

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Механіко-машинобудівний факультет

Кафедра інжинірингу та дизайну в машинобудуванні

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Саверського Максима Вадимовича
(ПІБ)

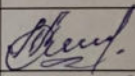
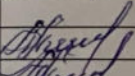
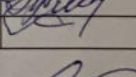
академічної групи 133-17-1
(шифр)

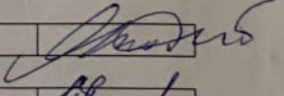
спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(код і назва спеціальності)

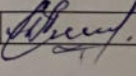
спеціалізації Гірничі машини та комплекси
(офіційна назва)

за освітньо-професійною програмою «Гірничі машини та комплекси»
(офіційна назва)

на тему **Зворотний інжиніринг перехідної секції
вібраційного млина MBV-0,15-2**

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Анциферов О.В.	80	добре	
розділів:				
Конструкторський	Анциферов О.В.	80	добре	
Експлуатаційний	Анциферов О.В.	80	добре	

Рецензент	Младецький І.К.	80	добре	
-----------	-----------------	----	-------	--

Нормоконтролер	Анциферов О.В.	80	добре	
----------------	----------------	----	-------	--

Дніпро
2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
інжинірингу та дизайну в
машинобудуванні

Заболотний К.С.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » 2021 року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра**

студенту Саверському Максиму Вадимовичу академічної групи 133-17-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(код і назва спеціальності)

спеціалізації Гірничі машини та комплекси
(офіційна назва)

за освітньо-професійною програмою «Гірничі машини та комплекси»
(офіційна назва)

на тему Зворотний інжиніринг перехідної секції
вібраційного млина MBV-0,15-2

затверджену наказом ректора НТУ «ДП» № 260-с від 14 травня 2021 р., додаток № 3

Розділ	Зміст	Термін виконання
Конструкторський	На основі наданої конструкторської документації, матеріалів виробничих практик і науково-технічних джерел розробити зворотний інжиніринг перехідної секції двокамерного вертикального вібраційного млина. Провести розрахунок пружної системи млина, основних елементів приводу, потрібної потужності з вибором електродвигунів, шатунів ексцентрикового приводу. Розробити конструкторську документацію: перехідна секція млина і його деталі.	21.06.2021 р.
Експлуатаційний	Розробити технічні вимоги на виготовлення млина, програму і методику його випробувань. Розробити та обґрунтувати заходи щодо техніки безпеки при обслуговуванні й експлуатації млина.	23.06.2021 р.

Завдання видано

Анциферов О.В.
(підпис керівника)

Анциферов О.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 05.05.2021 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 25.06.2021 р.

Прийнято до виконання

(підпис студента)

Саверський М.В.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 65 сторінок, 13 рисунків, 6 таблиць, 3 посилання, 7 додатків.

Об'єкт розробки – зворотній інжиніринг перехідної секції вібраційного млина MBV-0,15-2.

Мета дипломного проекту – конструктивна модернізація перехідної секції вертикального вібраційного млина MBV-0,15-2 для кріплення робочого органу із збільшеною кількістю помольних секцій.

У вступі були наведені: стислий опис назначення млинів та їх види, напрямки розвитку, країни виробники та призначення млинів в сучасній промисловості.

У конструкторському розділі описані загальні відомості про млини та їх особливості. Наведенні схеми млиннів та їх приводів, було розраховано геометричні та технічні параметри вібраційного млина і приводу. Створено комп'ютерну 3D модель та конструкторську документацію на перехідну секцію вібраційного млина.

У експлуатаційному розділі було визначено умови монтажу та експлуатації вібраційного млина.

Графічна частина проекту становить 3 аркуші формату A1.

Кваліфікаційна робота на тему «Зворотній інжиніринг перехідної секції вібраційного млина MBV-0,15-2» перевірена на унікальність за допомогою програми AntiPlagarism.Net версія 4.93.0.0.

Унікальність становить 94%

Результати перевірки містяться в додатку на CD диску.

ІДМ.РК.21.15-00.00.000 ПЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Саверський		25.06
Перевірив		Анциферов		
Н-контр.		Анциферов		25.06
Затверд.		Заболотний		25.06

Реферат

Літ.	Арк.	Аркуші
	3	64
НТУ "ДП"		
133-17-1		

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1 Конструкторський	
Вібраційні млини	
1.1 Історія створення і використання.....	8
1.2 Вертикальний вібраційний млин.....	12
1.3 Вертикальний вібраційний млин МВВ-0,15-2.....	14
1.4 Типи приводів.....	20
Розрахункова частина	
1.5 Вихідні данні для розрахунку.....	26
1.6 Маса основних коливаючихся одиниць.....	26
1.7 Визначення маси кульового завантаження.....	26
1.8 Розрахунок необхідного зусилля в приводі.....	28
1.9 Розрахунок споживаної потужності і вибір електродвигуна.....	36
1.10 Облік циклічної дії зусилля в шатунах жорсткого ексцентрикового приводу і впливу технологічної завантаження.....	34
1.11 Розрахунок пружин млина.....	38
1.12 Робочий орган – помольна камера МВВ-0,15-2.....	41
1.13 Висновки до розділу	42
Розділ 2 Експлуатаційний	
2.1.1 Загальні вказівки.....	44
2.1.2 Призначення.....	44
2.1.3 Технічні дані.....	44
2.1.4 Робота млина та його складових частин.....	45
2.1.5 Вказівка із заходів безпеки.....	45

ІДМ.РК.21.15-00.00.000 ГЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Саверський		25.06
Перевірив		Анциферов		
Нконтр.		Анциферов		25.06
Затверд.		Заболотний		25.06

Зміст

Літ.	Арк.	Аркуші
	4	64
НТУ "ДП" 133-17-1		

2.1.6 Підготовка до роботи.....46

2.1.7 Регулювання і налаштування.....47

2.1.8 Перевірка технічного стану.....47

2.1.9 Можливі несправності і способи їх усунення.....48

2.1.10 Технічне обслуговування.....48

2.2.1 Програма і методика випробувань млина MBV-0,15-2.....51

2.2.2 Перевірка відповідності млина, технічних умов і комплекту конструкторської документації.....52

