

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКЛАВРА

Говалешко Леонід Федорович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему

Модернізація молоткової дробарки М-8-6 Агломераційного цеху №1 Агломераційного департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

(повна назва теми)

за матеріалами

Агломераційного цеху №1 Агломераційного департаменту ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг»

(повна назва бази дослідження)

науковий керівник к.т.н., асистент

(наук. ступінь, вчене звання)



(підпис)

Зайцев Г. Л.

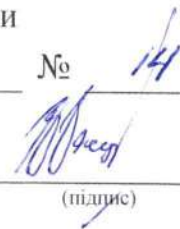
(прізвище, ініціали)

Робота допущена до захисту в ЕК

Протокол засідання кафедри

від 14 червня 2025 р № 14

Завідувач кафедри



(підпис)

д.т.н., професор

(наук. ступінь, вчене звання)

В. Й. Засельський

(ініціали, прізвище)

Кривий Ріг – 2025


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

Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІГМ


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

« 14 » квітня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА ЗДОБУВАЧА(КИ)

Говалешко Леонід Федорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра

Модернізація молоткової дробарки М-8-6 Агломераційного цеху №1 Агломераційного департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Зайцев Г. Л., к.т.н., асистент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «04» квітня 2025 р. № 243-ст

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи до кафедри 07.06.2025

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра

Умови виробництва Агломераційного цеху №1 Агломераційного департаменту ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг». Конструкція та технічна характеристика молоткової дробарки М-8-6, інформація про недоліки конструкції.

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

4.1 Аналітична частина;


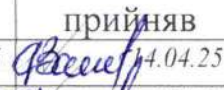

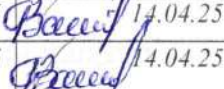

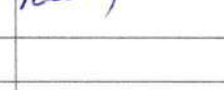
4.2 Основна частина;

4.3 Організація безпечного виробництва

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

1 аркуш формату А1 складальний кресленик: Молоткова дробарка М-8-6

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина	Зайцев Г. Л., асистент	 14.04.25	 14.04.25
Основна частина	Зайцев Г. Л., асистент	 14.04.25	 14.04.25
Організація безпечного виробництва	Зайцев Г. Л., асистент	 14.04.25	 14.04.25

7. Дата видачі завдання 14 квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
	Аналітична частина	28.04.2025	вик.
	Основна частина	16.05.2025	вик.
	Організація безпечного виробництва	21.05.2025	вик.
	Оформлення пояснювальної записки	26.05.2025	вик.
	Виконання графічної частини	04.06.2025	вик.
	Подання роботи до кафедри	07.06.2025	вик.
	Захист роботи в ЕК	17-18.06.2025	вик.

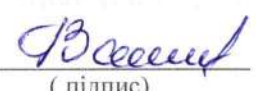
Здобувач (ка)


(підпис)

Говалешко Л. Ф.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

Зайцев Г. Л.

(прізвище та ініціали)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. арк.	№ екз.	Примітка
1						
2			Документація загальна			
3						
4			Заново розроблена			
5						
6	A1	КРБ.133.25.03.00.00.000.СБ	Складальний кресленник	1	-	
7	A4	КРБ.133.25.03.ПЗ	Пояснювальна записка	36	-	
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

					133.25.03.КРБ		
Зм.	Арк.	№ документа	Підп.	Дата	Літ	Аркуш	Аркушів
Розробив	Гавалешко			07.06.25			
Перевірив	Зайцев			12.06.25	ННТІ ДУЕТ кафедра ІГМ гр. ЗМО-21		
Н.контр.	Зайцев			13.06.25			
Затвердив	Засельський			14.06.25			

Молоткова дробарка М-8-6
Відомість кваліфікаційної
роботи бакалавра

Копіював

Формат А4

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до випускної роботи бакалавра: 37 стор., 5 рис., 1 додаток, 15 джерел.

Об'єкт розробки: молоткова дробарка.

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

Метод досліджень – аналітичний – аналіз виявлених технічних рішень з метою можливості їх застосування для удосконалення конструкції молоткової дробарки.

Запропонована конструкція ротору молоткової дробарки. Визначена необхідна потужність двигуна для роботи дробарки.

Запропонована модернізація машини дозволить поліпшити експлуатаційні характеристики машини, зменшити вагу приводу, збільшити міжремонтний період.

Результати роботи можуть бути використані при модернізації молоткової дробарки.

Ключові слова: молоткова дробарка, ротор, молотки.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Призначення і область застосування молоткової дробарки.....	8
1.2 Технічна характеристика молоткової дробарки.....	9
1.3 Опис конструкції машини-прототипу.....	9
1.4 Аналіз недоліків.....	12
1.5 Передбачувані причини недоліків.....	12
1.6 Постановка задачі.....	12
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	14
2.1 Літературно-патентний огляд.....	14
2.2 Пропозиції по модернізації.....	19
2.3 Переваги пропонованої конструкції.....	23
2.4 Розрахунки по модернізації.....	23
3 ОГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	27
3.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників агломераційного цеху	27
3.2 Заходи по зниженню і усуненню шкідливих і небезпечних чинників в агломераційному цеху	30
ВИСНОВКИ	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	35
ДОДАТКИ	37

ВСТУП

Дроблення і подрібнення різноманітних матеріалів та корисних копалин поглинають майже двадцять відсотків виробляємої електроенергії в країні. Енергетичні витрати на дроблення безперервно збільшуються у зв'язку із розширенням родовищ „бідних” руд та необхідністю переробки відходів, а також з розвитком процесів порошкових та інших маловідходних технологій.[1]

Частина капітальних, експлуатаційних та енергетичних витрат на дроблення та подрібнення матеріалів в більшості використовуємих цих процесів виробництва складає близько п'ятдесяти відсотків їх економічного балансу. В цьому випадку задача зниження собівартості процесів дроблення та подрібнення стає все більш актуальним.

Більшість підприємств використовують для дроблення щоківі ексцентрикові та конусні дробарки, а для подрібнення – шарові та стержневі млини. Дробарки являються менш металомісткі, ніж млини, вони більш дешеві та простіші в експлуатації.

Тенденція заміни млинів дробарками знаходить все більш широке розповсюдження.

Важливим напрямом у досягненні нового рівня якості матеріалів є модернізація існуючих та створення нових дробарок. Такі дробарки повинні не лише відповідати технологічним вимогам підприємства, а й легко інтегруватися у виробничу лінію, без значних фінансових та трудових витрат. Також перспективним напрямком являється зменшення енергетичних витрат на дроблення. Одним з перспективних розроблюваних дробарок являється молоткова дробарка.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення і область застосування молоткової дробарки

Молоткові дробарки [2] призначені для крупного, середнього та дрібного дроблення матеріалів низької і середньої твердості, але частіше їх застосовують для середнього і дрібного дроблення. Молоткові дробарки служать для дроблення крихких та малоабразивних матеріалів, таких як вапняк, вугілля, деякі руди. Вони здатні приймати шматки до 2 метрів, але їх міцність по шкалі М.М. Протодьяконова повинна бути від 10 до 20 (міцність вапняку, вугілля або середній граніт). Ступінь подрібнення цих машин при незношених ударних елементах досягається 12, а потім падає до 8 при значно більш прискореному зносі подрібнюючих тіл. В залежності від властивостей матеріалу, що дробиться, і необхідною крупністю дробленого продукту застосовують молотки різної форми і маси (від 1 до 135 кілограм). Молотки виготовляють із зносостійких сталей. Молотки колосникового типу застосовують при дробленні малоабразивних та м'яких порід. Деякі молотки мають два отвори, щоб можна було при зносі обох кінців молотка з одного боку перевернути його другим боком. Молотки з потовщенням на робочому кінці застосовують при дробленні міцних матеріалів середньої абразивності. Скобоподібні молотки використовують при тих же умовах, що й молотки колосникового типу. Посилена скобоподібна конструкція застосовується при дробленні міцних матеріалів. Молотки скобоподібної форми працюють більш ефективно ніж колосникові, але експлуатація дробарок у цьому випадку є складнішою, тому що при їхньому нерівномірному зносі порушується зрівноваженість дробарки. Шарнірне кріплення молотків дозволяє уникати поломок при потраплянні у робочий простір дробарки предметів, що не дробляться, тому що у цьому випадку молотки відхиляються на деякий кут.

