменшення безпосередньо у джерелі виникнення – в машинах, механізмах тощо. Задля цього ударні процеси й механізми замінюють на безударні, зубчасті та ланцюгові передачі – на клиноремінні. Також застосовуються методи примусового змащення, підбираються відповідні матеріали для прокладок, використовуються пружні вставки в з'єднаннях тощо. До того ж до конструкції обладнання інтегрують амортизуючі та звукопоглинаючі пристрої.

У цехах подрібнення профілактичні заходи для боротьби з шумом реалізуються за кількома напрямками: удосконалення технології, зниження шуму від працюючого обладнання, а також ізоляція джерел шуму від довкілля.

Зниження вібрації до допустимих рівнів досягається за допомогою використання амортизаційних пристроїв, які зменшують її інтенсивність, а

також проведенням регулярного ремонту обладнання. Такі заходи водночас сприяють зниженню рівнів як вібрації, так і шуму [17].

На підприємстві, за участю санітарно-епідеміологічного нагляду, медичних установ та служб охорони праці, розроблено спеціальний комплекс медико-біологічних профілактичних заходів з урахуванням характеристик впливу вібрації та інших виробничих факторів.

Рівень запилення робочих приміщень варіюється залежно від типу виробництва, технологічних процесів, стану обладнання та застосованих засобів боротьби з пилом.

Залежно від цих умов у повітрі виробничих приміщень можна спостерігати концентрацію пилу від $0,1 \text{ мг/м}^3$ і менше до десятків міліграмів, а також наявність від десятків і сотень до десятків тисяч мікроскопічних частинок пилу на кожен см^3 повітря.

З огляду на високу агресивність кварцового пилу, санітарні норми проектування промислових підприємств (СН 245–71) визначають такі гранично допустимі концентрації пилу в повітрі робочих приміщень: якщо у складі пилу міститься більше 70% вільного діоксиду кремнію – 1 мг/м^3 , при вмісті від 10% до 70% – 2 мг/м^3 , а якщо менше 10% – в межах $3\text{--}4 \text{ мг/м}^3$.

У нашому випадку, в кожному будинку подрібнення встановлено аспіраційну технологічну установку (АТУ), яка забезпечує відведення та очищення запиленого повітря з робочої зони. Забруднене повітря транспортується через повітропровід системи, очищається з використанням коагуляторів відцентрового мокрого типу та за допомогою вентилятора виводиться в атмосферу.

На ділянці подрібнення ДСФ для видалення неорганічного пилу з робочої зони дробарки КМДТ-2200 встановлено відцентровий вентилятор ВЦП-16, який функціонує в парі з коагуляторами КЦМП-4.0. Відбір запиленого повітря здійснюється: над стрічковим конвеєром, що подає матеріал у дробарку, всередині її робочого простору, а також на виході

подрібненого продукту із дробарки. Такий підхід забезпечує високий рівень очищення забрудненого повітря.

Для захисту приводу дробарки від обривів пружних елементів передбачено систему блокування. У разі обриву одного чи декількох пружних елементів вони зачіпають натягнутий сигнальний дріт блокування, який розривається і вимикає живлення дробарки. Таким чином, загальна система блокування обладнання підприємства відключає електроживлення дробарки, запобігаючи потраплянню гірничої маси у зупинену машину.

3.2.1 Засоби індивідуального захисту

Для індивідуального захисту від впливу виробничого шуму використовуються протишумні беруші та навушники відповідно до стандарту ГОСТ 12.4.209-99.

З метою профілактики шкідливого впливу локальної та загальної вібрації працівники повинні застосовувати засоби індивідуального захисту: рукавиці згідно з ГОСТ 12.4.002-74 та спеціальне взуття відповідно до ГОСТ 12.4.024-76.

Для захисту органів дихання від неорганічного пилу рекомендується використання респіратора «Лепесток» згідно зі стандартом ГОСТ 12.4.028-76.