2.2.3 Перевірка забезпечення стабільності роботи млина.....53

2.2.4 Перевірка зручності обслуговування і проведення ремонту млина.....53

2.2.5 Перевірка відповідності млина вимогам безпеки.....54

2.2.6 Підготовка млина до випробувань.....54

2.2.7 Тривалість і режим випробувань, необхідні вимірювання під час випробувань.....54

2.2.8 Заходи безпеки під час випробувань.....55

2.2.9 Висновки до розділу.....56

Висновок.....57

Перелік посилань59

Додаток А Відповідність матеріалів кваліфікаційної роботи.....60

Додаток Б Специфікація до складальних креслеників.....61

Додаток В Презентація кваліфікаційної роботи.....63

Додаток Г Перевірка кваліфікаційної роботи на плагіат.....64

Додаток Д Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....65

Додаток Е Рецензія на кваліфікаційну роботу.....67

Додаток Ж Витяг с протоколу.....68

ІДМ.РК.21.15-00.00.000 ГЗ

					ІДМ.РК.21.15-00.00.000 ГЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		5

ВСТУП

Для подрібнення матеріалів на збагачувальних фабриках гірничорудної та інших галузей промисловості в основному застосовуються стрижневі й кульові барабанні млини. Ці млини забезпечують переробку великих потоків матеріалів, що є головною їх перевагою перед іншими типами апаратів для подрібнення. Поряд з цим барабанні млини мають низьку інтенсивність подрібнення, і внаслідок цього, малі питомі продуктивності при великому зносі куль і футерованих матеріалів. Великі труднощі виникають при необхідності отримання в цих млинах дрібних класів, при завантаженні і вивантаженні подрібнюють матеріалів, особливо в тих випадках, коли подрібнення проводиться сухим способом.





Одним з розвитку напрямів підвищення ефективності подрібнення, отримання більш якісних концентратів і зниження їх вартості є застосування вібраційних млинів.

В даний час вібраційні млини випускаються в Німеччині, США, Англії, Швеції, Японії та інших країнах, проте вони знаходять застосування тільки в хімічній промисловості, при виробництві будівельних матеріалів, металокерамічних і силікатних виробів і т. д. У гірничорудній промисловості ці млини поки не набули поширення головним чином через труднощі створення млинів з великими обсягами помольних камер, здатних задовольнити по продуктивності вимоги сучасних гірничо-збагачувальних підприємств.

Застосовують в металургії, теплоенергетиці, вугільній, хімічній і ін. галузях промисловості. Розрізняють млини для сухого і мокрого подрібнення.

Використовують млини таких типів: барабанні або гравітаційні (кульові, стрижневі, цильпесні, роликові, самоподрібнення), відцентрові,

ІДМРК.21.15-00.00.000 ГЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Саверський		25.06
Перевірив		Анциферов		26.06
Нконтр.		Анциферов		26.06
Затверд.		Заболотний		25.06

Вступ

Літ.	Арк.	Аркуші
	6	64
<p style="font-weight: bold;">НТУ "ДТ"</p> <p style="font-weight: bold;">133-17-1</p>		

вібраційні (інерційні, гіраційні); маятникові (вихрові, аеробильні, молоткові, пальцеві); струменеві, колоїдні та ін. Млини бувають промислові та лабораторні. Окрему групу млинів становлять стирачі лабораторні (наприклад, бігуни), у яких подрібнення здійснюється між двома стираючими поверхнями (дисками, циліндрами), в той час як в інших млинах процес протікає в об'ємі подрібнюваного матеріалу. За іншою класифікацією млини поділяють на барабанні (кульові, стержневі), трубні, конусні, самоподрібнення, роликкові (ролико-кільцеві, кульово-кільцеві, катково-чашкові, катково-дискові), ударно-відцентрові (молоткові, дезінтегратори, дисмембратори), жорнові, вібраційні, струменеві тощо.

Подрібнення мінеральної сировини на вугле - і рудозбагачувальних фабриках і в рудопідготовчих відділеннях металургійних підприємств найчастіше здійснюється в барабанних млинах (стержневих, кульових, рудногалькових, самоподрібнення). Млини іншої конструкції застосовують у спеціальних випадках (наприклад, дезінтегратори — для тонкого помелу вугілля при приготуванні висококонцентрованих водовугільних суспензій, струминні млини — для надтонкого помелу рідкіснометалічних руд тощо).

Мета практики: отримання початкових знань з вібраційних млинів та вивчення конструкції вертикального вібраційного млина МВВ-0,15-2.

Завдання.

1. Історія розвитку машин для механічного подрібнення.
2. Область застосування.
3. Конструктивні схеми вібраційних млинів.
4. Вертикальні вібраційні млини.
5. Типи приводів, що використовуються у вібраційних млинах.

ІДМ.РК.21.15-00.00.000 ПЗ

Арк.

Зм. Арк. № докум. Підп. Дата

7

Розділ 1. Конструкторський

ВІБРАЦІЙНІ МЛИНИ

1.1 Історія створення і використання

Вібраційний кульовий млин. Перші досліді з такими млинами проведені у 1920 р. хоча Грюндер приписує їх винахід Кіскальту (виставка в Бреслау в 1935 р.). Спочатку ці машини застосовувалися для подрібнення тільки дорогих матеріалів. Штерер використовував їх в 1943 р. для помелу полістиролу. Бантінг і Крокер повідомили в 1953 р. про початок їх виробництва фірмою «Елліс Чалмерс» в США. Йшлося про млин для вапна діаметром 0,375 м, довжиною 0,75 м і млинку для клінкеру діаметром 1,05 м і довжиною 1,05 м [1].

Грунтовні дослідження роботи кульових вібраційних млинів проведені в Радянському Союзі. Мета цих досліджень полягала у визначенні можливості їх застосування у великих масштабах у виробництві в'язучих і ряду інших матеріалів.

Вібраційний кульовий млин складається з циліндричного барабана, електромотора і валу вібратора. Циліндричний барабан з молольними тілами встановлений в корпусі, що спирається на ресори. Електромотор приводить в рух вал вібратора, який проходить крізь барабан. Вал вібратора являє собою трубу з подвійною стінкою, на якій закріплений незбалансований вантаж.