Молоткові дробарки можуть бути реверсивні та неревверсивні. Реверсивні молоткові дробарки призначені для подрібнення вапняку, який використовується при агломерації руд для доменного виробництва.

Особливість експлуатації молоткових дробарок в тому, що вони не можуть працювати на вологих матеріалах. При цьому можливе „замазування” колосникової решітки. Тому вологість матеріалу не повинна перевищувати 5 – 7 %. [3]

1.2 Технічна характеристика молоткової дробарки

Тип	М-8-6
Діаметр ротора, мм	800
Довжина ротора, мм	600
Розмір найбільшого шматка який завантажується, мм	125
Габаритні розміри, мм	
Довжина	1350
Ширина	1400
Висота	1250
Маса дробарки, т	3
Продуктивність дробарки, т/год	25

1.3 Опис конструкції машини-прототипу

Молоткова дробарка [4] (див. рис. 1.1.) складається з корпусу, футерованого змінними сталевими плитами броні 3. Корпус виготовляють зі сталевих відливок або зварним. Він складається з верхньої 1 та нижньої 2 частини, які з'єднані болтовим кріпленням для зручності заміни ротора. Нижня частина служить основою для кріплення на неї колосникових

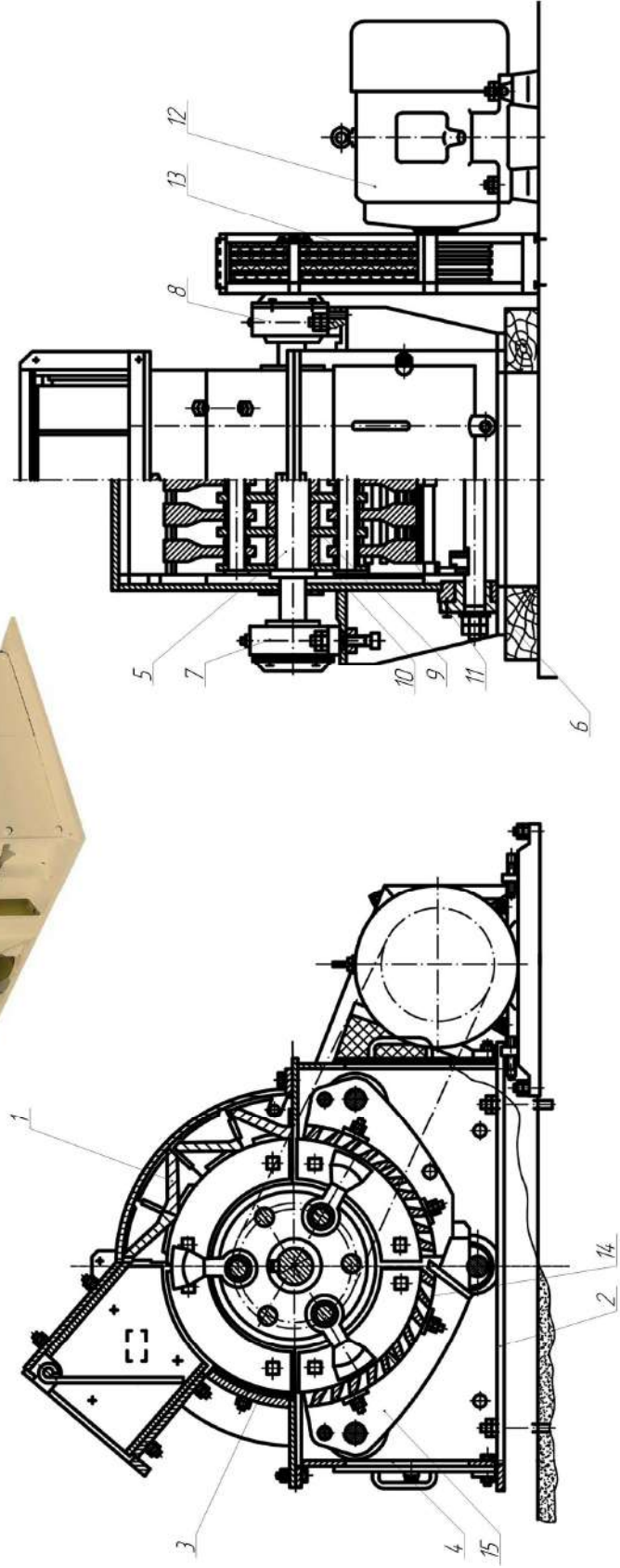
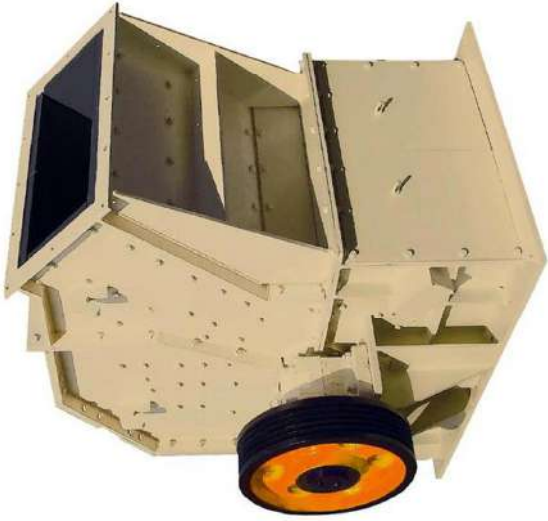


Рис. 1.1. Конструктивна схема молоткової дробарки

Розроблено із використанням [4]

решіток. Для зниження рівня шуму при роботі дробарки під футеровкою та відбійними плитами прокладені гумові прокладки. В корпусі є люки 4, через які виконується заміна молотків та секцій колосникових решіток.

Ротор – це горизонтальний вал з жорстко закріпленими дисками, до яких кріплять молотки. Ротор молоткової дробарки складається з трьох частин: вала 5, який встановлений в двох виносних опорах 6 в підшипниках ковзання 7 або кочення 8, набору дисків 9, які розділені шайбами 10, і комплекту молотків 11, які шарнірно закріплені на дисках. Для забезпечення високої стійкості плити броні, молотки, колосники виготовляють з марганцевої сталі. Робочі кромки молотків та крайні диски піддаються зміцненню за допомогою наплавлення на них зносостійких матеріалів.

Обертання ротора відбувається від електродвигуна 12, який з'єднаний з валом завдяки пасовій передачі 13.

Для отримання подрібненого продукту заданої фракції дробарки мають з'ємні колосникові решітки 14, що представляють собою набір брусків колосників прямокутної форми, що встановленні з зазором між собою, які мають пристрій для можливості регулювання зазору між окружністю, що описуються молотками та решіткою.

Робота дробарки здійснюється наступним чином. Матеріал через завантажувальний отвір подається в корпус, де потрапляє під удар молотків, при цьому матеріал частково подрібнюється і відкидається на бронеплити, відскакує від них і знову потрапляє під удар молотків. Це відбувається багаторазово і досягнувши при подрібненні певних розмірів матеріал проходить через колосникові решітки. Після цього вихідний матеріал вивантажується. Розвантаження подрібненого продукту з робочої зони дробарки відбувається частково через щілини у колосникових решітках, а в основному через отвір за решітками. [5]

1.4 Аналіз недоліків

Нарівні з безперечними перевагами типової молоткової дробарки вона має ряд недоліків, які пов'язані з експлуатаційними характеристиками дробарки:

- неможливість використання дробарки для подрібнення вологих матеріалів;
- швидкий знос молотків, що призводить до зниження ступеня подрібнення матеріалу, і, виходячи з цього до зниження продуктивності.

