

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 БАКЛАВРА

Сіверін Андрій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему

Модернізація робочого органу грохоту ГІТ-51 ДФ-1 ГД ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

(повна назва теми)

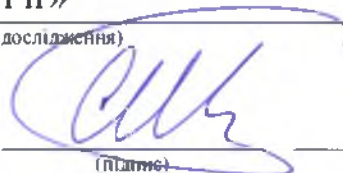
за матеріалами

ДФ-1 ГД ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

(повна назва бази дослідження)

науковий керівник к.т.н., доцент

(наук. ступінь, вчене звання)



(підпис)

Швед С. В.

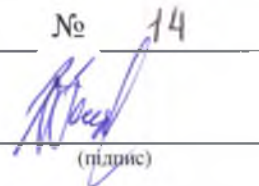
(прізвище, ініціали)

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)

Сіверін Андрій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра

Модернізація робочого органу грохоту ГТТ-51 ДФ-1 ГД ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Швед С. В., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «04» квітня 2025 р. № 242-ст

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи до кафедри 07.06.2025

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра

Умови виробництва Дробильної фабрики №1 Гірничого департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Конструкція та технічна характеристика грохоту ГТТ-51, інформація про недоліки конструкції.

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

4.1 Аналітична частина;


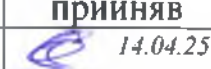

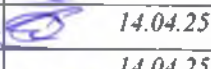

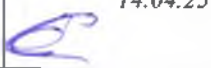
4.2 Основна частина;

4.3 Організація безпечного виробництва

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

1 аркуш формату А1 креслення загального вигляду грохот ГТТ-51.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина	Швед С. В., доцент	 14.04.25	 14.04.25
Основна частина	Швед С. В., доцент	 14.04.25	 14.04.25
Організація безпечного виробництва	Швед С. В., доцент	 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.

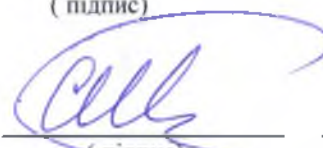
Здобувач (ка)


(підпис)

Сіверін А. О.

(прізвище та ініціали)





Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

Швед С. В.

(прізвище та ініціали)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	№ екз	Примітки
1						
2			<u>Документація загальна</u>			
3						
4			<u>Знов розроблена</u>			
5						
6	A1	КРБ.133.25.03.00.000 ЗВ	Креслення загального вигляду	1		
7	A4	КРБ.133.25.03.ПЗ	Пояснювальна записка	46		
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						

					133.25.03.КРБ			
Ізм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Грохот ГІТ-51 Відомість кваліфікаційної роботи бакалавра	Лист	Аркциш	Аркцишів
Розробив		Сіверін		04.06.25		5		1
Перевірив		Швед		04.06.25		ННТІ ДЧЕТ кафедра ІГМ зр. М0-21		
Н.контр.		Швед		13.06.25				
Затвердив		Засельський		14.06.25				

Копіював

Формат А4

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра: 46 стор., 9 рис., 4 табл., 2 додатка, 14 джерел.

Об'єкт розробки – грохот ГТТ-51, працюючий в умовах дробильної фабрики – 1 ПАТ «АМКР».

Ціль розробки – підвищення ефективності грохочення руди.

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

Запропоновано шляхи підвищення ефективності грохочення руди, за рахунок застосування просторових коливань робочого органу за допомогою мотор-вібратору, який встановлено вздовж сита в розвантажувальній частині, грохоту.

Запропоновані заходи щодо організації безпечного виробництва.

Запропонована конструкція млина, яка дозволяє підвищити ефективності грохочення руди, знизити забиваємість щілин сита за рахунок встановленого мотор-вібратору, який встановлено вздовж сита в розвантажувальній частині, грохоту.

Результати роботи можуть бути використані при реконструкції устаткування в гірничо-збагачувального виробництва ПАТ «АМКР».

**ВІБРАЦІЙНИЙ ГРОХОТ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ГРОХОЧЕННЯ,
ЗАБИВАЄМІСТЬ, МОТОР-ВІБРАТОР, ПРОСТОРОВІ КОЛИВАННЯ.**

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Призначення та область застосування обраної для вдосконалення машини	8
1.2 Технічна характеристика машини-прототипу	9
1.3 Опис конструкції машини-прототипу	10
1.4 Аналіз недоліків	12
1.5 Передбачувані причини недоліків	12
1.6 Постановка мети та задач	13
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	14
2.1 Літературно-патентний огляд	14
2.2 Пропозиції по модернізації	26
2.3 Переваги пропонованої конструкції	28
2.4 Розрахунки по модернізації	28
2.4.1 Визначення продуктивності	28
2.4.2 Розрахунок потужності привода	30
3 ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	38
3.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників	38
3.2 Заходи по зниженню і усуненню шкідливих і небезпечних чинників	41
ВИСНОВКИ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44
ДОДАТКИ	46

ВСТУП

Інтенсифікація гірничо-збагачувального та металургійного виробництва, а також поліпшення споживчих якостей продукції значною мірою залежить від підвищення якості початкової сировини.

Для підприємств чорної металургії це такі матеріали, як руда, вапняк і феросплави, які необхідно ретельно підготувати перед агломерацією. Основним методом підготовки сировини є фракціонування, яке передбачає видалення з шихти частинок певної крупності.

Зазвичай для фракціонування використовують процес грохочення.

У рамках гірничо-збагачувального виробництва для сортування руди застосовуються грохоти різних габаритів: 3, 4, 5, 6 та 7, які спеціально розроблені для просіювання важких матеріалів.

Проте ці грохоти мають ряд недоліків і потребують конструктивної модернізації. Основним недоліком є недостатня ефективність процесу грохочення. Це, своєю чергою, призводить до зниження техніко-економічних показників роботи доменних печей, зменшення їх продуктивності та зростання витрат коксу.

Ця робота спрямована на модернізацію грохоту ГТТ-51, що дозволить покращити технічні параметри обробки рудної маси.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення і область застосування обраної для вдосконалення машини

Зменшення розміру руди, яку подають у головні млини збагачувальних фабрик, значно підвищує їх продуктивність. Це досягається установкою грохотів перед середнім та дрібним дробленням, а також у замкнутому циклі після дрібного дроблення [1,2].

У випадку обробки міцних руд, надійність дробарок, що працюють у замкнутому циклі з грохотом, виявляється значно нижчою, ніж у відкритому. Зазвичай, присутність дрібних фракцій у живленні знижує продуктивність дробарок дрібного дроблення. Ці негативні чинники можна усунути або мінімізувати шляхом правильного вибору мінімального розміру отворів сита грохоту.

Після дроблення руда повинна мати крупність від 0 до 25 мм. Щоб знизити навантаження на конусну дробарку дрібного дроблення, руда після середнього дроблення підлягає грохоченню за класом 25 мм.

Продукт, який залишився на ситах після грохочення класу понад 25 мм, спрямовується на подальше дрібне дроблення, тоді як продукт меншого розміру надходить у бункери руди секцій збагачення №9...13. Продукт із конусної дробарки КМД-2200Т також направляється в ці бункери.

Для виділення готового продукту використовуються важкі вібраційні грохоти типу ГТ-51Н, ГТ-41, ГТ-31 та інші. Ці одноярусні грохоти призначені для розділення руди з насипною масою до 2500 кг/м³ на два класи крупності та оснащені колосниковими, плетеними або гумовими ситами.

1.2 Технічна характеристика машини-прототипу

Технічні характеристики вібраційного грохоту ГІТ-51Н приведені у таблиці 1.1 [3].

Таблиця 1.1.

Технічна характеристика вібраційного грохоту ГІТ-51Н

Параметр	Розмірність	Значення
1	2	3
Продуктивність	т/годин	1000
Розміри просіюваної поверхні	мм	1750x3500
Кількість ярусів сит	шт	1
Максимальна крупність початкового	мм	400
Частота коливань	с ⁻¹	75,9
Амплітуда коливань	мм	3...7,0
Кут нахилу коробу	град.	10...30
Сито:		
– колосникове з щілиною	мм	12, 20, 40, 60, 80
– плетена сітка	мм	20x20, 25x25
Електродвигун:		АОП2-72-8
– тип	кВт	17
– потужність	об/хв.	725
– частота обертання	кг	230
– маса	шт.	1
– кількість		
Маса (без електрообладнання, рами приводу і укриття)	кг	5700
Маса укриття	кг	3065

Джерело: розроблено із використанням [1]

1.3 Опис конструкції машини-прототипу

Конструкція грохоту ГТТ-51Н описана в рисунку 1.1 [3]. Основним елементом є короб, що складається з двох бортовин 1, з'єднаних між собою балками 2. У нижній частині короба розташовані шість балок 2, а у верхній частині – ще дві. Дві нижні балки 3 оснащені цапфами і служать основою для кронштейнів 4, які мають майданчики для установа пружин 5. Пружини опираються на підставки 6. З'єднання балок і бортовин здійснюється за допомогою спеціальних гумових втулок, які фіксуються сталевими накладками з використанням болтів. Сита прикріплені у вигляді карт, використовуючи дерев'яні клини.

Короб з вмонтованим вібратором рухається завдяки відцентровій силі, яка виникає під час обертання дебалансного валу вібратора 7. Вібратор отримує рух від електродвигуна 9 через еластичну пелюсткову муфту 8, встановлену на підставці. Режим роботи грохоту визначається частотою обертання двигуна та амплітудою коливань короба з ситами. Регулювання амплітуди коливань здійснюється змінюючи масу дебалансних вантажів. У дебаланси в кінцях валу вібратора вкладені знімні пальці, виконані як сталеві циліндри, закріплені в отворах дебалансів болтами. Грохот ГТТ-51Н може бути виготовлений у двох варіантах: опорний – на пружинах, або підвісний – на пружинних підвісках.