При роботі цього млина подрібнення походить від удару і стирання. На противагу звичайним кульовим млинам, в яких насилу досягається тонкість помелу менш 60 мк, в вібраційних млинах можна досягти надтонкого помелу при порівняно менших витратах енергії і знос установки.

ІДМРК.21.15-00.00.000 ГЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Гідп.	Дата	Розділ 1 Конструкторський	Літ.	Арк.	Аркуші
Розробив		Саверський	<i>[Підпис]</i>	25.06			8	64
Перевірив		Анциферов	<i>[Підпис]</i>	25.06				
Нконтр.		Анциферов	<i>[Підпис]</i>	25.06		НГУ "ДП"		
Затверд.		Заболотний	<i>[Підпис]</i>	25.06		133-17-1		

1.13 Висновки до розділу

Вібраційні млини застосовуються для тонкого і надтонкого подрібнення різних матеріалів крупністю до 0,25 мм в хімічній промисловості, при виробництві будівельних матеріалів, силікатних та інших виробів. Крупність подрібненого продукту становить до 1 мкм.

Вібраційні млини можуть працювати у періодичному і безперервному режимі. Вони можуть застосовуватись для сухого і мокрого подрібнення. Подрібнений продукт вібраційних млинів більш однорідний за крупністю ніж барабанних млинів. Вібраційні млини можна використовувати для подрібнення таких матеріалів, які не подрібнюються у барабанних млинах (наприклад, слюди).

Визначили жорсткість пружини. Значення якої дорівнює 5467,5 Н/м. Розраховано потужність з умови переходу через резонанс. Яка складає 1,25 кВт. За цим значенням вибираємо електродвигун ВАО-32-6 потужністю 2 кВт.

Підраховали власні частоти пружини щоб уникнути появи резонансів. Отримане значення дорівнює 395 1/с, при частоті коливання млина 105 1/с резонанс неможливий.

ІДМ.РК.21.15-00.00.000 ГЗ

Арк.

43

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

РОЗДІЛ 2 ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ

2.1.1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

2.1.1.1. Перед введенням млина в експлуатацію необхідно провести розконсервацію, а також перевірку технічного стану згідно з розділом № II, даного технічного опису та інструкції з експлуатації.

2.1.1.2. Для забезпечення надійної роботи млина температура навколишнього середовища в приміщенні повинна бути в межах від 0 до плюс 30 ° С.

2.1.2 ПРИЗНАЧЕННЯ

2.1.2.1. Вертикальний вібраційний млин MBV - 0,15 - 2 призначений для подрібнення матеріалів в галузі порошкової металургії.

2.1.2.2. Млин MBV - 0,15 - 2 може бути використаний для сухого і мокрого подрібнення міцних і абразивних матеріалів, що застосовуються в порошковой металургії, хімічній, вогнетривкій, абразивній, і інших галузях промисловості.

2.1.3. ТЕХНІЧНІ ДАНІ

2.1.3.1. Основні технічні дані млина MBV - 0,15-2 наведені в таблиці

Найменування	Значення
Діаметр помольної камери, мм	159
Число помольних камер, шт.	2
Амплітуда коливань, мм	7
Частота коливань, с ⁻¹	102
Габаритні розміри млина (з урахуванням майданчика для обслуговування), мм	
Висота	2000
Ширина	800
Довжина	1100

ІДМРК.21.15-00.00.000 ГЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Саверський	<i>[Підпис]</i>	25.04			
Перевірів		Анциферов	<i>[Підпис]</i>	25.06		44	64
Нконтр.		Анциферов	<i>[Підпис]</i>	25.06	Розділ 2 Експлуатаційний НТУ "ДТ" 133-17-1		
Затверд.		Заболотний	<i>[Підпис]</i>	25.06			

Висновки за розділом

В експлуатаційному розділі вирішені задачі:

1. Розроблено загальні вказівки з експлуатації
 - призначення;
 - перевірка технічного стану;
 - регулювання і налаштування;
 - підготовка до роботи;
 - правила експлуатації і технічне обслуговування млина;
2. Розроблено вимоги з техніки безпеки при роботі на млині.

ІДМ.РК.21.15-00.00.000 ГЗ

ІДМ.РК.21.15-00.00.000 ГЗ

Арк.

57

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ВИСНОВКИ

Виконана кваліфікаційна робота по зворотньому інжинірингу перехідної секції вібраційного млина MBV-0,15-2.

У вступі описані загальні відомості про вібраційні мирини, сферу застосування та класифікація.

У конструкторському розділі розглянуті загальні відомості про приводи млинів так їх типи. Детально розглянута конструкція робочого органу вібраційного млина MBV-0,15-2, проведено аналіз та розраховано основні елементи приводу.

У експлуатаційному розділі були перевірені вимоги показників млина, розроблена інструкція з експлуатації, монтажу та обслуговування млина, а також запобіжні заходи для усунення несправностей.

ІДМРК.21.15-00.00.000 ГЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Саверський	<i>[Signature]</i>	25.06
Перевірив		Анциферов	<i>[Signature]</i>	25.06
Н-контр.		Анциферов	<i>[Signature]</i>	25.06
Затверд.		Заболотний	<i>[Signature]</i>	25.06

Висновки

Літ.	Арк.	Аркуші
	58	64
НТУ "ДП"		
133-17-1		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Роже Гийо. Проблема измельчения материалов и ее развитие. – М.: Издательство литературы по строительству, 1964. – 111 с.
2. Франчук В.П. Конструкции и динамический расчет вибрационных мельниц // Техника и технология обогащения руд. – М.: Недра, 1975. – С. 143-160.
3. Потураев В.Н., Франчук В.П., Червоненко А.Г. Вибрационные транспортирующие машины. Изд-во «Машиностроение», М., 1964. – 272 с.
4. Быховский И.И. Основы теории вибрационной техники. М: Машиностроение, 1978 г. – 416 с.
5. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. Л: Машиностроение, 1976 г. – 320 с.