1.5 Передбачувані причини недоліків

В результаті аналізу записів агрегатного журналу зроблений висновок, що у молоткової дробарки існує ряд недоліків, що приводять до низької продуктивності із-за частих відмов та простоїв на ремонтні роботи. А саме:

- висока металоємність дробарки;
- низька довговічність подрібнюючих елементів;
- низька продуктивність при порушенні цілісності подрібнюючих елементів.

1.6 Постановка задачі

Метою роботи є підвищення надійності молоткової дробарки, яка призводить до збільшення міжремонтного періоду шляхом заміни обертаючогося ротора з молотками, що дасть змогу більш надійно працювати з різноманітними матеріалами. Молотки дробарки будуть здійснювати обертальний рух навколо своєї осі, що призведе до підвищення довговічності всієї конструкції в цілому та збільшить надійність роботи механізму. Форму та габарити молоткової дробарки залишаємо незмінними, так як дана

конструкція вже використовується на ПАТ „Арселор Міттал Кривий Ріг”.
Заміні підлягає тільки ротор дробарки

РОЗДІЛ 2

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Літературно - патентний огляд

Молоткова дробарка по авторському свідоцтву № UA 54070 (див. рис. 2.1.) [6] складається з корпусу 1 із завантажувальною горловиною, робочої камери 2, ротора 3, молотків 4, колосникової решітки 5, котка 6 і вісі 7.

Робочим органом дробарки є ротор 3 з молотками 4. Шматки матеріалу потрапляючи в робочу камеру 2 заздалегідь розбиваються котками, що є у верхній ударній частині у молотків 4. Котки шарнірно сполучені за допомогою вісі 7 з тілом молотків 4.

Остаточний продукт подрібнення формується на колосниковій решітці 5. Завдяки шарнірно з'єднаній верхній ударній частині молотка 4 коток 6 під час взаємодії з матеріалом в робочій камері 2 і колосниковій решітці 5 здійснює обертальні рухи, забезпечуючи тим самим рівномірний знос поверхні верхньої робочої частини молотка 4, забезпечуючи тим самим збільшення терміну служби його і колосникової решітки 5.

Молоткова дробарка працює таким чином. Ротору 3 з молотками 4 задається обертальний рух. Матеріал, який підлягає подрібненню, через завантажувальну горловину корпусу 1 подається в робочу камеру 2, в якій молотками 4 роздроблюється і прямує на колосникову решітку 5 для остаточного формування продукту подрібнення. Під дією сили тяжіння подрібнений матеріал переміщується крізь колосникову решітку у вивантажник 8.

Молоткова дробарка по авторському свідоцтву № SU 1622001 (див. рис. 2.2) [7] містить корпус 1 з завантажувальною 2 і розвантажувальною 3 горловинами, ротор 4 з шарнірно прикріпленими молотками 5, решето 6, обичайку 7 з направляючими елементами 8, виконаними у вигляді гребінки,

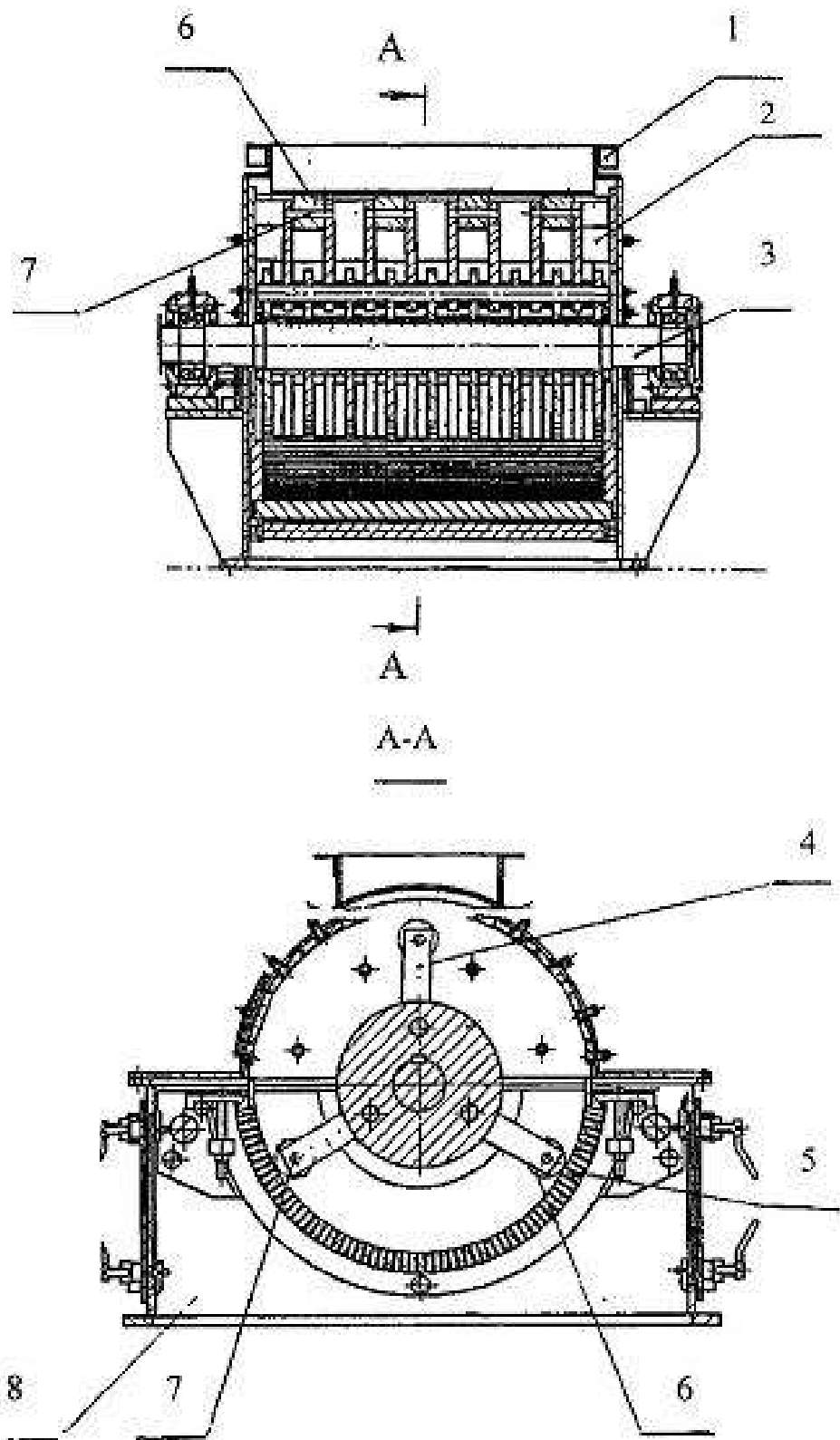


Рис. 2.1. Молоткова дробарка по авторському свідоцтву № UA 54070

**1- корпус; 2- робоча камера; 3- ротор; 4- молотки;
5- колосникова решітка; 6- котки; 7- вісь; 8- вивантажник.**

Розроблено із використанням [6]