Вібратор 7 має одновальну структуру, яка складається з дебалансного валу і дебалансів, що дозволяють змінювати кінестатичний момент вібратора. Вал приводиться в рух через компенсуючу пелюсткову муфту, використовувану електродвигуном. Дебалансний вал встановлено на дворядних сферичних роликотішипниках, здатних витримувати великі навантаження і перекося валу. Кінематична схема вібратора зображена на рисунку 1.2.

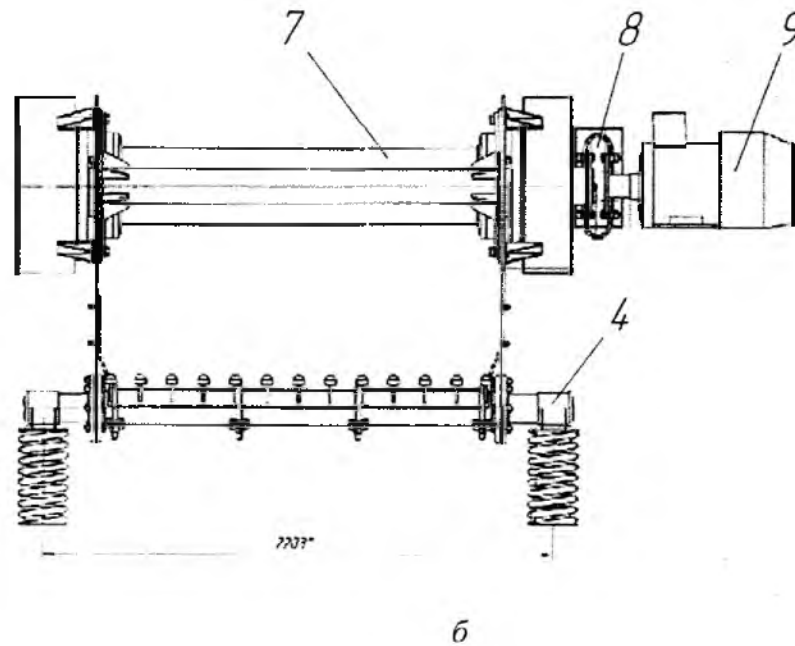
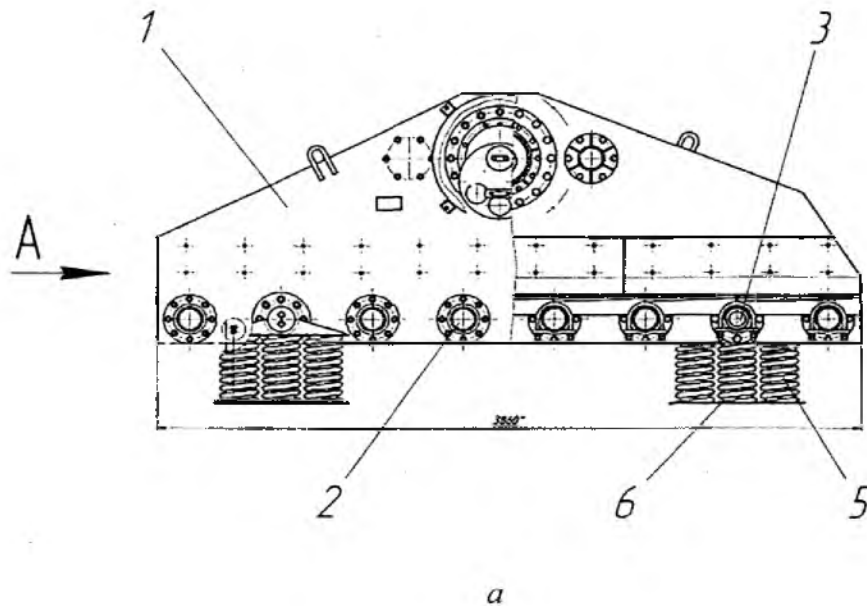


Рис. 1.1. Будова грохоту ГТТ-51Н:

a – вид збоку; *б* – вид А; 1 – бортовина; 2 – зв'язок-балка;
 3 – зв'язок-балка опорна; 4 – кронштейн; 5 – пружина; 6 – підставка пружини;
 7 – вібратор; 8 – муфта пелюсткова; 9 – електродвигун
 Джерело: розроблено із використанням [3]

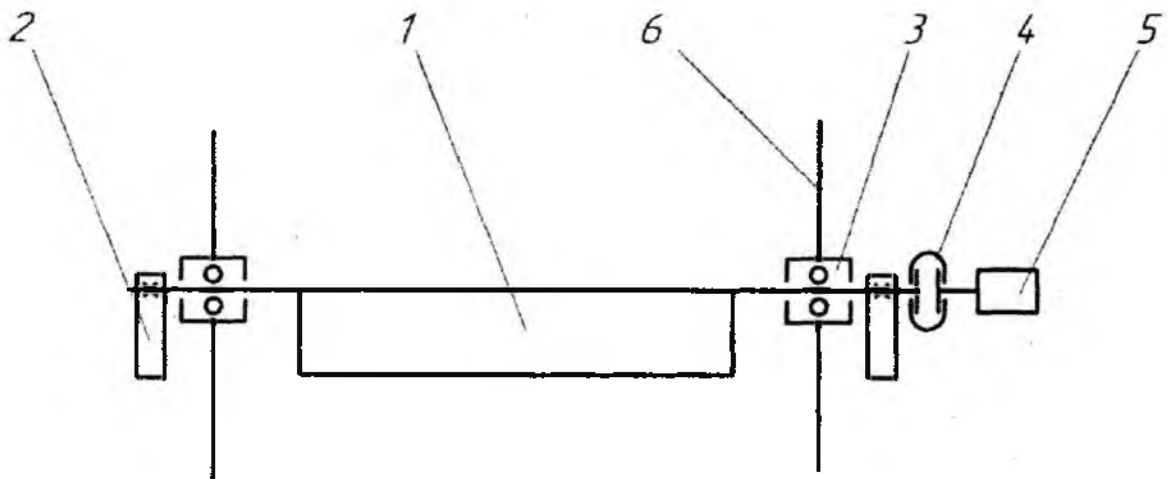


Рис. 1.2. Кінематична схема вібратора:

1 – вал дебалансний; 2 – дебаланс;

3 – дворядний сферичний роликопідшипник; 4 – муфта пелюсткова;

5 – електродвигун; 6 – бортовина корпусу

Джерело: розроблено із використанням [3]

1.4 Аналіз недоліків

Проведений аналіз роботи дробильної фабрики та використовуваного обладнання виявив кілька недоліків. Зокрема, встановлений грохот ГТТ-51Н, призначений для відсіювання руди після середнього дроблення, демонструє низьку ефективність.

1.5 Передбачувані причини недоліків

Ця ситуація обумовлена тим, що коливання точок корпуса уздовж грохоту не оптимальні для забезпечення високої якості просіювання.

Якщо швидкість руху матеріалу занадто висока, дрібні частинки не встигають взаємодіяти з ситом через великий шар матеріалу. А при невеликій

швидкості отвори сит забиваються частинками граничного розміру, що знижує ефективність відсіювання.

1.6 Постановка мети та задач

Модернізація грохоту ГІТ-51 має на меті підвищити ефективність просіювання рудних матеріалів і знизити динамічні навантаження на робочий майданчик шляхом оптимізації вібраційного поля. Це сприятиме поліпшенню експлуатаційних параметрів і ефективності робочих процесів у рудо-збагачувальному виробництві.

Для досягнення цієї мети необхідно виконати наступні завдання:

1. Провести пошук в літературі та патентних джерелах для виявлення нових конструкцій грохотів з покращеною ефективністю.
2. Розробити пропозиції щодо конструкції нового грохоту.
3. Здійснити необхідні розрахунки для визначення параметрів грохоту.
4. Створити креслення грохоту.
5. Забезпечити розробку заходів для безпеки виробництва.

РОЗДІЛ 2

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Літературно-патентний огляд

Відомий аналогічний вібраційний грохот для сортування абразивних матеріалів, головною метою якого є підвищення ефективності за рахунок оптимізації кутів нахилу сит.

У конструкції грохота (рис. 2.1) корпус 1 оснащений завантажувальним пристроєм 2 і встановлений на внутрішній рамі 3 грохота. Корпус 1 і рама 3 з'єднані віброізоляторами 4, які симетрично розташовані в завантажувальній і розвантажувальній частинах. Вібраційно-основа 5 забезпечує гідравлічні амортизатори 8 між зовнішньою 6 і внутрішньою рамами 3.

На бічній поверхні корпусу 1 встановлюють хоча б один ексцентриковий віброзбудник 9, закріплений на валу 10, що обертається за допомогою приводу для регулювання амплітуди і напрямку коливань. Усередині корпусу 1 розміщуються одна або декілька просіювальних поверхонь 12 і 13, які складаються з окремих прямокутних секцій 14. Просіювальна поверхня 12 і 13 складається з площин, що формують фрагмент багатогранника, вписаного в коло радіуса R_1 (рис.2.2).