Під час продування стислим повітрям розвантажувальних лотків і воронки необхідно використовувати захисні окуляри відповідно до ГОСТ 12.4.013-97, які забезпечують захист очей з фронтальної сторони та з боків від частинок твердих матеріалів [17].

Для захисту від низьких температур передбачене застосування спеціального одягу, перелік якого наведено в таблиці 3.1. Також для забезпечення безпечних умов праці використовуються методи вологого прибирання та зрошення виробничих приміщень.

Таблиця 3.1

Перелік відповідності професій до застосування спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту у відповідності до умов на шахті ім. Фрунзе

Найменування професій робочих	№ нормативу, стор.	Код професії	По типовим галузевим нормам	Термін використання міс.
Електрослюсар черговий і по ремонту устаткування	№10 п.105 стр.29	17567	Костюм х/б Валянки Черевики Куртка утеплена Брюки утеплені Онучи Каска	12 48 12 36 36 12 24
Електрогазозварник	№ 10 п. 7 стр.4	41620	Костюм б/з Черевики Куртка утеплена Брюки утеплені Онучи Білизна натільна Каска	12 12 36 36 6 12 24

Джерело: розроблено автором

3.2.2 Санітарно-побутові приміщення і пристрої

Умови забезпечення працівників санітарно-побутовими приміщеннями та пристроями організуються згідно з вимогами СНиП 2.09.04–87 "Адміністративні і побутові будівлі". Такі приміщення проектуються або в окремо розташованих будівлях, що є найбільш раціональним варіантом, або прибудовуються до виробничих корпусів.

Розташування санітарно-побутових зон на підприємствах залежить від масштабу та характеру діяльності. Як правило, вони мають бути максимально зручними і розміщатися поблизу найкороткого маршруту від входу до робочого місця. Розрахунок площі таких приміщень та їх функціональність проводиться з урахуванням пропускної здатності, визначеної загальною чисельністю працівників і особливостями їхньої роботи. Для забезпечення комфорту площа санітарно-побутових приміщень повинна відповідати нормі в $0,5 \text{ м}^2$ на одну особу [17].

Душові кабінки облаштовуються відповідно до санітарної специфіки виробничого процесу. При цьому для найбільшої зміни передбачається встановлення однієї душової та трьох місць у переддушовій зоні на кожні п'ять-десять осіб.

Душові й переддушові приміщення не рекомендується розташовувати біля зовнішніх стін, щоб уникнути виникнення конденсату. Стіни й перегородки душових, переддушових приміщень, а також приміщень для сушіння, дезінфекції та видалення пилу з робочого одягу повинні покриватися вологостійкими матеріалами на всю висоту приміщення (для висоти 4,2 м покриття має сягати 3 м). Стелі пофарбовують вологостійкими фарбами, а підлоги виконують із вологостійких матеріалів, забезпечуючи довговічність і зручність у використанні.

У виробничих приміщеннях забезпечується зручне розташування убиралень – не далі ніж 75 метрів від робочих місць, а на території підприємства – не більше 150 метрів. Убиральні повинні бути обладнані умивальниками, підлоговими чашами та унітазами.

Організація харчування персоналу залежить від чисельності працівників на зміну. Якщо на зміні працює до 30 осіб, передбачається кімната для прийому їжі, площа якої розраховується із співвідношення 1 м^2 на кожного відвідувача. На нашому виробництві санітарно-побутові приміщення не передбачено в корпусі подрібнення, вони розташовуються на виробничому майданчику в адміністративно-побутовому комбінаті.

У корпусі подрібнення облаштовано лише кімнату для прийому їжі. Убиральні знаходяться в адміністративно-побутовому комбінаті, при цьому їх відстань до корпусу подрібнення становить 70 метрів.

Для обслуговування конусної дробарки передбачено ремонтний персонал із шести працівників, що визначає потребу в санітарно-побутових площах.

Згідно з розрахунками, площа в адміністративно-побутовому комбінаті для санітарних приміщень становить 2,5 м² при нормі 0,5 м² на працівника. Площа кімнати для прийому їжі складає 5 м² з розрахунку 1 м² на людину. Душова кімната передбачає одне місце і одну кабінку для одного працівника.