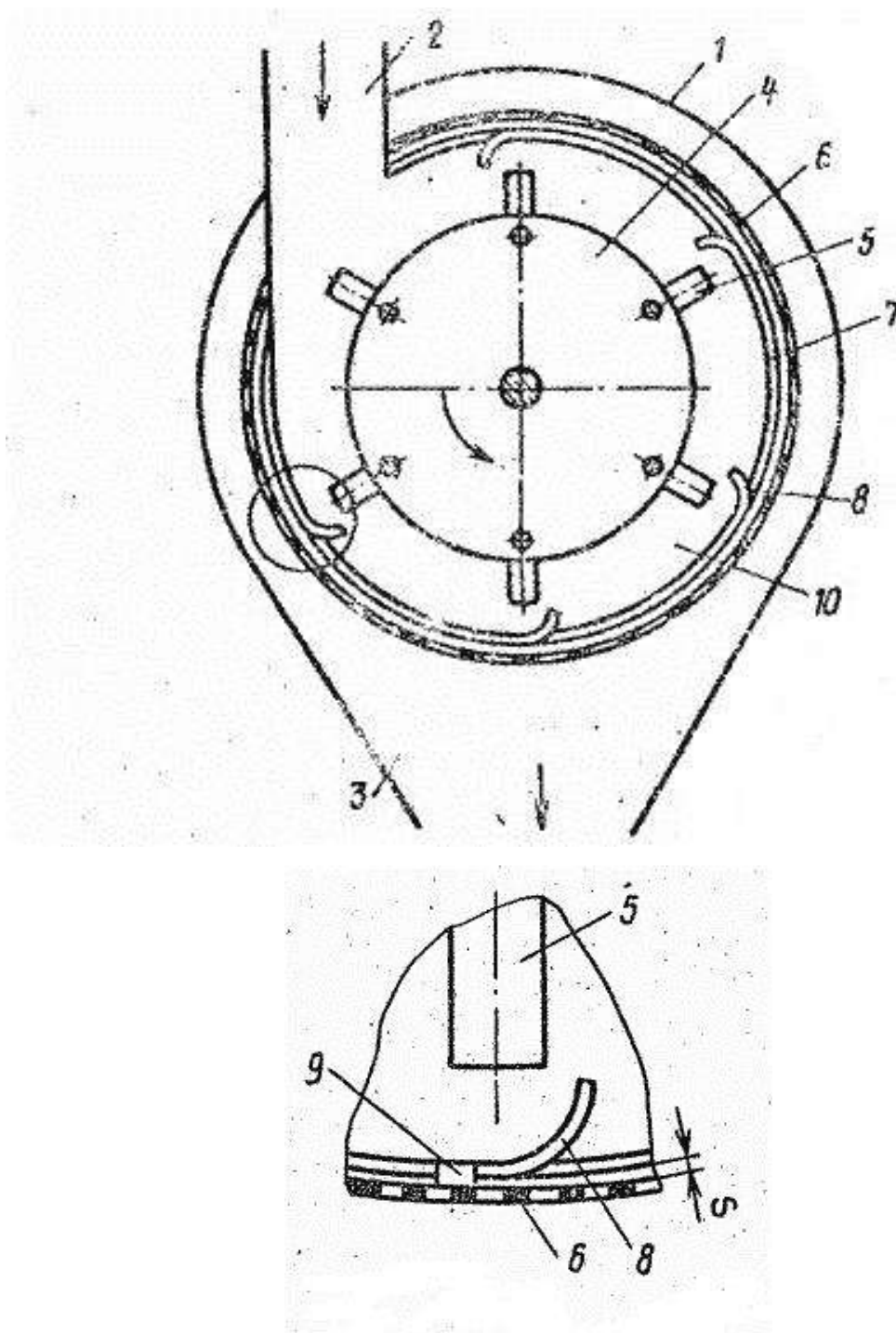


Рис. 2.2. Молоткова дробарка по авторському свідоцтву № SU 1622001

1- корпус; 2- завантажувальна горловина; 3- вивантажувальна горловина; 4- ротор; 5- молотки; 6- решето; 7-обичайка; 8- направляючі елементи; 9- перемичка; 10- робоча камера.

Розроблено із використанням [7]

перемичку 9, робочу камеру 10. Відстань між зубами гребінки 8, обичайкою 7 і решетом 6 повинно бути менше діаметра отворів сита.

Дробарка працює таким чином. Матеріал через завантажувальну горловину 2 надходить у робочу камеру 10, де під впливом ударів молотків 5 втягується в круговий рух і утворює так званий повітряно-продуктовий шар, в якому знаходяться не подрібнені частинки і подрібнені, що надійшли раніше, але ще не встигли вийти через отвори решета 6 в підрешітний простір. Вся ця маса подрібнених частинок, спрямована рухомими молотками, ковзає по решету 6, набігає на перемичку 9 обичайки 7, при цьому великі частки розколюються на її передній грані. Частина зруйнованих часток надходить під перемичку 9, а оскільки їх розмір менше діаметра отворів решета, то вони потрапляють в отвір решета і виходять за решітний простір, інші частки потрапляють на направляючі елементи 8 і рухаються по них в напрямку обертання ротора, при цьому дрібні частинки прослизують в зазор між зубами гребінки, а великі потрапляють під молотки. Використання даної конструкції дозволить підвищити ефективність руйнування і надійність роботи, а також поліпшити якість готового продукту за рахунок зниження пилоподібних часток в ньому.

Молоткова дробарка по авторському свідоцтву № SU 177267 (див. рис. 2.3.) [8] включає корпус 1, ротор 2, на якому закріплені молотки 3, колосникову решітку 4 і механізм регулювання 5. Корпус дробарки являє собою зварну конструкцію коробчастої форми. В середині корпусу встановлено змінні футеровочні та відбійні плити 6. Корпус дробарки забезпечений кишенею 7 для уловлювання недроблених предметів, що випадково потрапляють в робочу зону. Ротор дробарки зібраний з окремих дисків, закріплених на валу 8 шпонкою. Між дисками на осях в шаховому порядку розташовані молотки 3. Колосникова решітка складається з секцій. Одна з них підвішена в корпусі на осі 9. Секції з'єднані між собою шарніром 10. Це дозволяє регулювати зазор між колосниковою решіткою і ротором так, що він може бути різної величини і форми. Зазор може бути: клиноподібної

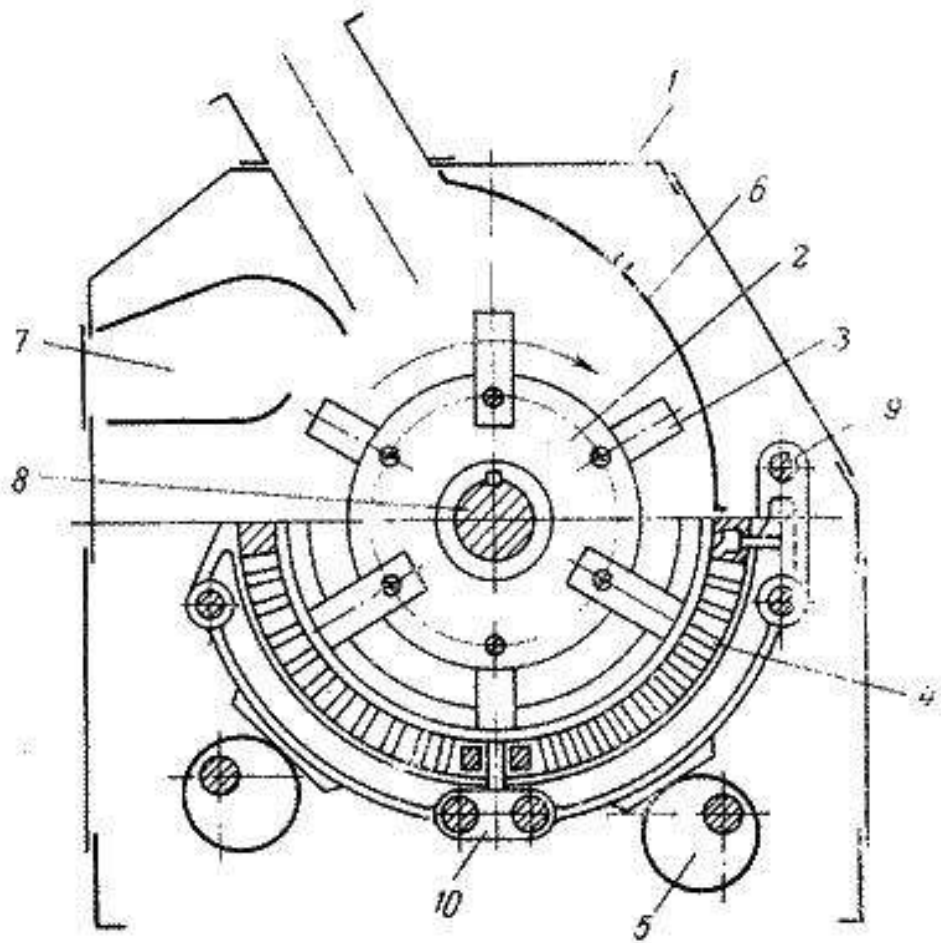


Рис. 2.3. Молоткова дробарка по авторському свідоцтву № SU 177267
1 - корпус; 2 - ротор; 3 - молотки; 4 - колосникова решітка; 5 - механізм регулювання; 6 - відбійні плити; 7 - кишенья; 8 - вал; 9 - вісь; 10 - шарнір.