Просіювальна поверхня 12 формується у вигляді площин шляхом закріплення кількох прямокутних секцій 14 по ламаній лінії дуги ВВ кола радіуса R_1 від зони завантаження до зони розвантаження грохота (рис. 2.2). Просіювальна поверхня 12 являє собою фрагмент правильного багатогранника з площинами K_n ($K_1...K_4$), вписаного в коло радіуса R_1 (твірна може бути подана іншою плоскою фігурою, наприклад, параболою або циклоїдою). Довжина l_n площин K_n , кут нахилу $\beta_1... \beta_n$, кількість площин

просіювальної поверхні 12 і відповідно радіус R_1 твірної окружності зумовлюються вимогами технології грохочення твердих матеріалів. Експериментально встановлено, що для поділу грудкових фракцій класів – 100 ... 0 мм кут нахилу β_1 площини K_1 розвантажувальної зони вібраційних грохотів виконується кратним 5° і дорівнює $\beta_1 = (1...3)5^\circ$. Кут нахилу β_n кожної наступної площини K_n до розвантажувальної зони грохота дорівнює $\beta_n = \beta_{n-1} + \beta_0$, де β_0 , - цілі числа від 2° до 10° числового ряду $360^\circ / n$, де n – кількість площин просіювальної поверхні, розміщених по ламаній лінії і вписаних (умовно) в окружність.

Довжина L_1 просіювальної поверхні 12 по дузі ВВ дорівнює $L_1 = n\Pi_1$, де Π_1 , – довжина площини K_n . Довжина Π_1 відповідає довжині кожної площини, наприклад, правильного багатогранника, вписаного в коло радіуса R_1 і дорівнює $l_1 = 2R_1 \sin \frac{180^\circ}{n}$, причому кількість площин n визначається величиною $n = 360^\circ / \alpha$, де α - центральний кут площини і змінюється в межах від 2° до 10° .

Як правило, для забезпечення вимог технології грохочення кількість n площин K_n просіювальної поверхні 12 вібраційного грохота дорівнює $n = 2...5$ (на рис. 2.1 кількість площин $n = 4$). Вислідний кут Θ_1 і нахилу просіювальної поверхні 12 дуги ВВ визначається з урахуванням вимог технології грохочення.

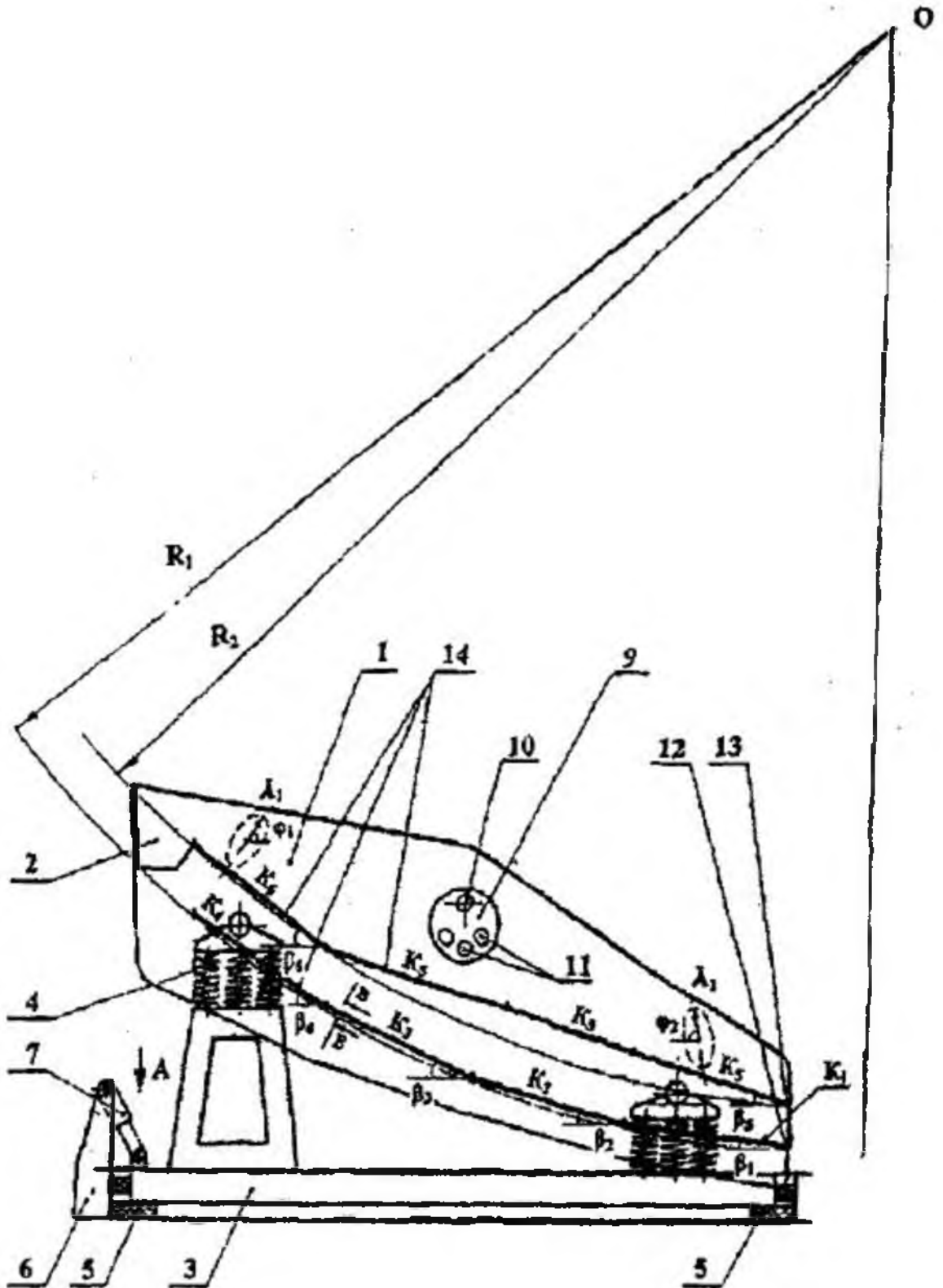


Рис. 2.1. Схематична будова вібраційного грохоту

Джерело: розроблено із використанням [4]

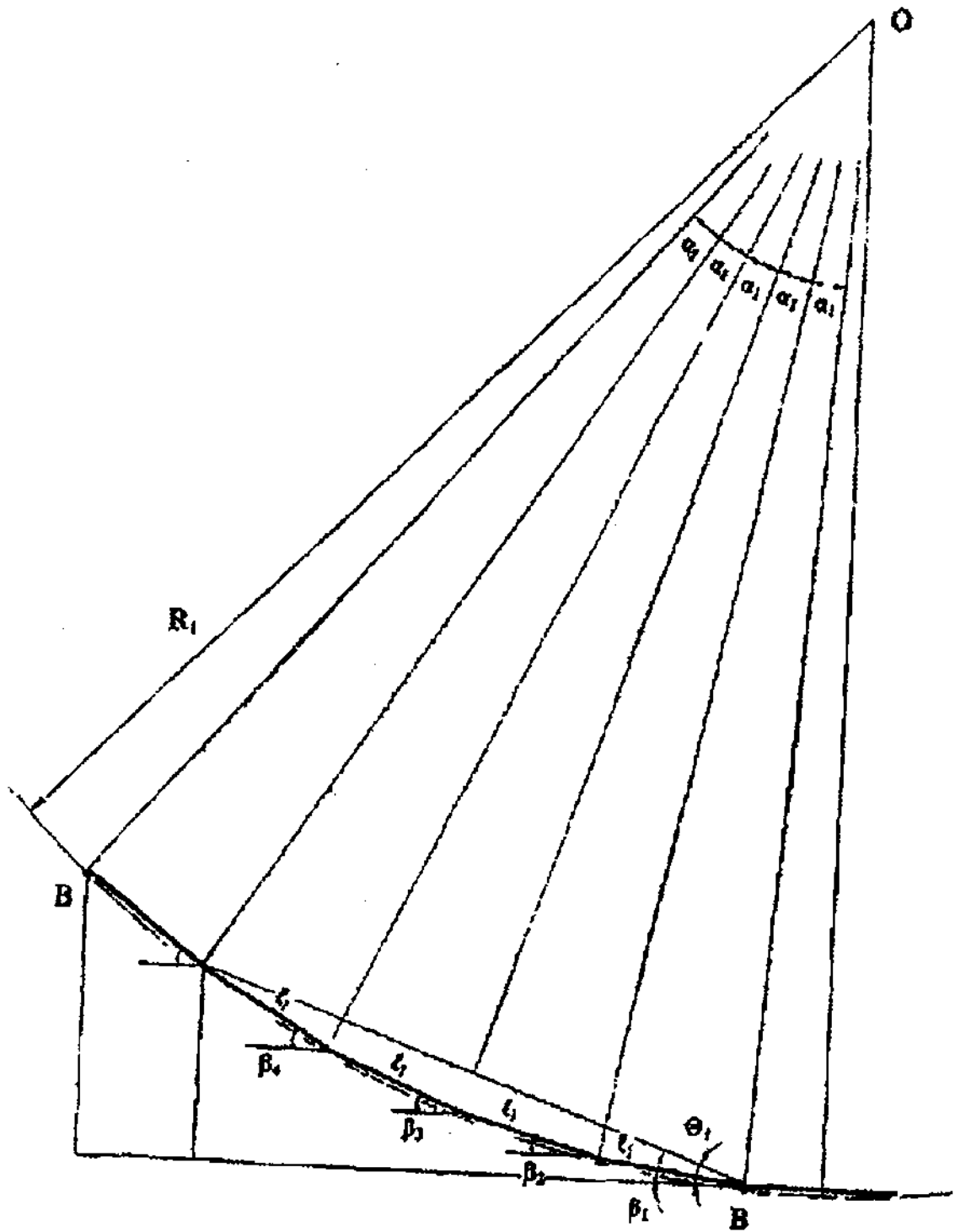


Рис. 2.2. Принципова схема формування профілю просіювальної поверхні грохоту

Джерело: розроблено із використанням [4]

Вібраційний грохот працює наступним чином.