ІДМ.РК.21.15-00.00.000 ГЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Саверський	<i>[Signature]</i>	25.06			
Перевірив		Анциферов	<i>[Signature]</i>	25.06		59	64
Н-контр.		Анциферов	<i>[Signature]</i>	25.06			
Затверд.		Заболотний	<i>[Signature]</i>	25.06			
Перелік посилань					НТУ "ДТ" 133-17-1		

ВІДЗИВ
на кваліфікаційну роботу бакалавра на тему
«Зворотний інжиніринг перехідної секції
вібраційного млина МВВ-0,15-2»
студента групи 133-17-1
Саверського Максима Вадимовича

1. Мета дипломного проекту – конструктивна модернізація перехідної секції вертикального вібраційного млина МВВ-0,15-2 для кріплення робочого органу із збільшеною кількістю помольних секцій.

2. Актуальність теми слідує з підвищення попиту порошкової металургії на млини даного типу для тонкого подрібнення металевих порошків, що використовуються як леговані добавки до інших матеріалів. Тому перевірка конструкторської документації та додаткові розрахунки необхідні.

3. Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра з напрямку підготовки за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування – конструювання вузла вібраційного млина.

4. Завдання кваліфікаційної роботи: створення електронної конструкторської документації перехідної секції вертикального вібраційного млина безперервної дії, вивчення конструкції робочого органу і його основних деталей, розрахунок пружної системи, шатунів приводу на міцність з урахуванням циклічності навантаження і підшипників приводу.

5. Оригінальність технічного рішення полягає у конструктивних змінах робочого органу з метою розміщення додаткової помольної секції, що приведе до збільшення дисперсності кінцевого продукту.

6. Практичне значення результатів проектування полягає у підвищенні ефективності здрібнення за рахунок модернізації помольної камери.

7. Розрахунки, що підтверджують працездатність запропонованої конструкції помольної камери, шатунів ексцентрикового вібраційного збуджувача і елементів приводу, виконані з використанням стандартних методик.

8. Оформлення креслень та пояснювальної записки дипломної роботи виконано з окремими відхиленнями від стандартів.

9. Ступінь самостійності виконання дипломного проекту задовільна.

10. Дипломний проект в цілому заслуговує оцінки «добре».

11. Зниження оцінки пояснюється наявністю таких недоліків:

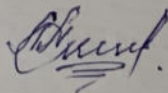
- недостатня самостійність студента при пошуку матеріалів, роботі з літературою і обробці здобутих даних;

- несвоєчасна підготовка звітних матеріалів згідно графіка їх подачі.

Пропозиції щодо удосконалення підготовки дипломників:

участь у науковій студентській конференції з доповіддю за матеріалами диплому, повинні стати обов'язковими, розглядаючи їх як попередню репетицію перед виступом на захисті дипломного проекту.

Керівник кваліфікаційної роботи,
доцент кафедри інжинірингу
та дизайну в машинобудуванні



О.В. Анциферов

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра, студента гр. 133-17-1

Саверського Максима Вадимовича

«Зворотний інжиніринг перехідної секції

вібраційного млина МВВ-0,15-2»

Мета кваліфікаційної роботи – конструктивна модернізація перехідної секції вертикального вібраційного млина для кріплення робочого органу із збільшеною кількістю помольних секцій.

Актуальність теми полягає в тому, що в даний час з'явилась потреба у невеликих кількостях дрібнодисперсних порошків, що використовуються як леговані добавки до інших матеріалів. Тому перевірка конструкторської документації та додаткові розрахунки млинів даного типу необхідні.

Об'єкт діяльності випускника напряму підготовки 133 Галузеве машинобудування безпосередньо пов'язаний з темою кваліфікаційної роботи.

У завдання диплома входило: огляд конструкцій вертикальних вібраційних млинів і відмінності їх від інших типів млинів, вивчення конструкцій ексцентрикових приводів та основних елементів помольних камер, ознайомлення з методикою розрахунку на міцність шатунів приводу, переведення конструкторської документації в електронний вигляд. Виходячи з поставлених задач, пошукувачем проводиться зворотній інжиніринг даної конструкції помольної камери млина безперервної дії.

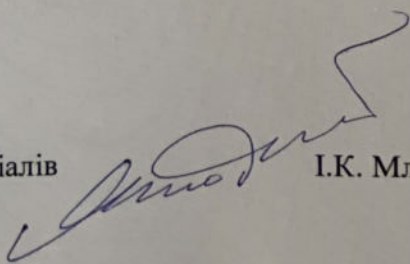
Оформлення пояснювальної записки виконано з деякими відхиленнями від стандартів. Знайомство зі змістом записки показало, що розрахункова частина дещо спрощена. Відсутні розрахунки болтів кріплення помольної камери до перехідної секції. Іноді недостатньо текстового матеріалу для аргументованості та обґрунтування обраної методики і використання окремих формул.

Співбесіда з претендентом показала, що він добре орієнтується в поданому ним матеріалі пояснювальної записки.

Комплект конструкторської документації має об'єм 3 листи формату А1, але не може бути проаналізований досить точно рецензентом.

За результатами викладеного вище вважаю, що дипломний проект заслуговує оцінку «добре».

Д. т. н., професор, професор
кафедри технологічного
інжинірингу переробки матеріалів



І.К. Младецький

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Витяг з протоколу № 12
засідання кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні

м. Дніпро

24 червня 2021 р.

ПРИСУТНІ: зав. каф. ІДМ, проф. Заболотний К.С., професори: Франчук В.П., Надутий В.П., Бондаренко А.О., доценти: Запара Є.С., Анциферов О.В., Титов О.О., Ганкевич В.Ф., Полушина М.В., Панченко О.В., Кухар В.Ю., Москальова Т.В., нач. пол. Меліхов В.П., зав. лаб. Коротков О.О., інж.-мех. Куниця В.Ф., аспіранти кафедри та інші.

СЛУХАЛИ: апробацію кваліфікаційної роботи бакалавра Саверського Максима Вадимовича групи 133-17-1 на тему: «Зворотний інжиніринг перехідної секції вібраційного млина МВВ-0,15-2». Керівник – доцент Ациферов Олександр Володимирович.

Питання задали: зав. каф. ІДМ, проф. Заболотний К.С., зам. зав. каф. ІДМ, доц. Запара Є.С., доценти: Титов О.О. та Кухар В.Ю.