Розроблено із використанням [8]

форми, що розширюється на кінці колосникової решітки; розширюється на першій секції по напрямку обертання ротора і рівномірний на другій; рівномірний по всій довжині колосникової решітки; клиноподібний, звужується на кінці колосникової решітки на першій секції і рівномірний на другій; клиноподібний, звужується до кінця колосникової решітки по всій її довжині. Механізм регулювання положення решітки призначений для налаштування дробарки шляхом зміни зазору між колосниками і зовнішнім контуром обертання молотків, а також для підтримання постійності зазору

при зносі колосників. Дробарка приводиться в дію від електродвигуна, який з'єднаний з валом ротора за допомогою клинопасової передачі або муфтою.

При обертанні ротора матеріал, безперервно подається через завантажувальну воронку, ударом молотків розбивається і відкидається на відбійні плити, де додатково подрібнюється. Остаточне дроблення матеріалу відбувається на колосникових решітці. З робочої зони подрібнений матеріал проходить через отвір в нижній частині дробарки.

Висновки по літературно-патентному огляду

В авторських свідоцтвах розглянуті пропозиції спрямовані на покращення конструкції молоткової дробарки, і збільшення показників продуктивності і ефективності роботи. Найбільш прийнятним є технічне рішення по авторському свідоцтву № 177267, але дана конструкція незважаючи на суттєве підвищення показника ефективності має суттєві недоліки:

- неможливість використання дробарки для подрібнення вологих матеріалів;
- швидкий знос молотків і колосникової решітки;
- висока вартість модернізації конструкцій дробарок вже встановлених на ПАТ „Арселор Міттал Кривий Ріг” на конструкцію запропоновану в авторському свідоцтві.

2.2 Пропозиції щодо модернізації

В процесі роботи над кресленнями, документацією і літературою ми пропонуємо модернізувати конструкцію молоткової дробарки наступним чином: змінити тільки конструкцію ротора для більш дешевої модернізації вже встановлених дробарок, збільшення продуктивності і ефективності роботи дробарки, зменшення зносу молотків і колосникової решітки, а також можливість використання дробарки для подрібнення вологих матеріалів;

На рис. 2.4. показана запропонована конструкція.

Молоткова дробарка [9] має циліндричний корпус 1, що встановлений під кутом до горизонту, завантажувальний 2 та розвантажувальний патрубків, що зміщені один відносно іншого. В корпусі розташований ротор 4, на зовнішній поверхні якого закріплені тримачі 5 вісей з встановленими на них молотками 6.

Молотки 6 виконані у вигляді кільцевидної форми та встановлені з зазорами на вісях. Тримачі 5 вісей виконані у вигляді планок, які шарнірно закріплені до ротора 4.

Молоткова дробарка має також пиловсмоктуючим патрубком 7 та приводом ротора (на рисунку не показаний).

В якості подрібнюючих органів дробарки використовуються кільцеподібні молотки 6, маса яких підібрана в залежності від їх розташування вздовж корпуса таким чином, щоб енергія одиничних ударів молотків розташованих ближче до розвантажувального патрубка 3, зменшувалась в залежності з зменшенням розмірів шматків подрібнюючого матеріалу. При цьому в залежності від подрібнення матеріалу маса молотків кожного наступного ряду виконана на 10...25% менше маси молотків попереднього ряду.

Подрібнення багатоконпонентного матеріалу здійснюється наступним чином.

Матеріал потрапляючий на подрібнення через завантажувальний патрубок 2 частинки потрапляють на тверду основу внутрішньої поверхні корпуса на якому подрібнюється під дією серії періодичних ударів, що наносяться обертаючимися кільцеподібними молотками 6, на дрібну фракцію та завдяки додаткового впливу гравітаційних сил переміщуються по похилій внутрішній поверхні молоткової дробарки. При цьому більш великі шматки матеріалу висипаються через розвантажувальний патрубок 3, а створююча в процесі подрібнення пилоподібна частина, що складається в основному з

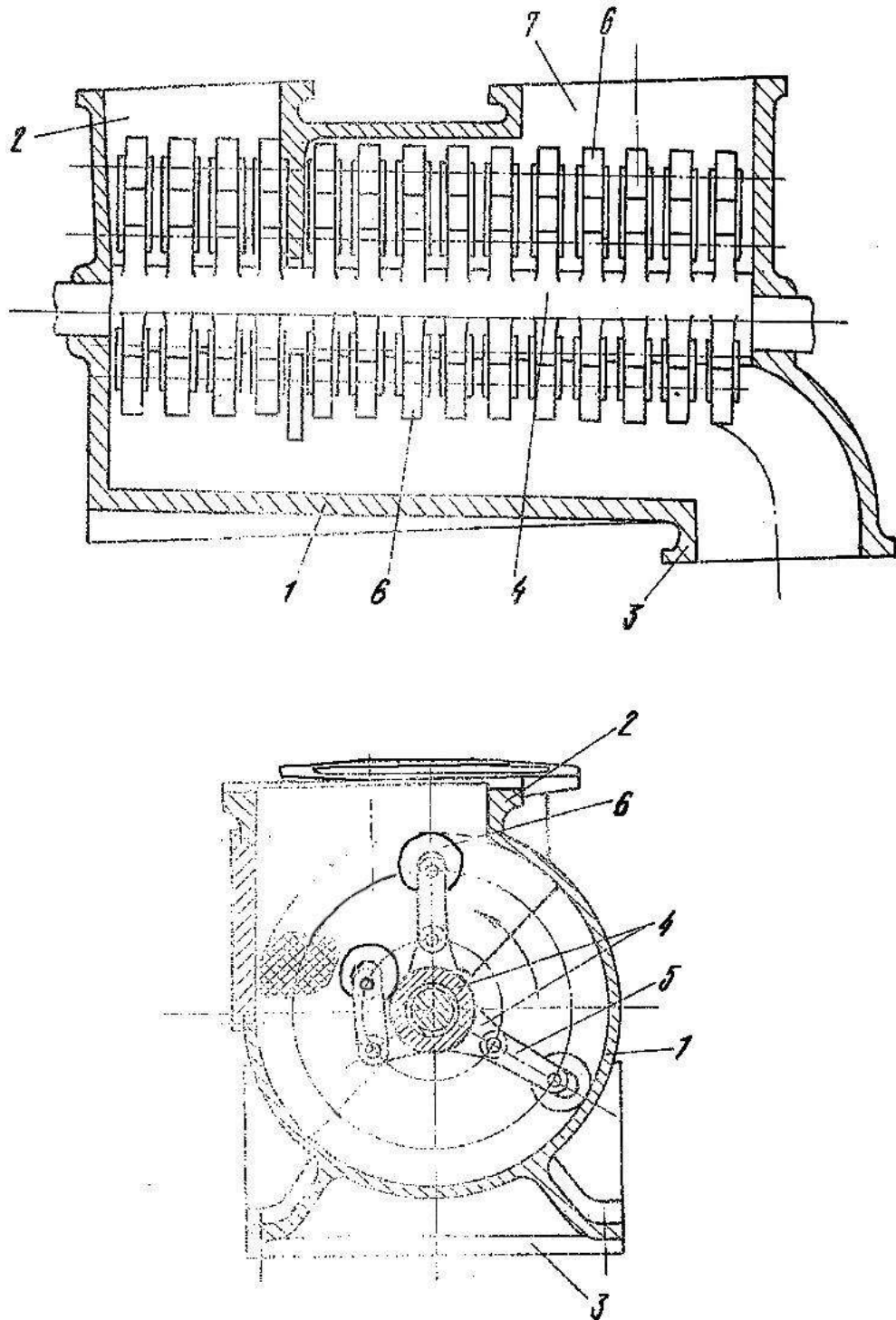


Рис. 2.4. Модернізація ротору молоткової дробарки

1- корпус; 2- патрубок завантажувальний;