Залежно від вимог технології просіювання для поділу потоку твердого матеріалу за розміром, шляхом експериментів або розрахунків визначаються форма і кількість просіювальних поверхонь грохота, кут нахилу β_n та довжина площин K_n . На ексцентриковому вібробуджувачі 9 встановлюється певна кількість дебалансів. Обертання ексцентриковому вібробуджувачу 9 передається від приводу грохота за допомогою вала 10. Встановлюється робочий режим із заданою амплітудою і кутом коливань, при потребі здійснюється регулювання. Амплітуда коливань та кут Θ_1 в зоні завантаження грохота встановлюються так, щоб потік матеріалу швидко розподілявся по поверхні 12 і 13 з зменшенням товщини потоку. У зоні розвантаження амплітуда і кут Θ_2 направляються у протилежний рух матеріалу бік для зменшення швидкості потоку і ефективного відсіювання шматків твердого матеріалу (схематичні вектори амплітуд A і кут Θ напрямку вібрацій зазначені на рис. 2.1).

Під час робочого режиму в завантажувальний пристрій 2 подається грудковий матеріал, забезпечуючи рівномірний розподіл по поверхні 12 і 13.

Для варіантів з декількома поверхнями матеріал подається на площину K_6 з більшим кутом нахилу, що дозволяє переміщуватись матеріалу зі швидкістю, яка забезпечує сприятливі умови для поділу. Матеріал, що пройшов крізь чарунки, спрямовується на наступні поверхні для подальшої обробки.

Підрешітний продукт спрямовується до кінцевої поверхні, де процес поділу аналогічний попередньому, але в міру зменшення кутів нахилу швидкість руху матеріалу зменшується, підвищуючи ефективність просіювання.

Динамічний вплив корпусу 1 грохота знижується за допомогою віброізоляторів 4 та гідравлічних амортизаторів 7, що пом'якшують вертикальні і горизонтальні коливання.

Таке технічне рішення дозволяє підвищити ефективність обробки абразивного матеріалу, збільшити продуктивність і знизити динамічний вплив на фундамент. Аналіз літератури свідчить про перспективність цього застосування для важкогрохотимих матеріалів.

Відомий багатоситний вібраційний грохот [5] має на меті підвищити питому продуктивність і ефективність розділення сипких матеріалів. Конструкція цього грохоту (рис. 2.3) включає раму 1, на яку через віброізолятори 2 встановлено короб 3. У коробі знаходяться кілька сит 4...7, розташованих один під одним під різними кутами нахилу відносно горизонту. Величина отворів у ситах поступово збільшується від нижнього сита 4 до верхніх 5, 6 та 7.

Багатоситний грохот має за мету підвищення ефективності та продуктивності поділу сипких матеріалів. Він складається з рами, на яку через віброізолятори спирається короб з ситами під різними кутами нахилу і з різними розмірами отворів.

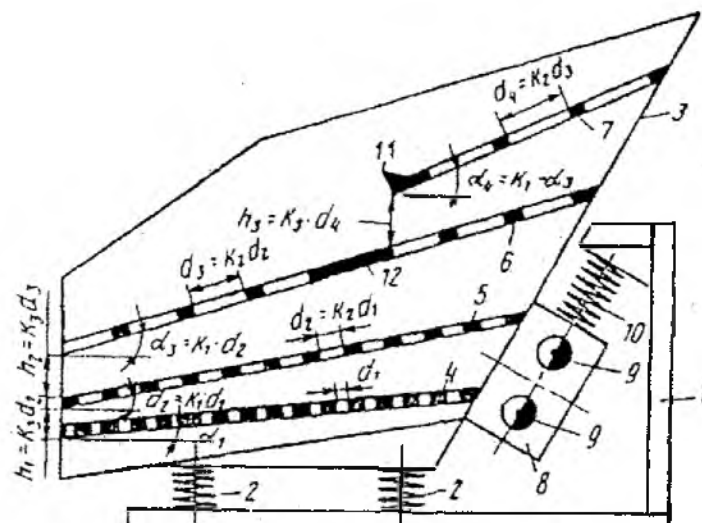


Рис. 2.3. Будова багатоситного вібраційного грохоту

Джерело: розроблено із використанням [5]

На коробі 3 закріплено віброзбудник 8 з дебалансними вантажами 9, який встановлений на рамі 1 через віброзолятор 10. Нижнє сито 4 розташоване під кутом до горизонтальної площини, який визначається відповідно до заданої формули.

$$\alpha_1 = \left[\left(\arctg \frac{0,19 \cdot 10^{-3}}{d_1 A \omega \cos \beta} \right) - 3^\circ \right],$$

де d_1 , – розмір отворів сита 4, м; A – амплітуда коливань сита 4, м; ω – частота коливань сита, с^{-1} ; β – кут вібрації 4, град.

А кути нахилу наступних вище розміщених сит і розмір їхніх отворів визначаються із співвідношень $\alpha_{i+1} = K_i \alpha_1$, $d_{i+1} = K_i d_1$, де $K_i = 1,8 \dots 2,0$, $K_2 = 1,6 \dots 2,0$ – знаменники геометричних прогресій, i ; α , відповідно кут нахилу і розмір отворів 1-го сита.

Довжина верхнього сита становить 0,4-0,5 довжини нижнього сита. Конструкція грохоту включає трамплін, розташований на розвантажувальній кромці верхнього сита, а також футерувальну плиту, встановлену на нижньому ситі безпосередньо під трампліном.

Розглянутий грохот спрямований на досягнення більшої ефективності у процесі грохочення та забезпечення динамічної врівноваженості конструкції.

На рисунку 2.4 наведено схему будови грохоту.

Основні елементи конструкції включають короб 1 із ситами 2 і віброзбудником 3. Розвантажувальна частина короба спирається на амортизатори у вигляді гвинтових пружин 4, тоді як завантажувальна частина підтримується стійками 5 із шарнірами 6 і 7. Нижні шарніри 6 стійок 5 фіксуються до рами 8, а верхні шарніри 7 з'єднані за допомогою \perp -подібної балки 9. Ця балка дозволяє проходження поперечної осі верхніх

шарнірів 7 таким чином, що вона співпадає з положенням центру удару короба, а також з віссю пружин 10, встановлених на даній балці.

Пружини 10 розташовані таким чином, що можуть обертатися навколо поперечної осі, забезпечуючи утворення гострого кута між їхньою подовжньою віссю та подовжньою віссю стійок 5. Дебалансний вал вібробудника 3 може бути встановлений уздовж чи перпендикулярно до подовжньої осі інерції короба 1.

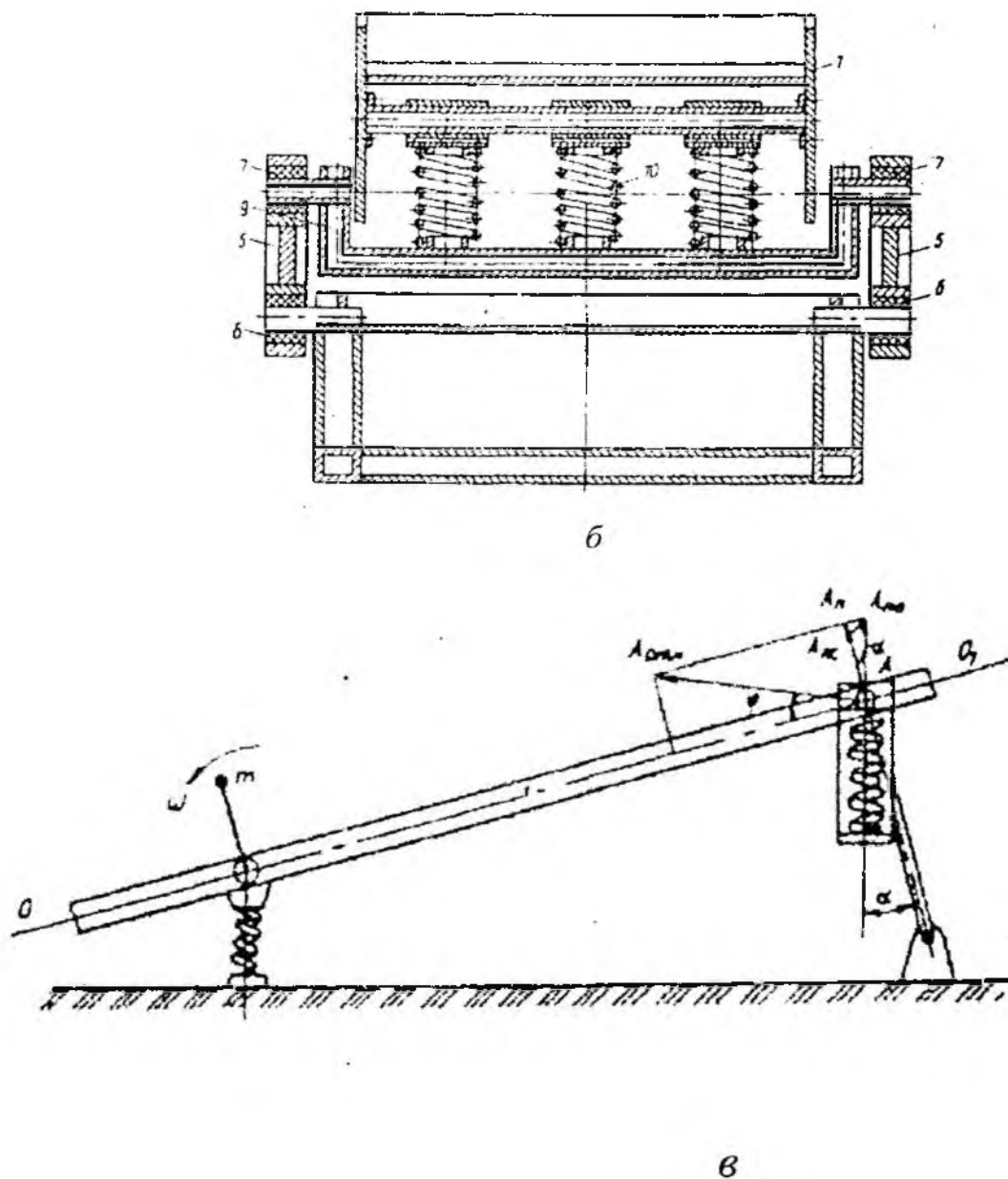


Рис. 2.4. Грохот:

a - вид збоку; *б* - розріз по А-А; *в* - кінематична схема грохоту

Джерело: розроблено із використанням [5]

Інерційний віброзбудник коливань розташований на центральній вісі інерції короба в центрі удару, а вісі стійок перпендикулярні центральній вісі інерції короба і розташовані від вісі віброзбудника коливань на відстані $l = K j_0 / m r$, де j_0 – момент інерції короба відносно стійки; m – маса короба; r – відстань від стійки до центра ваги короба; K – коефіцієнт, що враховує масу матеріалу, переміщуваного по сити, ($K = 0,95 \dots 1,1$).