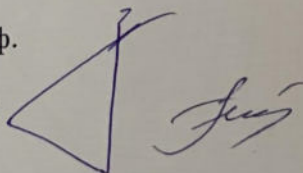
УХВАЛИЛИ:

1. Визнати, що студент Саверський Максим Вадимович успішно виконав кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра.

2. Рекомендувати кваліфікаційну роботу бакалавра Саверського Максима Вадимовича на тему: «Зворотний інжиніринг перехідної секції вібраційного млина МВВ-0,15-2» до захисту на присвоєння освітньої кваліфікації бакалавра зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування за освітньо-професійною програмою «Гірничі машини та комплекси».

Зав. каф. ІДМ, проф.

Секретар каф. ІДМ



К.С. Заболотний

Г.М. Піщик

Операция поиска #1

Исходный текст

ВСТУП

Для подрібнення матеріалів на збагачувальних фабриках гірничорудної та інших галузей промисловості в основному застосовуються стрижневі й кульові барабанні млини. Ці млини забезпечують переробку великих потоків матеріалів, що є головною їх перевагою перед іншими типами апаратів для подрібнення. Поряд з цим барабанні млини мають низьку інтенсивність подрібнення, і внаслідок цього, малі питомі продуктивності при великому зносі куль і футерованих матеріалів. Великі труднощі виникають при необхідності отримання в цих млинах дрібних класів, при завантаженні і вивантаженні подрібнюють матеріалів, особливо в тих випадках, коли подрібнення проводиться сухим способом.

Одним з розвитку напрямів підвищення ефективності подрібнення, отримання більш якісних концентратів і зниження їх вартості є застосування вібраційних млинів.

В даний час вібраційні млини випускаються в Німеччині, США, Англії, Швеції, Японії та інших країнах, проте вони знаходять застосування тільки в хімічній промисловості, при виробництві будівельних матеріалів, металокерамічних і силікатних виробів і т. д. У гірничорудній промисловості ці млини поки не набули поширення головним чином через труднощі створення млинів з великими обсягами помольних камер, здатних задовольнити по продуктивності вимоги сучасних гірничо-збагачувальних підприємств.

Застосовують в металургії, теплоенергетиці, вугільній, хімічній і ін. галузях промисловості.

Розрізняють млини для сухого і мокрого подрібнення.

Використовують млини таких типів: барабанні або гравітаційні (кульові, стержневі, цильпесні, роликові, самоподрібнення), відцентрові,

вібраційні (інерційні, іраційні); маятникові (вихрові, аеробильні, молоткові, пальцеві); струменеві, колоїдні та ін. Млини бувають промислові та лабораторні. Окрему групу млинів становлять стирачі лабораторні (наприклад, бігуни), у яких подрібнення здійснюється між двома стираючими поверхнями (дисками, циліндрами), в той час як в інших млинах процес протікає в об'ємі подрібнюваного матеріалу. За іншою класифікацією млини поділяють на барабанні (кульові, стержневі), трубні, конусні, самоподрібнення, роликові (ролико-кільцеві, кульово-кільцеві, катково-чашкові, катково-дискові), ударно-відцентрові (молоткові, дезінтегратори, дисмембратори), жорнові, вібраційні, струменеві тощо.

Подрібнення мінеральної сировини на вуглі - і рудозбагачувальних фабриках і в рудопідготовчих відділеннях металургійних підприємств найчастіше здійснюється в барабанних млинах (стержневих, кульових, рудногалькових, самоподрібнення). Млини іншої конструкції застосовують у спеціальних випадках (наприклад, дезінтегратори

- для тонкого помелу вугілля при приготуванні висококонцентрованих водовугільних суспензій, струминні млини

- для надтонкого помелу рідкіснометалічних руд тощо).

Мета практики: отримання початкових знань з вібраційних млинів та вивчення конструкції вертикального вібраційного млина MBV-0,15-2.

Завдання.

1. Історія розвитку машин для механічного подрібнення.
2. Область застосування.
3. Конструктивні схеми вібраційних млинів.

4. Вертикальні вібраційні млини.
5. Типи приводів, що використовуються у вібраційних млинах.

Розділ 1. Конструкторський

ВІБРАЦІЙНІ МЛИНИ

1.1 Історія створення і використання

Вібраційний кульовий млин. Перші досліді з такими млинами проведені у 1920 р. хоча Грюндер приписує їх винахід Кіскальту (виставка в Бреслау в 1935 р.). Спочатку ці машини застосовувалися для подрібнення тільки дорогих матеріалів. Штерер використовував їх в 1943 р. для помелу полістиролу. Бантінг і Крокер повідомили в 1953 р. про початок їх виробництва фірмою "Елліс Чалмерс" в США. Йшлося про млин для вапна діаметром 0,375 м, довжиною 0,75 м і млинку для клінкеру діаметром 1,05 м і довжиною 1,05 м [1]. Грунтовні дослідження роботи кульових вібраційних млинів проведені в Радянському Союзі. Мета цих досліджень полягала у визначенні можливості їх застосування у великих масштабах у виробництві в'язучих і ряду інших матеріалів.

Вібраційний кульовий млин складається з циліндричного барабана, електромотора і валу вібратора. Циліндричний барабан з молольними тілами встановлений в корпусі, що спирається на ресори. Електромотор приводить в рух вал вібратора, який проходить крізь барабан. Вал вібратора являє собою трубу з подвійною стінкою, на якій закріплений незбалансований вантаж.

При роботі цього млина подрібнення походить від удару і стирання. На противагу звичайним кульовим млинам, в яких насилу досягається тонкість помелу менш 60 мк, в вібраційних млинах можна досягти надтонкого помелу при порівняно менших витратах енергії і знос установки.

Рисунок 1 - Вібраційний млин

Вібраційний кульовий млин складається з циліндричного барабана, електромотора і валу вібратора. Циліндричний барабан з молольними тілами встановлений в корпусі, що спирається на ресори. Електромотор приводить в рух вал вібратора, який проходить крізь барабан. Вал вібратора являє собою трубу з подвійною стінкою, на якій закріплений незбалансований вантаж.