3- патрубок розвантажувальний; 4- ротор;

5- тримач вісей; 6- молоток; 7- патрубок пиловідсмоктуєчий

Розроблено із використанням [9]

легкоподрібнюючих неметалевих компонентів, відсмоктується через пиловідсмоктуючий патрубок 7. Своєчасний відсос пилу оголяє великі шматки подрібнюючого матеріалу, в результаті чого умови їх подальшого подрібнення покращуються.

Виконання корпусу 1 похилим в сторону патрубка 3 забезпечує рівномірне переміщення подрібнюючого матеріалу в сторону розвантаження. При роботі дробарки молотки 6 переміщують шматки матеріалу по окружності корпусу уверх, а при їх скочуванні донизу ці шматки зміщуються в сторону патрубка 3.

Зміна маси молотків 6 по ходу переміщення подрібнюючої сировини дозволяє більш ефективно виконувати подрібнення матеріалу та уникнути переподрібнення матеріалу, а виконання молотків кільцеподібними та вільнорухомими до тримачів 5 вісей, виконаним у вигляді планок, дозволяє збільшити найбільший можливий розмір перероблюючих шматків та зберігає роботоздатність дробарки при потраплянні до неї неподрібнюючих предметів таких же розмірів. Досягається це завдяки можливості молотків відхилятися при співударі з неподрібнюючими предметами від свого радіального положення та продовжити обертовий рух не руйнуючись.

Для попередження потрапляння пилоподібних неметалевих частин в розвантажувальний патрубок 3 разом з частинами металу частина потоку подається в камеру подрібнення через розвантажувальний патрубок. Завдяки цьому легкі частини відносяться потоком повітря в пиловідсмоктуючий патрубок 7. Остання частина повітря, що необхідна для видалення пилоподібних частин, подається в дробарку через патрубок 2.

При експлуатації дробарки що описана за рахунок більш повного розкриття складових матеріалі вихід металу в концентрат, згідно попереднім даним, збільшиться на 10%, за рахунок попередження переподрібнення металевих частинок збільшиться отримання концентрату на 5%. Завдяки рухомій підвісці виключається поломка дробарки при потраплянні до неї подрібнюючих матеріалів, тобто, збільшується міжремонтний період.

2.3 Переваги пропонованої конструкції

Перевагами ротору молоткової дробарками являються:

1. Можливість використання дробарки для подрібнення різноманітних матеріалів
2. Підвищення надійності молоткової дробарки, яка призводить до збільшення міжремонтного періоду.
3. Низька вартість модернізації конструкцій дробарок вже встановлених на ПАТ „Арселор Міттал Кривий Ріг” на запропоновану конструкцію.

2.4 Розрахунки по модернізації

Вихідні дані для розрахунку

Межа міцності матеріалу при розтягуванні σ_p , МПа	25
Об’ємна маса подрібнюючого матеріалу γ_o , кг/м ³	1400
Діаметр подрібнюючого матеріалу, d м	0,125

Для молоткових дробарок основним критерієм для розрахунку являється критична лінійна швидкість ротора, при якому можливе руйнування матеріалу заданої крупності [10]

$$V_{кр} = 0,0175 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{\sigma_p}{\gamma_o \cdot d}\right)^2} = 0,0175 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{25 \cdot 10^6}{1400 \cdot 0,125}\right)^2} = 47,8 \text{ м/с} \quad (2.1)$$

Приймаємо $V_{кр} = 50 \text{ м/с}$.

Визначаємо в залежності від розміру завантажувальної фракції матеріалу діаметр дробарки

$$D = (2...3) \cdot d + 550 = 2 \cdot 125 + 550 = 800 \text{ мм} \quad (2.2)$$

Виходячи з формул 2.1 та 2.2 обираємо діаметр ротора дробарки $D = 800$ мм. З цього визначаємо необхідну кутову швидкість обертання ротора дробарки

$$\omega = \frac{V_{кр}}{R} = \frac{50}{0,4} = 125 \text{ рад/с} \quad (2.3)$$

де R - радіус траєкторії руху ударного елемента, $R = \frac{D}{2} = \frac{0,8}{2} = 0,4$ м.

Частота обертання ротора зв'язана з кутовою швидкістю наступною залежністю

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 125}{3,14} = 1195 \text{ об/хв} \quad (2.4)$$

Довжина ротора дробарки визначаємо наступною залежністю

$$L = (0,8...1,2) \cdot D = 0,8 \cdot 800 = 640 \text{ мм} \quad (2.5)$$

Приймаємо довжину ротора дробарки $L = 600$ мм.

Число бил буде залежати від фізико-механічних властивостей подрібнюючого матеріалу. Велика кількість ярусів буде уповільнювати проходження матеріалу через робочу зону і зрештою позначиться на продуктивності. А також погіршиться якість подрібнення – можлива поява ефекту передроблення. При малому числі бил буде спостерігатися проскакування частинок матеріалу і внаслідок малого впливу на матеріал, він не буде досягати потрібного ступеню подрібнення. Зазвичай необхідна кількість бил встановлюється досвідченим шляхом. Приймаємо число ярусів бил $N_{яр} = 4$.

Число ударних елементів також впливає на все, що вище сказане. Мінімальна кількість повинна бути не менше 2, щоб зрівноважити вал ротора. Велика їх кількість знижує силу удару по частинкам матеріалу. Приймаємо $N_{эл} = 4$.

Визначаємо продуктивність молоткової дробарки [11]

$$P = \frac{L \cdot D^2 \cdot \omega^2 \cdot K}{36 \cdot (i - 1)} = \frac{0,6 \cdot 0,8^2 \cdot 125^2 \cdot 2,4}{36 \cdot (16 - 1)} = 27 \text{ т/год} \quad (2.6)$$

де K - коефіцієнт, що залежить від конструкції дробарки та подрібнюючого матеріалу, $K = 2,4$;

$$i - \text{ступінь подрібнення, } i = \frac{125}{8} = 16.$$

Визначаємо об'ємну продуктивність молоткової дробарки

$$Q = \frac{P}{\gamma_o} = \frac{27 \cdot 10^3}{1400} = 19,2 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.7)$$

Визначаємо потужність приводу дробарки

$$N = \frac{W_m \cdot Q \cdot (i-1)}{d \cdot \eta_{dp} \cdot \eta_{np}} = \frac{3,6 \cdot 19,2 \cdot (16-1)}{0,125 \cdot 0,8 \cdot 0,94} = 11,03 \text{ кВт.} \quad (2.8)$$

де W_m - енергетичний показник руйнування матеріалу, $W_m = 3,6 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$;

η_{dp} - ККД дробарки, $\eta_{dp} = 0,8$;

η_{np} - ККД приводу, $\eta_{np} = 0,94$.

З каталогу [12] електродвигунів приймаємо електродвигун АИР160S6 потужністю 11 кВт, частотою обертання $n = 1000 \text{ об/хв}$.