3.3 Пожежна профілактика

Пожежна профілактика включає навчання правилам пожежної безпеки та комплекс заходів, спрямованих на запобігання виникненню пожеж. Протипожежний захист передбачає дії, спрямовані на зменшення шкоди у разі пожежі. Розмежувати ці два аспекти пожежної безпеки буває складно, наприклад, у випадках заходів, спрямованих на обмеження поширення вогню під час загоряння.

Оскільки більшість часу люди проводять у приміщеннях, головну увагу приділяють забезпеченню пожежної безпеки будівель. Особливий підхід до профілактичних та захисних протипожежних заходів потребують шахти.

Основними складовими пожежі є одночасна присутність трьох елементів: горючого матеріалу, тепла і кисню. Взаємодія цих трьох факторів утворює неконтрольовану ланцюгову реакцію горіння. Оскільки існування пожежі залежить від цих трьох компонентів, усунення хоча б одного з них дозволяє запобігти загорянню або загасити вогонь [17].

Клас пожежі залежить від типу горючого матеріалу, що визначає методи і засоби її ліквідації. Відповідно до нормативних документів, категорія пожежонебезпеки корпусу подрібнення визначена як 2, а клас

пожежної небезпеки – В. Основними причинами виникнення пожеж у цьому виробничому процесі є виконання зварювальних робіт, займання паливно-мастильних матеріалів, коротке замикання або загоряння електропроводки, а також спалах конвеєрних стрічок через порушення технологічних процесів.

Пожежна профілактика передбачає три основні комплекси заходів, які взаємопов'язані:

- 1) навчання, що включає поширення знань про правила пожежної безпеки;
- 2) пожежний нагляд, який охоплює розробку державних норм пожежної безпеки, будівельних стандартів та контроль за їхнім дотриманням;
- 3) технічне оснащення і розробка протипожежного обладнання.

Найбільш складним із цих напрямків є пожежний нагляд. Його завдання охоплюють створення нормативів пожежної профілактики, будівельних норм і правил, а також стандартів на виробництво, встановлення протипожежного обладнання та забезпечення загальної пожежної безпеки продукції масового споживання.

Заходи з протипожежного захисту включають наступне:

1. Контроль матеріалів, продукції та обладнання з метою забезпечення пожежної безпеки.
2. Використання засобів активного захисту, таких як системи пожежної сигналізації, автоматичного пожегасіння та переносні вогнегасники, для обмеження розповсюдження полум'я.
3. Впровадження пасивних систем, що знижують поширення вогню, диму, тепла і газів шляхом секціонування приміщень.
4. Організація евакуації людей із зони займання до безпечного місця.
5. Дотримання технологічних процесів відповідно до інструкцій, затверджених у встановленому порядку, включаючи інструкції з обслуговування обладнання, його експлуатації та правил охорони праці.
6. Забезпечення пожежобезпечності технологічного обладнання у звичайних робочих умовах. На випадок несправностей або аварій

передбачаються відповідні захисні заходи, а саме обладнання має відповідати проєктній документації та вимогам щодо його монтажу й експлуатації.

7. У разі появи розливів масла їх необхідно одразу ліквідувати, а масло прибрати за допомогою тирси або ганчір'я і видалити з приміщення.

8. Під час виконання зварювальних робіт обов'язково мати при собі первинні засоби пожежогасіння, ємність для збору огарків електродів, пожежний рукав, підключений до протипожежного водопроводу, а також ємність із водою об'ємом не менше 2 м³.

Будівлі дільниці ДСФ обладнані централізованою протипожежною водопровідною системою, до якої підключені пожежні крани для приєднання пожежних рукавів у разі виникнення загоряння. На рівні +39 корпусу сортування додатково облаштовано резервуар води об'ємом 10 м³ із системою розводки на відповідних рівнях будівлі. У зимовий період резервуар обігрівається за допомогою електричних нагрівачів (тенів).