Принцип роботи грохоту побудований наступним чином. Під час обертання дебалансного валу віброзбудника 3 короб 1 здійснює нерівномірні коливання вздовж своєї довжини. У точці закріплення пружин 10 виникають нормальні й тангенційні компоненти амплітуди коливань.

Якщо стійки 5 кріпляться до короба як у прототипі, то точки короба в районі кріплення шарнірів 7 здійснюють рух, обумовлений тим, що компонента амплітуди A_n у вигляді сили передається через стійки на фундамент $P_n = A_n C_a$, де C_a – жорсткість шарнірів, Н/м; A_n – нормальна складова амплітуди, м.

При встановленні пружин 10 під гострим кутом короб починає здійснювати складний рух. В точці А відносна амплітуда A_{omn} передається пружиною на стійки 5 у вигляді сили, рівної $F = C_n A_{omn} \sin \varphi \cos^2 \alpha$, де C_n – жорсткість пружини, Н/м; A_{omn} – відносна амплітуда короба, м; φ – кут між напрямком A_{om} і центральною віссю інерції короба OO_1 ; α – кут між осями пружин 10 і стійок 5.

Внаслідок цього стійки 5 приводяться в рух, що забезпечує переносне переміщення точки А. Згідно з правилом складання переміщень у складному русі результуюча тангенційна складова амплітуди визначається як сума окремих переміщень

$A_{\tau a} = A_{\tau} + A_{\tau c}$, де A_{τ} – це відносна дотична складова амплітуди лотка в точці А; $A_{\tau c}$ – переносна амплітуда за рахунок гойдання стійки.

Зміна кута нахилу пружини відносно осі важеля впливає на величину дотичної складової амплітуди; зі зростанням цього кута дотична складова амплітуди також зростає. Що стосується нормальної складової амплітуди в точці А, то вона залишається рівною A_n , т.б. нормальною складовою відносною амплітуди, так як переносний рух – гойдання стійок 5 – не дає прибавки амплітуди по нормалі. Та частина нормальної складової амплітуди A_n , яка передається на стійки 5 у вигляді сили і від стійок на раму,

при цьому рівна $F_n = A_{nc} \frac{C_n C_a}{C_n + C_a}$ і складає динамічні навантаження, що

передаються на фундамент. Так як значення $\frac{C_n C_a}{C_n + C_a}$ менше за C_n і менше за

C_a , то нормальна складова A_{nc} сили, які передаються на фундамент, знижуються, що дозволяє досягти позитивного ефекту завдяки підвищенню динамічної стійкості системи.

Відомо про використання вібраційного сита для покращення ефективності поділу сипких матеріалів. Сито (рис. 2.5) складається з короба, усередині якого вмонтовано сітку, утворену ділянками, розташованими під кутом до горизонтальної площини.

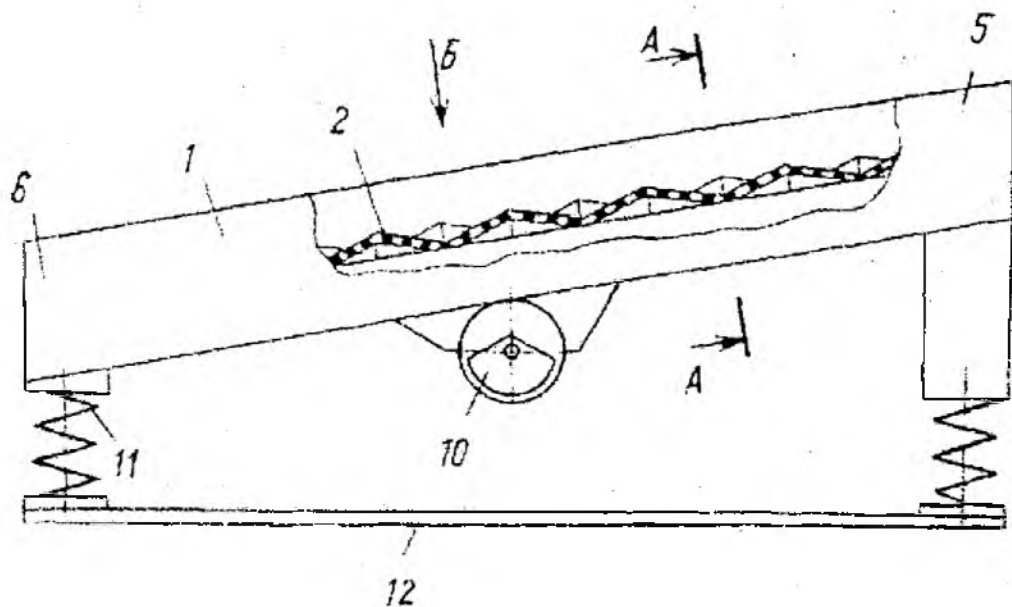


Рис. 2.5. Будова вібраційного сита

Джерело: розроблено із використанням [5]

Ділянки 3 і 4 моделюються як пари трикутників, розташованих у напрямку, перпендикулярному до руху матеріалу, що просіюється. Матеріал переміщується від завантажувальної частини 5 до вивантажувальної частини 6. Ці ділянки сполучаються довгими сторонами попарно, вершина до вершини, утворюючи конфігурацію, де основа 7 однієї пари розташовується між вершинами 8 сусідніх пар.

Чергуючись таким чином, ділянки 3 і 4 можуть формувати один або кілька рядів у напрямку руху матеріалу. Короб 1 оснащений дном 9, закріпленим із вібробудником 10, і під'єднаний до основи 12 за допомогою пружин 11. У разі використання багатошарової конструкції сита, у пристрої діє лише верхня сітка.

Вібраційне сито функціонує наступним чином. Короб 1 разом із сіткою 2 виконує кругові коливальні рухи, створювані вібробуджувачем 10, і завдяки пружному з'єднанню через пружини 11 з нерухомою основою 12. Матеріал, що підлягає просіванню, надходить на завантажувальну частину 5 сіток 2 і переміщується до вивантажувальної частини 6. Це відбувається під впливом вібрацій 10, а також через нахил сітки 2, що спрямовує рух матеріалу по зигзагоподібній траєкторії.

Відомий аналог – вібраційний грохот [6].

Основна мета винаходу – підвищення ефективності грохоту шляхом збільшення продуктивності та покращення процесу грохочення. Це досягається за рахунок інтенсифікації розшарування матеріалу на ситі (С), зменшення ймовірності забивання його отворів і оптимізації умов проходження матеріалу через сітку.

Грохот складається з короба 1 з ситом 2, яке спирається на раму 4 через пружні зв'язки 3. Конструкція містить низькочастотний вібробудник 5 у завантажувальній частині 2 та високочастотний вібробудник 7 – у

вивантажувальній. Вібровбудники створюють просторові коливання, які забезпечують запланований рух матеріалу: розшарування відбувається у завантажувальній частині, що сприяє кращій прохідності дрібних фракцій через отвори сита. Лінія центрів O_1O_2 , яка з'єднує центри тяжкості вібробудників 5 і 7, перетинає сито 2 в точці K , яка ділить сито по довжині на завантажувальну ділянку K_1K і розвантажувальну KK_2 , їхні довжини знаходяться в відношенні (1,1–1,25): 1. Вібробудник 5 і 7, які розташовані з двох боків сита 2 опозитні, до точки K . Частота обертань рівна у дебалансних валів і вібровозбудників.