При роботі цього млина подрібнення походить від удару і стирання. На противагу звичайним кульовим млинам, в яких насилу досягається тонкість помелу менш 60 мкм, в вібраційних млинах можна досягти надтонкого помелу при порівняно менших витратах енергії і знос установки.

Вібраційні млини бувають двох типів, що розрізняються величиною незбалансованого вантажу. Є відомості про існування млинів з частотою вібрацій 1500 в хвилину і амплітудою 4 мм і млинів з частотою 3000 вібрацій в хвилину і амплітуди 2 мм.

Діаметр куль в цих млинах не перевищує 12 мм і початковий розмір часток матеріалу, що подрібнюється повинен бути нижче 2,4 мм. Таким чином, матеріал повинен бути підданий попередньому тонкому дробленню. Ємність млинів становила від 10 до 1000 дм³, але ніщо не перешкоджає застосуванню великих ємностей.

Принцип дії вібраційного млина ще мало вивчений і теорією його роботи тільки починають займатися. Для того щоб отримати уявлення про це питання, досить звернутися до двох недавніх досліджень, а саме до роботи Четаева і роботи Роз, в яких, однак, недостатньо експериментальних даних для кінцевих висновків. З огляду на все зростаючий інтерес до цього нового типу млинів в додатках до глави першій подано основні положення аналізу Роза, який нам здається найбільш доступним. Нижче наводяться його основні висновки.

Інтенсивність подрібнення у вібраційному кульовому млині в значній степені залежить від частоти і амплітуди вібрації. Невеликим збільшенням цих параметрів можна досягти значного збільшення інтенсивності помелу. Однак бажано обмежувати амплітуди з міркувань механічного порядку. Разом з тим, амплітуда вібрацій не повинна бути нижче подвоєного розміру найбільшої частки

матеріалу. В іншому випадку може знизитися первісна швидкість помелу і в гранулометричному складі продукту подрібнення переважатимуть великі фракції.

Ефективність млина знаходиться в прямій залежності від об'ємної ваги матеріалу, діаметра тіл, що мелють і діаметра подрібнювальних частинок. Передбачається, що на інтенсивність подрібнення не впливають розмір млина і обсяг шарів завантаження за умови, однак, що цей об'єм не настільки великий, що він перешкоджає руху куль.

Залежність приросту питомої поверхні від тривалості помелу зображується графічно у вигляді низхідної кривою, але нахил цієї кривої може відчутно змінюватися при зміні частоти і амплітуди вібрації.

Рисунок 2 - Конструктивна **схема вібраційного млина** М-200

На рисунку 2 показана конструктивна вібраційного схема млина М-200. Млин складається з циліндричної помольної камери 3, встановленої на основі за допомогою пружин 7. У центрі камери проходить вал інерційного вібратора 4, який пов'язаний з помольною камерою підшипниками 6. Помольна камера млина на 0,8-0,9 свого обсягу заповнюється тілами, що мелють і подрібнюють матеріалом 5. При роботі млина **обертання від електродвигуна через** гнучкий вал 2 передається валу вібратора 4. Під дією неврівноваженою сили інерційного вібратора корпус млина здійснює коливання по круговій траєкторії, приводячи в коливальний рух технологічну завантаження. Руйнування матеріалу відбувається за рахунок ударів і роздавлювання його між кулями, а також за рахунок стирання при відносному русі куль.

Особливістю вібраційних млинів є одночасна участь всього технологічного завантаження в процесі подрібнення матеріалу на відміну від кульових барабанних млинів, в яких кульове навантаження деяку частину часу не бере участі в процесі подрібнення. Крім того, внаслідок високої частоти коливань вібраційних млинів подрібнюється в вібраційних млинах матеріал відчуває в одиницю часу на один-два порядки більше ударів, ніж в кульових барабанних млинах. Природно, енергія удару кулі вібраційного млина менше, ніж в барабанній, тому вони малоефективні при подрібненні великих матеріалів і їх слід застосовувати при тонкому і надтонкому подрібненні.

З усього розмаїття типів вібраційних млинів найбільшого поширення набули однокамерні млини з центральним розташуванням одновального інерційного вібратора або з винесеними двох вальними або одновальним вібраторами

Рисунок 3 - Схеми вібраційних млинів

Для збільшення продуктивності застосовуються вібраційні млини з двома, трьома і чотирма робочими камерами. Млини з двома робочими камерами можуть бути як однокорпусні, тобто жорстко **пов'язані між собою** і коливаються як одне ціле, так і двокорпусними. Чотирикамерні млини виконуються, як правило, двокорпусними. Приводом таких млинів служить ексцентриковий вібратор, повідомляє корпусам протифазне рух, сили інерції обох корпусів взаємно врівноважуються і на підставу динамічні навантаження практично не передаються.

Недоліком наведених типів млинів є те, що для збільшення продуктивності необхідно збільшення кількості камер або їх довжини. Це призводить до ускладнення конструкції млина і зменшення надійності її роботи.

Вертикальний вібраційний млин

Майже позбавлений перерахованих недоліків вібраційний млин з вертикальним розташуванням помольної камери, розділеної горизонтально розташованими перфорованими днищами на ряд секцій. У коливальний рух млин наводиться двох вальним інерційним вібратором направленої дії. Збільшення продуктивності такої млина досягається простим збільшенням діаметра помольної

камери. На відміну від інших типів корпусу млина повідомляються вертикальні коливання. Молольні тіла взаємодіють ні з корпусом помольної камери, а з днищем робочої секції.

Рисунок 4 - Вертикальний вібраційний млин MBV-2

На рисунку 4 - вертикальний вібраційний млин MBV-2 конструкції ДГІ складається з помольних камер 1, завантажувального 2 і розвантажувального камер 3 і приводної секції 4. Вихідний продукт надходить в завантажувальну камеру через центральну трубу 5 на розподільний пристрій 6. Кінцевий продукт вивантажується через отвір 7. Млин приводиться в коливальний рух уздовж вертикальної осі двома вальними інерційним вібратором, що складається з валів-дебалансів 8 і 9. Вали-дебаланси з'єднані пружними муфтами 10 з синхронізатором 11. Муфти виконані у вигляді резинокордного суцільного балона і допускають несоосність з'єднаних валів до 10 мм. Двигуни 12 за допомогою клинопасової передачі передають обертання валів синхронізатора 11. Млин встановлюється на фундаменті за допомогою еластичних амортизаторів.