У маслопідвалах корпусів подрібнення та дроблення встановлена автоматична система пожежогасіння з автономним живленням АСП-32. Вона призначена для автоматичного виявлення пожежі, повідомлення про її виникнення за допомогою світлової та звукової сигналізації, а також автоматичного запуску модульних установок МУП-50 для локалізації займання на початкових етапах. Оборудування МУП-50 включає модуль порошкового гасіння, приймально-контрольний прилад (ППК), теплові сповіщувачі, ручний пожежний сповіщувач, лінії пожежної сигналізації, а також пристрої світлової та звукової індикації.

Порошковий модуль МУП-50 складається з резервуара об'ємом 50 літрів, призначеного для зберігання порошкової речовини, яка використовується під час гасіння пожеж. До резервуара зовні прикріплений балон ємністю 5 дм³, заповнений рідким діоксидом вуглецю. У верхній частині балона встановлено пусковий механізм, який з'єднується дротом із приладом ППК. З нижньої частини резервуара виведена випускна труба, вихідний отвір якої закритий мембранним вузлом для забезпечення

герметичності. До цього вузла підключений трубопровід із чотирма розпилувачами, через які газопорошкова суміш спрямовується до осередку пожежі.

Первинні засоби пожежогасіння використовуються для ліквідації загорянь на їх ранніх стадіях. До таких засобів належать спеціальні контейнери з водою та піском, лопати, відра, ломи, багри, азбестові полотна, грубошерстні тканини, а також вогнегасники.

Бочки для води повинні мати обсяг не менше 2 м³ та обов'язково комплектуватися відрами. Для піску використовують ящики обсягом 0.5; 1.0 або 3.0 м³, які комплектуються совковими лопатами. Якщо ємності для піску є складовою пожежного стенду, їх мінімальний обсяг має бути не менше 0.1 м³. Конструкція ящика повинна забезпечувати легке вилучення піску для негайного використання.

Азбестові полотна та грубошерстні тканини розміром не менше 1.0x1.0 м використовуються для гасіння невеликих осередків пожежі, особливо у випадках, коли горіння речовин неможливе без доступу повітря. У зонах, де зберігаються чи використовуються легкозаймисті та горючі рідини, розміри полотен можуть бути збільшені до 2.0x1.5 м або 2.0x2.0 м для забезпечення більшої ефективності.

На відмітках корпусу подрібнення встановлено протипожежні щити, обладнані основними засобами пожежогасіння. До їхнього складу входять два вогнегасники, два багри, два ломи, сокира, кайло, дві лопати та пожежний рукав. Поруч із кожним протипожежним щитом розміщується ящик із піском для додаткових потреб.

Вогнегасник, як один із ключових первинних засобів пожежогасіння, залишається найбільш поширеним, ефективним та зручним у використанні пристроєм. На дільниці ДСФ застосовуються порошкові та вуглекислотні моделі вогнегасників для оперативної протидії пожежам.

ВИСНОВОК

На основі аналізу особливостей експлуатації конусної дробарки КМД-2200Т, агрегатних журналів та врахування думок персоналу з обслуговування й ремонту були виявлені такі недоліки обладнання:

- ненадійна фіксація регулювальної гайки дробарки за допомогою клинів;
- значний час, необхідний для зміни зазору розвантажувальної щілини дробарки;
- велика кількість важкої ручної праці при регулюванні розвантажувальної щілини; - швидкий знос конічних втулок ексцентрика та підп'ятника дробарки. Ці недоліки спричиняють часті зупинки обладнання для дрібних і тривалих ремонтів, значне збільшення холостого пробігу дробарки, що призводить до додаткових витрат на запасні частини та електроенергію, а також підвищує собівартість продукції.

Розроблений проєкт модернізації пристрою для стопорення регулювальної гайки дробарки дає змогу виключити важкі ручні операції під час регулювання розвантажувальної щілини. Це дозволяє зменшити час холостого пробігу дробарки та продовжити міжремонтний період служби втулок і підп'ятника.