РОЗДІЛ 3

ОГРАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників агломераційного цеху

Випуск агломерату визначається різними технологічними та технічними процесами з підготовки і виготовлення вихідного матеріалу. Головними з них є усереднення, подрібнення, змішування, обробка температурою, спікання.

В кожному з цих процесів можуть виникати виробничі фактори, вплив яких на робітників може призвести до професійного захворювання чи травми. Такі фактори мають назву небезпечні та шкідливі, і вони за Держстандартом за характером дії поділяються на такі групи: I – фізичні; II – хімічні; III – біологічні; IV – психофізіологічні.

Виробництво агломерату належить до термічних способів обробки сировини. Для такого способу притаманне інфрачервоне і світлове випромінювання біля горнів, газозапалюючих пристроїв, від обладнання, що гріється, агломераційної сировини, що розвантажується з спікальних візків.

При виробництві агломерату високу небезпеку представляє праця з гарячою сировиною (600 °С), що подається в шихту або охолоджується в спеціальних машинах для гасіння. Температура на робочій місцях має дорівнювати (ПДК) – 18-27 °С, але фактичний показник 32 °С. Для працівників, що обслуговують це технологічне місце, є висока небезпека отримати опіки від контакту з гарячими стінками працюючого обладнання.[13]

Слід звернути увагу, що при виявленні небезпечних і шкідливих для здоров'я і праці робітників факторів вивчаємо їх у прямому впливі. Підвищена температура в зоні спікання матеріалу і розвантаження агломерату допомагають підвищенню температури залізобетонних

конструкцій, що у купі з вологим прибиранням пилу сприяє його руйнуванню. Наявність у шихті твердого палива допомагає виділенням в робочу зону лугів, що в з'єднанні з високою вологістю повітря призводять до інтенсивного зносу металевих конструкцій, залізобетонних перекриттів та створює небезпеку руйнування будівельних споруд.

Під час роботи з гарячим возвратом травмування робітників вірогідне при викиданні кінців з живильника. Також, в результаті потрапляння шихти в бункер гарячого возврату проходить інтенсивне утворення пару, при тушінні гарячого возврату агломерату, що призводить до викиду великого числа пару через вікно подачі сировини.

На місцях спікання, гасіння, повернення, переміщення гарячої сировини, відчувається висока вологість повітря, нормативний показник – 41-61%, фактичний - 67% водночас з високим його рухом, пов'язаним з зміною температури на робочій ділянці від нагрітого обладнання, сировини, агломерату.

Вібрація є одним з найбільш шкідливих факторів походження професійних захворювань у працівників. Показник локальної вібрації який допускається при діапазоні граничних частот 50-85 Гц і середньо геометричній частоті октанових смуг 60 Гц дорівнює – 110 дБ.

Головними шкідливими і небезпечними факторами в цеху є пил, газ, шум, тепловиділення.

Джерелами шуму є: насоси, дробарки, редуктори, вентилятори, компресори, ударний інструмент, конвейерні системи, витік рідини з трубопроводів та інші.

Основою причиною виникнення пилу є конвеєрний транспорт матеріалів сировини і готової продукції. В такому випадку конвеєрним трактом переміщується шихта, підігріта до температури 60 — 90 °С дотриманням 6 — 9 % вологи. Створюється тепловий напор між сировиною і навколишнім середовищем з температурою до 25 °С, що приводить до інтенсивного паро-пиловиділення.

Пил за ступінню подрібнення (дисперсності) поділяють на дві групи: видима - коли розмір частинок більше 10 мкм. і мікроскопічна – менш 10 мкм. Пил, який може певний час зависати в повітрі, звать аерозолем, осілий — аерогелем. Пил частіше фіброгенної дії із змістом SiO_2 – 3-9% значення ГДК – 4.0 мг/м^3 , фактичне число 20 мг/м^3 , дія фактора часу за зміну - 87,5%.

Фізико-хімічний склад пилу агломераційної фабрики різноманітний і залежить найбільше від джерела утворення. Пил в хвостовій частині агломераційної машини дрібнодисперсний, на циклі повернення – великодисперсний з великим складом заліза, а у відділенні подрібнення вапняку і коксика неметалічний, але за фракцією приблизно в рівних кількостях аерогель і аерозоль. Робота в агресивному середовищі може привести до професійних захворювань.

При диханні запиленім повітрям частина пилових частинчок виводиться з організму. Це характеризується його захисними рефлексами (чхання, кашель). Деяка частина пилових частинчок потрапляє в глибину легеневих орагнів та осідає, що викликає розростання сполучних тканин, тобто розвивається пневмоконіоз. Дисперсність пилу обумовлює можливість і глибину потрапляння його в дихальний тракт.

Джерелом пиловиділення є і холоста лінія транспортера. Шар що налип на неї обсипається, утворюючи пил. Для зменшення запилення навколишнього середовища в місцях подачі шихти, готової продукції встановлено герметичне укриття в місцях загрузки і розвантаження.

З інших шкідливих і небезпечних факторів можна виділити недостатність освітленості робочих зон, нормативне значення 10 лк, фактично величина складає 55 лк.

Часто розповсюдженим пальним для нагріву сировини є доменний, коксовий і природній газ. Склад газу і деяких домішків, що потрапляють в організм людини, викликає отруєння (3), значення ГДК – 20 мг/м^3 , фактична величина - 20 мг/м^3 .

Перелік небезпечних ділянок де є вірогідність газового отруєння з розділом на групи в агломераційному цеху встановлюється окремо в залежності від виду газу: застосовуваний чи утворюючий при технологічному процесі і можливостей його виникнення, а також висновків відбору та аналізу проб повітря на загазованість.

Важка форма отруєння виникає при короткочасному впливу на людину високої концентрації шкідливих речовин. Хронічне отруєння розвивається навіть при довгому впливі малих доз небезпечних складових, які можуть виконувати накопичувальну функцію в організмі. Отруєння небезпечними речовинами може бути тільки при концентрації в повітрі робочої ділянки, яка вище ГДК.

Небезпечним фактором газу є його токсичність. Негативний вплив токсичних газів на робітника залежить не тільки від концентрованості газу, але і від часу знаходження робочого в загазованій зоні. Окис вуглецю, сірководень, окисли азоту є токсичними, а азот, водень, гелій, метан при наявності в повітрі достатньої кількості кисню не мають на організм помітного негативного впливу. [14]

При додержанні технологічних процесів по виготовленню офлюсованого агломерату, та при роботах по ремонту, обслуговуванню та експлуатації механізмів є наступні шкідливі фактори:

- частини обладнання, що рухаються і обертаються;
- електротехнічне обладнання;
- роботи з вантажопідійомними механізмами, транспортним устаткуванням.

3.2 Заходи по зниженню і усуненню шкідливих і небезпечних чинників в агломераційному цеху

Агломераційна машина разом з додатковим устаткуванням становить основний технологічний комплекс, що задає умови праці у агломераційній фабриці.

Труднощі у створенні безпечних умов праці на цьому місці складається в тому, що процес агломерації проходить за рахунок повітря що просмоктується через шар спікаємої сировини. Це дає умову для проходження запиленого повітря з вузла вивантаження агломерату, жолобів і бункерів та прокидання кінців на робочу ділянку агломератника. Для забезпечення безпеки та прибирання негативного фактора робоча і холоста частина агломашини покрита герметичним кожухом по всій ділянці. Для безпеки робітників від теплового впливу вздовж горна, встановлюють водоохолоджуючі радіатори, їх конструкція зроблена так, щоб обмежити виділення тепла на робочу ділянку.

Для виключення джерела пилу рекомендується використовувати водяне очищення робочої частини від прилиплого матеріалу.