При роботі млина під дією знакозмінної сили вібратора її корпус робить коливання у вертикальній площині. При досить інтенсивному русі помольної камери амплітуда прискорень корпусу становить $(5\div 7)g$, кулі відриваються від робочої поверхні і при подальшому їх зіткненні з днищем помольної камери і між собою руйнують частинки матеріалу, що подрібнюється.

Млин MBV-2 є так званим млином з одностороннім взаємодією технологічного завантаження з днищем помольної камери, так як відстань між верхнім шаром куль і днищем верхньої секції більше максимальної величини відносних переміщень верхнього шару кульового завантаження і помольної камери. Млин такого типу внаслідок сильної розпушеності куль в період польоту має велику пропускну здатність і може застосовуватися для подрібнення порівняно великого вихідного продукту. Обсяг кульового завантажувального млина MBV-2 становить 2 м³.

Для тонкого і надтонкого подрібнення дрібних вихідних продуктів (до 0,5 мм) більш прийнятними виявляються млини з двосторонньою взаємодією технологічного завантаження з верхнім і нижнім днищами секції.

Таким чином, за один період коливаний кульове завантаження і подрібнювальний матеріал двічі стикаються з помольною камерою, отже процес подрібнення відбувається більш інтенсивно.

Енергонавантаження технологічного завантаження при одних і тих же параметрах руху помольної камери у цих млинах більш ніж в два рази перевищує енергонавантаження млина з односторонньою взаємодією. Практично енергонавантаження технологічного завантаження біля млина з двосторонньою взаємодією обмежується тільки міцністю її корпусу.

Для правильного вибору раціональних параметрів вертикальних вібраційних млинів, а також для оптимізації цих параметрів необхідне проведення динамічного розрахунку. За характером взаємодії технологічної завантаження з днищем помольної камери ці млини з односторонньою і двосторонньою взаємодією з днищем помольної камери істотно різні, тому динамічні дослідження кожної з цих млинів необхідно проводити окремо.

Маса кульового завантаження і матеріалу що подрібнюється, вертикального вібраційного млина дорівнює або порівнянна з масою самого млина, тому тривіальний облік технологічного завантаження у вигляді приєднаної маси і еквівалентних непружних опорів в даному випадку неприйнятний. Ряд експериментальних досліджень показує, що при роботі млина в резонансному режимі з повним кульовим завантаженням амплітуда коливаний її помольної камери значно вище, ніж при відсутності технологічного завантаження. Це не узгоджується з поняттям про приєднану масу матеріалу, так як призводить до "негативної маси". Амплітудно-частотні характеристики вертикально вібраційного млина з інерційним вібратором мають вигляд, типовий для нелінійних систем, що також вказує на більш істотний вплив технологічної завантаження.

Розрахункова схема вертикально вібраційного млина з технологічної завантаженням є нелінійною системою, що складається з дискретної маси (корпус млина з приводом) і системи з розподіленими параметрами (технологічного завантаження). Однак для застосовуються в даний час конструкцій млинів внаслідок порівняно невеликої висоти кульового завантаження в кожній

секції помольної камери в першому наближенні технологічну завантаження можна прийняти як дискретну систему з еквівалентної масою, жорсткістю і непружними опорами.

Вертикальний вібраційний млин MBV-0,15-2

Вертикальна вібраційна млин (MBV) має діаметр помольних камер 0,15 м, а їх кількість 2, що і зазначено в марці цього подрібнювача.

Конструктивна схема вертикального вібраційного млина показана на малюнку. Вона складається з помольних камер 1 і 2, які кріпляться до перехідним рухомим секціях 3 і 4. Ці секції пов'язані з нерухомою рамою 5 через пружні елементи 6. Помольні камери разом з перехідними рамами приводиться в рух уздовж вертикальної осі двохвальним ексцентриковим збудником 7. Рама млини встановлюється на фундаменті за допомогою опорних амортизаторів 8. Кожен ексцентриковий вал приводиться в обертання окремим електродвигуном. Вали ексцентрикового віброзбудника з'єднані з електродвигунами пелюстковими муфтами, які допускають нестерпність з'єднуються валів до 10 мм.

Усередині циліндричних помольних камер встановлюються перфоровані перегородки 9, що ділять їх на окремі секції 10.

MBV-0,15-2 відноситься до млинів безперервної дії. матеріал подається в верхню камеру, проходить через секції верхньої камери і по гофрованого переходнику надходить в нижню камеру. Таким чином, чим вище камери і відповідно більше помольних секцій, тим вище ступінь подрібнення.

Рисунок 5 - Конструктивна схема вертикально вібраційного млина

Таблиця - Технічна характеристика MBV-0,15-2

Режим роботи	Безперервний	Діаметр помольної камери, м	0.15	Кількість помольних камер, шт	2
Амплітуда коливань, мм	7	Тип віброзбудника	Ексцентриковий	Габарити, мм	1080*1100*1830
Електродвигун, тип	BAO-32-6	Потужність, кВт	2	Кількість, шт	2

Рисунок 6 - Млин MBV-0,15-2

Технологічно млин повинен працювати в одному ланцюгу з грохотами і елеватором. На грохота подається матеріал з нижньої камери. Підгратний продукт йде в накопичувальний бункер, а надрешітний подається на елеватор і далі знову в млин.

Особливістю млина є те, що він динамічно врівноважений, так як помольні камери працюють в протифазі, що дозволяє виключити динамічні навантаження на фундамент.

В основу роботи млина покладено оригінальну ідею надання помольної камері прямолінійною траєкторії коливань у вертикальній площині, що дозволяє реалізувати віброударний спосіб навантаження.

Розроблено три модифікації промислових зразків млинів, працюючих в безперервному режимі: однокамерна MBV-0,7 з інерційним приводом і двокамерні динамічно врівноважених марок MBV-0,15-2 (Малюнок) і MBV-0,3-2 з жорсткими ексцентриковими приводами. Млини MBV-0,15-2 і MBV-0,3-2 виконані по одній конструктивній схемі і відрізняються діаметром помольних камер 150 і 300 мм відповідно.