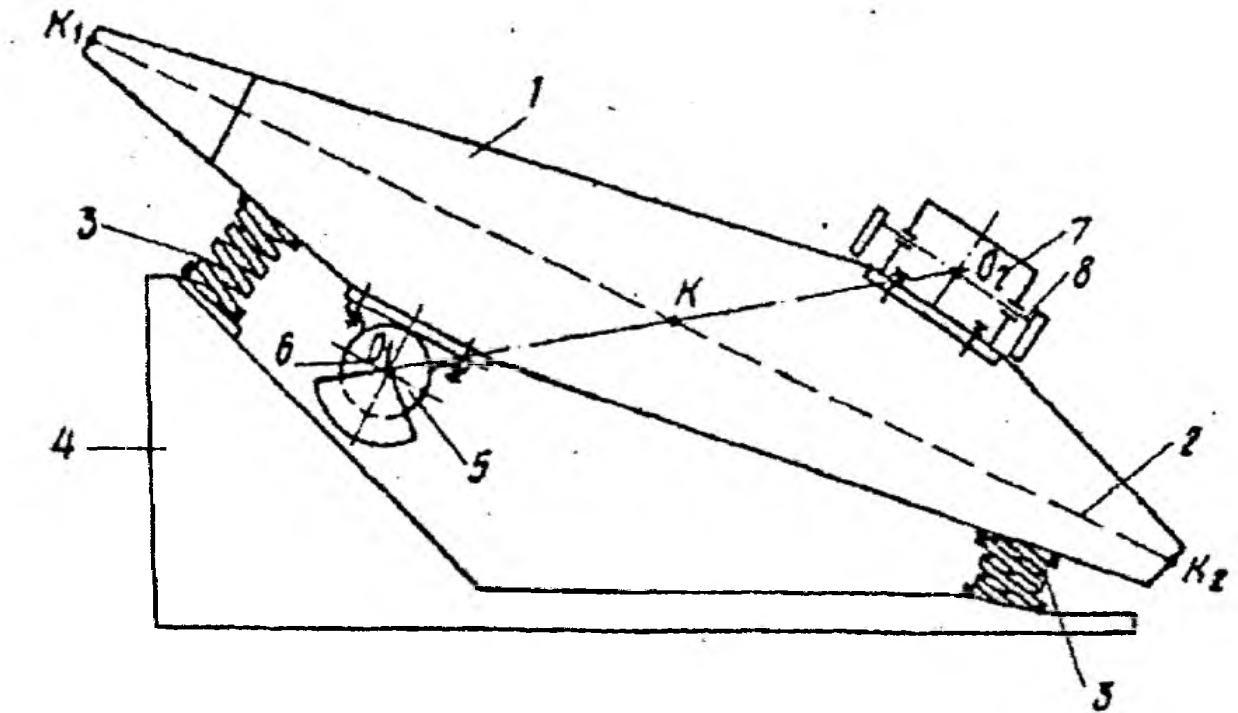


Рис. 2.6. Будова вібраційного грохоту

Джерело: розроблено із використанням [6]

Принцип роботи грохоту наступний.

Після активації вібробуджувачів 5 і 7 короб 1 разом із ситом 2 виконує просторові коливання. Такі коливання забезпечують активне переміщення шару матеріалу по поверхні сита 2 до зони розвантаження.

Водночас вони сприяють інтенсивному руху дрібних часток у контакті із ситом 2 через розшарування матеріалу в завантажувальній частині сита та підвищену прохідність мелкодисперсних часток через його отвори.

2.2 Пропозиції по модернізації

Розглянуті технічні пропозиції орієнтовані на вдосконалення конструкцій вібраційних грохотів, зокрема, для підвищення ефективності процесу сепарації матеріалів.

Одна з пропозицій [6] передбачає також зниження динамічних навантажень на робочий майданчик, що є основою при модернізації конструкції вібраційного грохоту ГТТ-51, рис. 2.7.

Основа цього грохоту складається з короба 1, який включає дві бортовини, з'єднані зв'язковими балками 2. Ці балки мають опорні цапфи 3 для кронштейнів 4, які забезпечують місце для установки пружин.

Для кріплення сит використані болтові з'єднання, що дозволяють легко їх замінювати. На коробі в зоні завантаження встановлено низькочастотний віброзбудник, дебалансний вал якого розташований перпендикулярно сити, а в зоні розвантаження – високочастотний віброзбудник з валом, розміщеним вздовж сита. Ці віброзбудники розташовані опозитно один до одного щодо точки, яка ділить сито на дві ділянки в співвідношенні приблизно 1,1–1,25. При запуску віброзбудників 6 і 7 короб і сито починають просторові коливання, що сприяють активному переміщенню матеріалу по сити до розвантажувальної частини та поліпшеній прохідності дрібних фракцій через отвори.

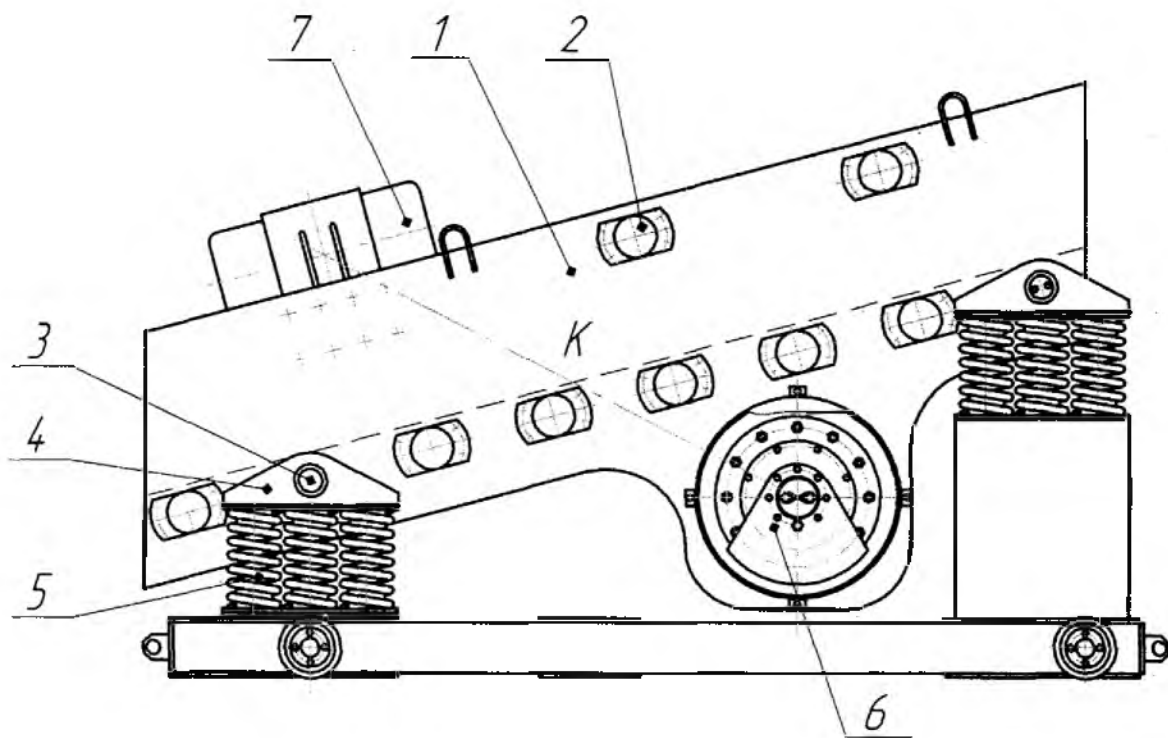


Рис. 2.7. Будова модернізованого грохоту
(розроблено автором)

Вібратор 6 одновальний (рис.2.8).

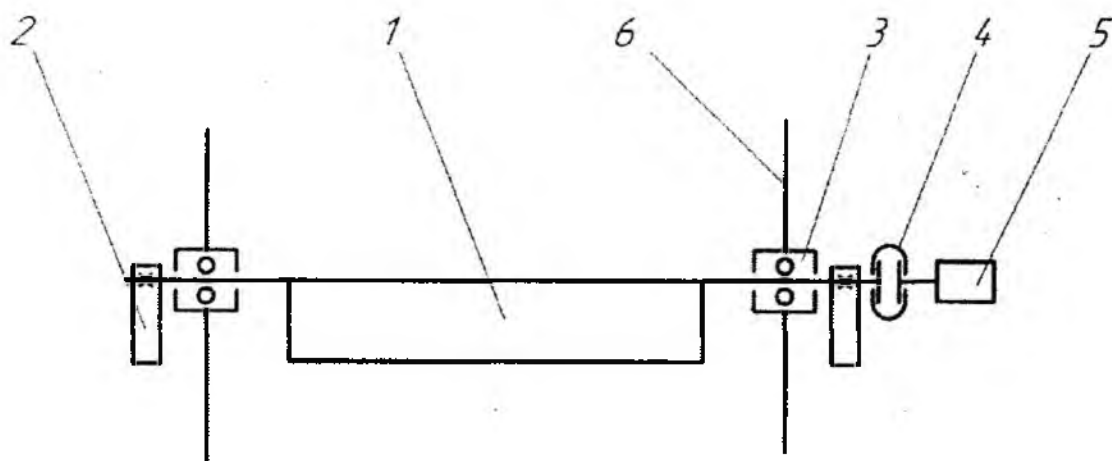


Рис. 2.8. Кінематична схема вібратора:

- 1 – вал дебалансний; 2 – дебаланс;
3 – дворядний сферичний роликопідшипник; 4 – муфта пелюсткова;
5 – електродвигун; 6 – бортовина корпусу
(розроблено автором)

Сам віброзбудник складається з дебалансного валу та важелів, за допомогою яких можна регулювати кінестатичний момент. Вал приводиться в дію електродвигуном змінного струму через муфту і встановлений на дворядні сферичні роликотідишпники, що витримують значні навантаження та допускають різні перекося валу.

2.3 Переваги пропонованої конструкції

Запропоноване технічне рішення націлене на підвищення ефективності грохочення рудних матеріалів, що в результаті збільшує продуктивність грохоту.

Всі ці напрацювання можуть бути використані при модернізації устаткування для грохочення рудних сипучих матеріалів працюючий в умовах дробильної фабрики – 1 ПАТ «АМКР».

2.4 Розрахунки по модернізації

2.4.1 Визначення продуктивності

Для розрахунку основних конструктивних параметрів грохоту приймаємо наступні вихідні дані

Частота коливань коробу, с-1	78,5
Амплітуда коливань коробу, мм	3...7
Частота горизонтальних коливань коробу, с-1	157
Амплітуда горизонтальних коливань коробу, мм	0,5
Маса коробу з ситами і вібратором, кг	3200

Фізичні властивості матеріалу, що підлягає просіюванню, значно впливають на процес грохочення, адже кожен матеріал має свою специфічну грохотимість. Отже, показники продуктивності можна оцінити лише на основі попередніх випробувань того ж матеріалу за аналогічних умов [7].