Нова конструкція враховує пропозиції щодо організаційних, конструкторських та експлуатаційних рішень. Проєкт передбачає модифікацію вузла регулювання розвантажувальної щілини дробарки, а також упровадження заходів для покращення охорони праці й пожежної безпеки в зоні подрібнення.

Впровадження модернізованого пристрою забезпечує наступні результати:

- оптимізація часу холостого пробігу дробарки при регулюванні розвантажувальної щілини;
- продовження міжремонтного періоду служби втулок і підп'ятника;
- підвищення надійності фіксації регулювальної гайки; - покращення якості готової продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. В.А. Марутов, С.А. Павловський. Гідроциліндри. Конструкції і розрахунок. Машинобудування, 1966. 169 с.
2. Свешников В.К., Усов А.А. Станочні гідроприводи. Довідник. 2-е вид., перероб. і доп. Машинобудування, 1988. 512 с.
3. Апсин В.П., Удовін В.Г. Гідравлічні розрахунки 2004. 43 с.
4. Воскресенський В.О., Д'яков В.І. Розрахунок та проектування опор ковзання. Довідник. Машинобудування. 1980 р. 224 стор.
5. Анур'єв В.І. Довідник конструктора-машинобудівника. Т. 1. - 5-е вид., перероб. і доп. Машинобудування. 1979 р. 728 стор.
6. Розрахунок на міцність деталей машин. Довідник. І.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Йоселевич. 4-е вид. перероб. Машинобудування. 1993 р. 640 с.
7. Навроцький К.Л. Теорія і проектування гідро- і пневмопривода: Машинобудування. 1991. - 384 с., ил.
8. Богомолів А.І., Михайлов К.А. Гідравліка. Вид. 2-е, перероб. і доп. 1972 р. 648 с.
9. Опис винаходу до авторського свідоцтва. № 1215738 А. В 02 С 2/04. Пристрій для регулювання розвантажувальної щілини конусної дробарки.
10. Опис винаходу до авторського свідоцтва. № 1621999 А1 В 02 С 2/04. Конусна дробарка.
11. Опис винаходу до авторського свідоцтва. № 1287937 А1 В 02 С 2/04. Пристрій для регулювання розвантажувальної щілини конусної дробарки.
12. Опис винаходу до авторського свідоцтва. № 1346234 А1 В 02 С 2/04. Пристрій для стопоріння регульовального кільця конусної дробарки.
13. Опис винаходу до авторського свідоцтва. № 1518006 А1 В 02 С 2/04. Пристрій для стопоріння регульовального кільця конусної дробарки.
14. Касаткін Н.Л. Ремонт та монтаж металургійного обладнання: 2-е вид., Металургія, 1970 р. 312 стор.

15. Седуш В.Я. Надійність, ремонт та монтаж металургійних машин. К.: Вища школа, 1976 р. 228 стор.

16. Автоматизовані мастильні системи та пристрої / В.Я. Семенов, П.М. Курганський, В.І. Кузьмін та ін. Машинобудування, 1982 р. 176 стор.

17. Шеремет В.О., Каракаш О.І., Марунчак В.Ф. та ін. Довідковий посібник керівника та спеціаліста гірничо-металургійного підприємства з охорони праці: Навчальний посібник. Дніпропетровськ: ПП "Ліра ЛТД", 2005 р. 850 с.

ДОДАТКИ

ЗГОДА

здобувача(чки) вищої освіти

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

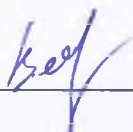
Я, *Кириченко Володимир Геннадійович*, підтримую політику Державного університету економіки і технологій з академічної доброчесності і відкритого доступу.

Засвідчую, що кваліфікаційна магістерська робота *«Механічне обладнання дробильно-сортувальної фабрики ПРАТ "Суша балка". Модернізація механізму обертання і фіксації регулюючого кільця конусної дробарки КМД-2200Т»* виконана самостійно та не містить академічного плагіату. Я не надавав(ла) і не одержував(ла) 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(а). Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення норм академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

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

15.01.2026



В.Г. Кириченко

(ініціали, прізвище, власноруч)