Для подрібнення матеріалів (сировини, палива) використовуються дробарки (чотиривалкові, молоткові), що працюють разом з вібраційними грохотами. Обмеження виділення пилу на цій площадці можливе за рахунок створення металевих конусів та коробок з гумовими боковими та передніми стінками, з'єднаними з аспіраційним вентилятором. Основним способом боротьби з пилом, є приточно-витяжна вентиляція (аспірація), що забезпечує установку аспіраційних направляючих кожухів. Вентиляція дає необхідну кількість свіжого повітря на робочих ділянках і видаляє зайве тепло і вологу, а також забруднене пилом повітря.

Та частина пилу що не втягнулась аспіраційним пристроєм, осідає на підлогу, і обладнання та будівельні конструкції покриваються дрібнодисперсним шаром. При роботі обладнання, під дією вібрації та

повітряних потоків пил частино переходить в завислий стан і додатково забруднює повітря робочої ділянки. Для мінімізації запиленості повітря і підтримки чистоти пил збивають водою, а іноді і здувають повітрям. Площа поверхні, що очищається на одного робітника складає 700 м².

Одним з частих питань створення безпеки є правильне використання газового устаткування. Дії для попередження вибуху газу зводять до попередження створення вибухонебезпечної газоповітряної складової, запобігання можливості вибуху в разі її утворення. Це робиться за можливості автоматичного закриття заслінок на подачу газу і повітря в час зупинки агломераційної машини, зберігання найменшого розрідження, монтажу на горілках газопроводів подачі газу відсічних клапанів, настроєних на зменшення тиску газу до 1 кПа. При вимкненні машини на тривалий час перекриття газу виконується затворами, змонтованими на горілках горна і далі по газопроводу, і відкриттям свічок для вентиляції відсічної системи газопостачання.

Для безпеки робітників над горнами встановлені витяжки, при введенні горна в експлуатацію газ має прийматися на відкритий вогонь, а всі роз'ємні частини газопроводів мають бути герметичними. Газова служба регулярно бере повітря на аналіз і вивіщує попереджувальні таблички.

Через виділення лишнього тепла на основних робочих площадках потрібен значний обмін повітря, особливо в літні місяці, і це створюється методом подачі повітря за рахунок аерації. На криші виконують отвори у поздовжніх стінах: нижній ряд для притоку повітря у теплий період, верхній - для притоку повітря взимку і влітку. Така компоновка отворів необхідна для збільшення обміну повітря влітку (шляхом відкриття двох рядів отворів), а взимку, закривши нижні отвори, і передбачити підігрів повітря за рахунок тепла в цеху, перше ніж поки він дійде до робочих ділянок. Коли потрібен великий обмін повітря, виконується видалення через витяжні труби і шахти.

[15]

Стіни і склепи топильних горнів агломераційної машини теплоізолювані. Під сурмами, встановлюються металеві конуси які обладнані витяжними трубами, виведені на 1,5 - 2 метри вище найбільш високої частини будинку і оснащені дефлекторами. За горном вздовж спікальної машини підвішують водо-охолоджуючі екрани на дистанції, що гарантує повне відбиття гарячої поверхні матеріалу. По сторонам горна для захисту від тепла установлюють відбивачі у вигляді щитів з металевих листів.

Для зниження тепло- та пиловиділення і обмеження доступу робітників під холосту частину агломераційної машини на всю висоту закривають щитами. Під холостою частиною в розвантажувальній частині роблять проходи, огороження зверху і з сторін сталевими листами. Екстаустери, трубопроводи і арматура газоочисної системи термоізолювані. Температура поверхні зовнішнього шару термоізоляції – не перевищує 40 °С. В процесі роботи на працівника впливають такі шкідливі фактори: пил, шум, загазованість, теплове випромінювання, підвищена температура, які проміжком часу значно перебільшують санітарні норми. Основними чинниками, що дозволяють уникнути травматизм, є: чистота робочої ділянки, достатня кількість освітлення, експлуатація тільки робочого інструмента, зручний спецодяг, використання ЗІЗ, виконання правил особистої безпеки та гігієни.

ВИСНОВКИ

Літературно-патентний аналіз молоткових дробарок і різноманітність пропонованих конструкцій говорить про те, що оптимальної конструкції, що задовольняє технологічним, експлуатаційним і ремонтним вимогам досі не створено.

Застосовувані на практиці конструкції молоткових дробарок мають ряд недоліків, які призводять до швидкого зношування елементів подрібнення.

На даний час найбільш використовуються молоткові дробарки з шарнірно рухомими молотками. Але ця конструкція не повністю задовольняє процес подрібнення.

Тому пропонується використовувати ударні молотки, які обертаються на важелі між дисками на 360 градусів. Перевагами такого типу дробарки являються можливість використання дробарки для подрібнення різноманітних матеріалів, підвищення надійності молоткової дробарки, яка призводить до збільшення міжремонтного періоду та низька вартість модернізації конструкцій дробарок.

У зв'язку з цим тема дипломної роботи є актуальною для вирішення задачі підвищення експлуатаційних характеристик молоткової дробарки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Серго Е.Е., Измельчение и грохочение полезных ископаемых, К., 1975;
2. Справочник по обогащению руд. Обоганительные фабрики: Зизд.перераб. дополн. / Под ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского. - М.: Недра, 1982. – 541 с.
3. Перов В.А., Андреев Е.Е., Биленко Л.Ф., Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых, М.: Недра, 1990-301с;
4. Ровенский И.И. Обогащение и окускование железных руд / И.И. Ровенский, Н.Н. Бережной, А.В. Мерлин – Научные труды Механобрчермет, 1974. – 208 с.
5. Бауман В.А. и другие. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. Учебник для Вузов. М.: «Машиностроение» 1975, 351 с., ил.
6. Молоткова дробарка: пат. 54070 Україна, МПК В02С 13/00. № u201005044; заявл. 26.04.2010; опубл. 25.10.2010, Бюл. № 20, 2 с.
7. Молотковая дробилка: а.с. 1622001 Україна, МПК В02С 13/04. № 4653599/33; заявл. 21.02.1989; опубл. 23.01.1991, Бюл. № 3, 2 с.
8. Молотковая дробилка: а.с. 177267 Україна, МПК В02С 1/02. № 843702/29-14; заявл. 20.06.1963; опубл. 01.12.1965, Бюл. № 24, 2 с.
9. Молотковая дробилка: а.с. 895500 Україна, МПК В02С 13/04. № 2611684/29-33; заявл. 04.05.1978; опубл. 07.01.1982, Бюл. № 1, 4 с.
10. Расчёт металлургических машин. Оборудование обжиговых и агломерационных цехов: Руководство для инженеров-конструкторов/ В.И. Большаков, А.Д. Учитель, В.И. Засельский, Д.В. Пополов, С.А. Учитель, В.В. Коноваленко; Под ред. А.Д. Учителя. - Кривой Рог: Дионис (Издатель ФЛ-П Чернявский Д.А.), 2012 – 338 с.;

11. Лукашкин Н.Д. Конструкция и расчет машин и агрегатов металлургических заводов / Н.Д. Лукашкин, Л.С. Кохан, А.М. Якушев – М.: Академкнига, 2003. - 456 с.
12. Разумов, К. А. Проектирование обогатительных фабрик.: учебник для вузов / К. А. Разумов. - М.: Недра, 1982.
13. Виноградов Б.В. Безопасность труда и производственная санитария в машиностроении. Сборник расчетов.
14. Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. Учебник для металлургических специальностей ВУЗов, М., “Металлургия”, 1968, 460 с. с илл.
15. Аханченко А.Г. Пожарная безопасность предприятий черной металлургии, М., “Металлургия”, 1979, 240 с., илл.

ЗГОДА

здобувача(чки) вищої освіти

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

Я, *Говалешко Леонід Федорович*, підтримую політику Державного університету економіки і технологій з академічної доброчесності і відкритого доступу.

Засвідчую, що кваліфікаційна бакалаврська робота *«Модернізація молоткової дробарки М-8-6 Агломераційного цеху №1 Агломераційного департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»»* 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).

07.06.2025



(ініціали, прізвище, власноруч)