Основою для розрахунків є продуктивність за первинним матеріалом або черезмерним продуктом у кубічних метрах на годину на квадратний метр площі сита при певному розмірі отворів. Враховуються специфічні умови грохочення шляхом введення коефіцієнтів, які залежать від крупності матеріалу, ефективності грохочення, форми зерен та способу грохочення (сухого або вологого).

Існують три основні методи розрахунку продуктивності вібраційних грохотів для різних матеріалів: руд, вугілля та будівельних матеріалів. Порівнюючи різні методи, встановлено, що використання кількох з них одночасно не є доцільним. Тому обрано метод розрахунку для руд [9].

Масова продуктивність грохоту за початковим матеріалом

$$Q_{гр.в} = F_{груктитор} = 6,12 \cdot 22 \cdot 1,8 \cdot 0,8 \cdot 1,03 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 199,7 \text{ т/год} \quad (2.1)$$

де P – робоча площа сита, $P = bl = 1,75 \cdot 3,2 = 6,12 \text{ м}^2$,

де $L = 3,2 \text{ м}$ і $b = 1,75 \text{ м}$ - довжина і ширина сита;

q – середня продуктивність на 1 м^2 поверхні сита, $q_v = 22 \text{ т/м}^2\text{год}$;

γ – насипна маса матеріалу, що грохотиться;

$$\delta = 1,8 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}; k = 0,8; l = 1,03; m = 1,0; n = 1,0; o = 1,0; p = 1,0;$$

– поправочні коефіцієнти.

Прискорення робочого органу

– при мінімальній амплітуді коливань

$$a_1 = A_1 \omega^2 = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 78,5^2 = 18,5 \text{ м / с}^2 \quad (2.2)$$

– при максимальній амплітуді коливань

$$a_2 = A_2 \omega^2 = 7 \cdot 10^{-3} \cdot 78,5^2 = 43,1 \text{ м / с}^2$$

Коефіцієнт режиму при мінімальній амплітуді коливань

$$k_{\text{реж.мін}} = \frac{a_1}{g} = \frac{18,5}{9,81} = 1,9 \quad (2.3)$$

Коефіцієнт режиму при максимальній амплітуді коливань

$$k_{\text{реж.мін}} = \frac{a_2}{g} = \frac{43,1}{9,81} = 4,4$$

Коефіцієнт режиму знаходиться в межах $k_{\text{реж.мін}} = 1,9 \dots 4,4$, тобто відноситься до середньоінтенсивних ($2,4 < k_{\text{реж.с}} < 3,3$) і високоінтенсивних ($k_{\text{реж.мін}} \geq 3,3$) в залежності від амплітуди коливань [7].

Такий режим роботи знижує динамічні навантаження на металоконструкцію короба і забезпечує періодичні ударні струшування сита, які підвищують коефіцієнт режиму до рівня, необхідного для ефективної роботи з матеріалами, схильними до забивання отворів.

2.4.2 Розрахунок потужності привода

Необхідний кінетостатичний момент вібратору

- при мінімальній амплітуді коливань робочої поверхні $A_1=3$ мм

$$(\sum mr)_1 = (m_{\text{кол}} + m_{\text{м}}) \cdot A_1 = (3200 + 580) \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 11,4 \text{ кгм} \quad (2.4)$$

- при максимальній амплітуді коливань робочої поверхні $A_2 = 7$ мм

$$(\sum mr)_2 = (m_{\text{кол}} + m_{\text{м}}) \cdot A_2 = (3200 + 580) \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 26,5 \text{ кгм}$$

де $m_{\text{кол}}$ – маса частин грохоту, що коливаються, $m_{\text{кол}} = 3200$ кг;

$m_{\text{м}}$ – маса матеріалу, що знаходиться на робочих поверхнях грохоту,

$$m_{\text{м}} = BLH\gamma = 1,75 \cdot 3,7 \cdot 0,05 \cdot 1800 = 580 \text{ кг}$$

де B – маса частин грохоту, що коливаються, $B = 1,75$ м;

L – довжина робочої поверхні грохоту, $L = 3,7$ м;

H – висота шару матеріалу на робочій поверхні грохоту, $H = 0,05$ м;

γ – насипна маса матеріалу, що знаходиться на робочих поверхнях грохоту, $\gamma = 1800$ кг/ м³.

Більшість вібраційних грохотів працюють як коливальні системи, де за один період коливань енергія перетворюється з кінетичної у потенційну і навпаки. У стабільному режимі теоретично не потрібно енергії для подолання інерційних і пружних сил системи. Енергія витрачається лише на подолання ефекту дисипації, як-от тертя в підшипниках і втрати при контакті матеріалу з поверхнею сита. Експериментально встановлено, що переміщення 1 кг матеріалу на віброуючій поверхні потребує 0,002...0,003 кВт [7].

Потужність приводу вібраційного грохоту витрачається на подолання сил тертя в підшипниках вала вібратора та переміщення матеріалу по робочій поверхні [9]

$$N_n = N_{\text{тер.п}} + N_m = 16,2 + 1,7 = 17,9 \text{ кВт} \quad (2.5)$$

де $N_{\text{тер.п}}$ – потужність, що витрачається на тертя в підшипниках вібратору,

$$N_{\text{тер.п}} = f P_{\text{зб}} d \omega = 0,007 \cdot 163,3 \cdot 0,18 \cdot 78,5 = 16,2 \text{ кВт} \quad (2.6)$$

де f – коефіцієнт тертя кочення в підшипниках, $f = 0,007$;

$P_{\text{зб}}$ – збурююча сила, що розвивається дебалансами одного вібратору

$$P_{\text{зб}} = (\sum mr)_2 \omega^2 = 26,5 \cdot 78,5^2 = 163300 \text{ Н} = 163,3 \text{ кН} \quad (2.7)$$

де $(\sum mr)_2$ – максимальний сумарний кінетостатичний момент

вібратору, згідно технічній характеристиці $(\sum mr)_2 = 26,5 \text{ кгм}$;

d – діаметр валу під підшипником, приймаємо $d = 0,18 \text{ м}$;

ω – кутова швидкість, $\omega = 78,5 \text{ с}^{-1}$;

де N_m – потужність, що витрачається на вібротранспортування

$$N_m = 3 \cdot 10^{-3} m_{\text{т}} = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 580 = 1,7 \text{ кВт} \quad (2.8)$$

Умова вибору електродвигуну $N_{\text{дв}} \geq N_n$.

Електродвигун типу AIPP200L8 з підвищеним пусковим моментом підходить для цих умов [8]. Його технічні характеристики наведено у таблиці 2.1. Обраний електродвигун повинен гарантувати надійний запуск грохоту, для чого проводять розрахунок пускового моменту, потрібного для підняття дебалансів з нижнього положення у верхнє.

Пусковий момент електродвигуна, приведений до валу віброзбудника (при передавальному відношенні приводного пристрою $i = 1$) повинен задовольняти умові $M_{\text{п.д}} \geq (\sum mr)_2 \text{ г}$. [10]

Перевіримо виконання заданої умови

$$M_{п.д} = 0,5 \text{ кНм} \geq (\sum mr)_2 g \cdot 10^{-3} = 26,5 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 0,26 \text{ кНм} \quad (2.9)$$

де $M_{п.д}$ – пусковий момент електродвигуна.

$$M_{п.д} = M_{ном.д} k_1 = M_{ном.д} 1,8 = 0,28 \cdot 1,8 = 0,5 \text{ кНм} \quad (2.10)$$

де k_1 – кратність пускового моменту, $k_1 = 1,8$;

$M_{ном.д}$ – номінальний момент електродвигуна

$$M_{ном.д} = \frac{N}{\omega} = \frac{22}{78,5} = 0,28 \text{ кНм} \quad (2.11)$$

Вибраний електродвигун задовольняє умови вибору по потужності і по пусковому моменту.

Таблиця 2.1.

Технічна характеристика електродвигуна АІРР200L8

Параметр	Значення параметру
Потужність, кВт	22
Частота обертання, об/хв	750
Кратність пускового моменту	1,8
Рід струму	змінний трифазний
Напруга, В	380
Виконання по способу монтажу	ІМ1081
Маса, кг	260

Джерело: розроблено із використанням [8]

Необхідний кінетостатичний момент мотор-вібратору для горизонтальних коливань

$$(\sum mr)_2 = (m_{кол} + m_M) \cdot A_2 = (3200 + 580) \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 3,7 \text{ кгм}$$

де A_2 – маса частин грохоту, що коливаються, $A_2 = 0,8$ мм.

Обираємо мотор-вібратор чеського виробництва тип якого W81 B/4. Технічні характеристики мотор-вібратора приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Технічна характеристика мотор-вібратору W81 B/4

Параметр	Значення параметру
Потужність, кВт	7,1
Частота обертання, об/хв	1500
Рід струму	змінний трифазний
Напруга, В	380
Кінетостатичний момент, кгм	3,8
Маса, кг	319

Джерело: розроблено із використанням [8]

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників

Умови праці на фабриці визначаються наявністю кількох шкідливих факторів, серед яких запиленість, теплове випромінювання, шум, вібрації та різке контрастне освітлення [11].

Пил є найпоширенішим з цих факторів. Це зумовлено тим, що багато виробничих процесів – такі як робота дробарок і млинів, операції розвантаження компонентів, а також наявність незакритих складів сировини – супроводжуються появою пилу. Пил негативно впливає на організм людини, зокрема на дихальні органи. Зокрема, пил погіршує видимість та орієнтування в робочій зоні, а також сприяє швидкому зносу деталей обладнання в зонах тертя. Крім цього, пил може бути вибухонебезпечним і викликати накопичення статичної електрики. Частинки пилу в цеху мають різні розміри: великі швидко осідають, а дрібні залишаються в повітрі тривалий час. Хімічний склад пилу варіюється залежно від робочих умов та використовуваного обладнання.

Концентрація пилу з фіброгенними властивостями становить $6,2 \text{ мг/м}^3$ при нормативному значенні 6 мг/м^3 .

Вплив пилу залежить від його фізико-хімічних властивостей, токсичності, дисперсності та концентрації.

Оцінка мікроклімату виробничих приміщень базується на часі перебування під впливом теплового випромінювання, тривалості дії теплової радіації, а також таких параметрах, як температура, відносна вологість та швидкість руху повітря.

Оптимальні значення цих метеофакторів для фабрики наведені у таблиці 3.1 з урахуванням середньої тяжкості робіт [12].

Окрім пилу, робота на фабриці характеризується високим рівнем шуму і вібрацій на деяких робочих місцях. Основні джерела шуму включають технологічне обладнання – редуктори, вентилятори, компресори, насоси, ручний ударний інструмент і транспортні системи, а також проходження газу або рідини через трубопроводи.

Санітарно–гігієнічні характеристики умов праці на робочих місцях приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Санітарно–гігієнічна характеристика умов праці на робочому місці

Ділянка, професія	Фізфактор		Метеофактори												Шкідливі речовини	
	Шум, дБА		Швидкість руху повітря, м/с				Відносна вологість повітря, %				Температура, t°С				Запиленість, мг/м ³	
			Холодний період		Теплий період		Холодний період		Теплий період		Холодний період		Теплий період			
	ГДР	Факт	ГДР	Факт	ГДР	Факт	ГДР	Факт	ГДР	Факт	ГДР	Факт	ГДР	Факт	ГДК	Факт
ДФ-1, слюсар-ремонтник	80	83	0,2	0,4	0,4	0,4	40	48	40	41	18	15	20	38	6	6,2
							60		60		20		23			

Джерело: розроблено із використанням [12]

З фізіологічної точки зору, шум є шкідливим подразником, який впливає на органи слуху та весь організм людини. Він заважає нормальному виконанню робочих завдань і сприйняттю корисних звукових сигналів і мовлення.

Тривалий вплив шуму та вібрації може призводити до погіршення зору та слуху, підвищеного тиску, розладів нервової і серцево-судинної систем, а також проблем з опорно-руховим апаратом. Функціональні зміни в серцево-

судинній і нервовій системах та важкі форми вібраційної хвороби можуть спричинити часткову або повну втрату працездатності.

На фабриці деякі технологічні операції супроводжуються шумом низької та високої частоти, що також відносять до несприятливих чинників [14].

Через велику кількість обладнання фабрика класифікується як підвищено небезпечна. Особливо небезпечними є обертові або рухомі частини машин і агрегатів, такі як вантажопідйомна техніка, рух стрічок конвеєрів та їх роликів, обертання барабанів, а також застосування магнітних шайб на окремих кранах, робота на висоті.

Існує ризик ураження електричним струмом, адже фабрика за класифікацією електробезпеки вважається особливо небезпечною, оскільки основне обладнання (дробарки, грохоти, конвеєри, вантажопідйомна техніка) працює на електроенергії.

Струм силою понад 0,1 А, не викликаючи опіків, може негативно вплинути на нервову систему та м'язи й навіть спричинити параліч дихальних і серцевих м'язів [14].

Вібраційний грохот ГТТ-51 є агрегатом з різноманітним електричним та механічним обладнанням. Контакт з його рухомими частинами може призвести до ушкоджень. Загроза зростає, коли на обертових частинах є виступаючі болти чи шпонки або коли частини механізму обертаються назустріч один одному, створюючи небезпечну зону захоплення.

Незадовільне освітлення стає причиною травм, негативно впливає на зір працівників і знижує продуктивність праці. Тому важливо забезпечити належне освітлення у прольотах дробильної фабрики як вдень, так і вночі.

3.2 Заходи по зниженню і усуненню шкідливих і небезпечних чинників

Для зменшення впливу негативних факторів на працівників фабрики проект включає кілька ключових заходів.

По всій фабриці планується застосовувати мокре обеспилювання в скруберах різних конструкцій, а також встановлювати витяжні парасольки для забезпечення комфортних умов праці [13].

Запропоновано віддалення персоналу від зон теплового випромінювання, механізацію та автоматизацію виробничих процесів, а також встановлення систем для моніторингу робочих процесів.

З урахуванням факторів навколишнього середовища необхідно використовувати світильники із захисним виконанням.

Важливо регулярно чистити світлові поверхні від бруду і пилу, оскільки це збільшує їх ефективність і знижує споживання електроенергії для освітлення цехів.

Структури фабрики, такі як стіни та колони, фарбуються для підвищення відбиткової здатності.

Щоб зменшити шкідливий вплив вібрації на персонал, у конструкціях обладнання фабрики передбачено встановлення гумових амортизаторів і віброгасників.

Усі небезпечні ділянки мають бути огорожені, з висотою огорож не менше 1 метра. Обладнання цеху і пульти повинні бути розташовані так, щоб до них був легкий доступ. Всі рухомі механізми мають бути обладнані кожухами [14].

Вібраційні грохоти ГІТ-51 потребують надійного закріплення та захисту кожухами через дебаланси, що створюють небезпеку.

Електричні кабелі фабрики планується захищати металевими трубами або гнучкими рукавами.

По всій території фабрики наявні чітко позначені проходи і перехідні майданчики зі сходами, облаштовані відповідно до чинних норм.

Для роботи на кранах облаштовані посадкові і аварійні ремонтні площадки з доступом, забезпеченим додатковими сходовими маршами з проміжними майданчиками для відпочинку [11].

Як додаткові заходи пропонується:

- усунення пилу: оснастити кожне робоче місце витяжним зонтом і ввести поверхнево-активні речовини у систему мокрого пилоподавлення;
- поліпшення мікроклімату: встановлення кондиціонерів;
- зниження вібрації та шуму: поступова заміна пневматичних інструментів на електричні;
- зменшення ризику ураження струмом: застосування акумуляторного переносного електроінструменту;
- запобігання падінням: використання запобіжного пояса з двома карабінами.

Неправильне освітлення є причиною травматизму, погіршує зір працівників і знижує продуктивність, тому важливо забезпечити належне освітлення в денний і нічний час.

Згідно з нормами, освітленість приміщень для грохочення та сортування має бути не менше 150 люксів [13].

ВИСНОВКИ

Під час вивчення конструкційних особливостей і функціонування грохоту ГТТ-51Н, який використовується перед стадіями середнього та дрібного дроблення, а також у замкнутій системі після дрібного дроблення, було встановлено, що цей вібраційний грохот проявляє низьку ефективність і схильний до постійного забивання щілин сита через просторові коливання.

Аналіз роботи дробильної фабрики та застосовуваного обладнання показав необхідність технічного вдосконалення.

Проведений патентно-літературний огляд дозволив визначити рішення, яке мінімізує виявлені недоліки конструкції грохоту, спрямоване на підвищення ефективності процесу грохочення та зменшення забивання щілин.

Інтенсифікація процесу досягається шляхом встановлення мотор-вібратора в розвантажувальній частині корпусу. Його вал розташований вздовж осі грохоту, що забезпечує просторові коливання робочого органу і тим самим підвищує загальну ефективність процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Машины та агрегати металургійних заводів. У 3-х томах Т.3. Машины та агрегати для виробництва та оздоблення прокату. Підручник для вишів. А.І. Ціліков, П.І. Полухін, В.М. Гребінник та ін., Металургія, 1981. 576 с.
2. Тихонов Н.В. Транспортні машини та комплекси гірничорудних підприємств: Надра, 1975.-288с.
3. Фінкель А.Ф. Монтаж обладнання металургійних та коксохімічних заводів. Навчальний посібник для вузів: Вища школа, 1976. 248 с.
4. А.с. 596628, МКІ 3 21 3 5/46. Пристрій з неутримуваним зв'язком між віброючим коробом та ситом/ Ю.В. Модерау. - №2410949/22; Заявл. 11.10.76; Опубл. 05.03.78, Бюл. № 9.
5. А.с. 627168, МКІ 3 21 3 5/48. Багатоситний вібраційний грохот/ Ю.В. Модерау. - №2455897/22; Заявл. 24.02.77; Опубл. 05.10.78, Бюл. №37.
6. А.с. 327178, МКІ 3 21 3 4/48. Пристрій для інтенсифікації розшарування матеріалу/ Д.А. Тарпіньян. - №3561868/22; Заявл. 10.03.83; Опубл. 30.10.84, Бюл. №40.
7. Решето Д.М. Деталі машин: Підручник для студентів машинобудівних та механічних спеціальностей вузів. 4-те вид. перероб. I дод.: Машинобудування, 1989.-496 с.: іл.
8. Довідник металіста. У 3-х т. т.2. / За ред. Н.С. Ачеркана. В пов. Т1. - 2-ге вид., перераб. та дод.: Машинобудування, 1965. 1008с.
9. Крилов В.А. Монтаж металургійного устаткування. Навчальний посібник для вузів: Металургія, 1971 р., 400 стор.
10. Бейзельман Р.Д., Ципкін Б.В., Перель Л.Я. Підшипники кочення: Довідник.: Машинобудування, 1975. - 572 с.
11. Злобинський Б.М. Охорона праці у металургії, навчальний посібник для вузів: "Металургія", 1975. 531 с.
12. СН 245-71. Санітарні норми проектування промислових підприємств.

13. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
14. ДСТУ 7239:2011. Засоби індивідуального захисту.

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

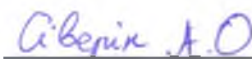
Я, Сіверін Андрій Олександрович, підтримую політику Державного університету економіки і технологій з академічної доброчесності і відкритого доступу.

Засвідчую, що кваліфікаційна бакалаврська робота «Модернізація робочого органу грохоту ГТТ-51 ДФ-1 ГД 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)