До переваг млинів даного типу відносяться низький знос мелюючих тіл; гравітаційне переміщення матеріалу всередині помольної камери; мінімальне забруднення матеріалу, що подрібнюється; найвища ефективність подрібнення серед вібраційних млинів; відсутність динамічних

навантажень на фундамент, що дозволяє встановлювати їх на верхніх поверхах промислових приміщень.

Млини МВВ-0,3-2 і МВВ-0,15-2 виготовлялися Броварським заводом порошкової металургії.

Використання їх для подрібнення феросплавів в порівнянні з попереднім обладнанням дозволило заощадити до 25% електроенергії.

Типи приводів

Як вже зазначалося вище, в вібраційних транспортують машинах знайшли застосування наступні основні типи приводів: інерційні, ексцентрикові, електромагнітні, пневматичні і гідравлічні.

Рисунок - 7 Типи інерційних приводів

З групи інерційних приводів найбільш простим є інерційний вібратор ненаправленої дії (рисунок 7, а), що складається з дебалансної маси 1, насадженої на вал 2. Центр ваги дебалансу зміщений відносно осі обертання, внаслідок чого при обертанні валу з'являється неурівноважена сила інерції. Вектор цієї сили обертається щодо осі вала з тією ж кутовою швидкістю, що і неурівноважена маса, і викликає еліптичну траєкторію руху робочих органів.

Для часткового усунення обертання сили інерції вібратора, спрямованої нормально до прийнятого напрямку коливань застосовують маятникові вібратори (рисунок 7, б), що складаються з неурівноваженої маси 1 і важеля 2, який гумовим блокшарніром з пальцем 3 кріпиться до корпусу вібромашини. Важіль 2 передає зусилля від інерції дебалансу тільки в напрямку осі, а так як він робить лише невеликі поворотні коливання щодо пальця 3, то і силу інерції дебалансу, передану важелем, можна вважати спрямованою.

У більшості випадків для вібраційних транспортують машин необхідно спрямовану дію вимушених коливань приводу, яку створюють інерційні вібратори направленої дії (самобалансного типу).

Інерційний вібратор спрямованої дії (рисунок 7, в) складається з двох вібраторів 1 і 2, пов'язаних між собою парою зубчастих коліс 3 і 4, які обертаються в протилежні сторони. При цьому сили інерції від неурівноважених мас обох вібраторів складаються як вектори. Сумарна сила інерції такого вібратора завжди спрямована по лінії, перпендикулярній їх міжцентровим, і змінюється за гармонійним законом.

У вібраційних машинах, до робочих органів яких, крім вимушених коливань, необхідно докласти також і збурюючий момент (як, наприклад, в вертикальних вібраційних конвеєрах), застосовуються більш складні конструкції інерційних вібраторів (рисунок 7, г). На двох паралельних валах 1 і 2, пов'язаних між собою двома однаковими зубчастими колесами, встановлені чотири дебаланси. Дебаланси 3 і 4, сидять на валу 2, і дебаланси 5 і 6 на валу 1, повернені один щодо одного на деякий кут, завдяки чому вертикальні складові сил інерції від неурівноважених мас попарно створюють спрямовану збурюючу силу, а горизонтальні складові утворюють спрямований збурюючий момент.

Інерційний вібратор для створення вимушених коливань, змінюється по бігармонійному закону ($\sin \omega t$ і $\sin 2\omega t$) показано на рисунку 7, д. Він складається з двох інерційних вібраторів самобалансного типу 1 і 2, пов'язаних між собою зубчастої передачею. Зубчасті колеса 3 мають в 2 рази більше зубів, ніж зубчасті колеса 4, завдяки чому самобалансний вібратор створює спрямовану силу, що змінюється за гармонійним закону з частотою ω , а самобалансний вібратор 2 створює спрямовану силу, що змінюється за гармонійним законом з частотою 2ω . Зміна сумарної сили відбувається по бігармонійному закону.

З ексцентрикових приводів найбільш простими є кінематично жорсткі ексцентрикові, які широко застосовуються в дорезонансних вібраційних транспортних машинах. Кінематично жорсткий

ексцентриковий привід складається з ексцентрикового вала 1 (рисунок 8, а), який за допомогою стійки 2 кріпиться до рами або однієї з коливаючих мас, і шатуна 3, шарнірно пов'язаного з іншою масою, що коливається.

Рисунок 8 - Типи ексцентрикових приводів.

Перевагою такого приводу є гарантована величина амплітуди коливань робочого органу, яка не залежить ні від частоти, ні від величини коливальних мас, ні від технологічного навантаження. Однак при роботі такого приводу його ланки знаходяться під дією великих інерційних сил коливаючихся мас.

У резонансних вібраційних транспортувальних машинах широке застосування знайшов ексцентриковий привід з пружним валом (рисунок 8, б). У цьому приводі так само, як і в кінематично жорсткому ексцентриковому приводі, шатун 3 отримує зворотно-поступальний рух за рахунок ексцентриситету приводного вала 2, укріпленого на рамі за допомогою стійки 1. Але на відміну від кінематично жорсткого приводу рух виконавчому органу передається не прямо від жорсткого шатуна, а через пружну 4, що представляє собою набір сталевих пружин чи блок з еластичних гумових елементів. При застосуванні такого приводу значно зменшуються навантаження, що діють на шатун і приводний вал, в порівнянні з навантаженнями, що діють в кінематично жорсткому ексцентриковому приводі. Меншим буде також пусковий момент, що розвивається двигуном, але амплітуда коливань робочого органу в цьому випадку стає функцією динамічних параметрів системи, швидкості обертання приводного вала і зокрема, жорсткості пружних елементів приводу.

Особливо вигідним, з точки зору зниження навантажень в приводі під час пуску машини, є ексцентриковий привід з в'язкою ланкою (рисунок 8, в). Він складається з ексцентрикового вала 1, шатуна 2 і вузької ланки, що з'єднує кінець шатуна з робочим органом. В'язка ланка являє собою циліндр 3 з поршнем 4, мають дросельні отвори. Порожнина циліндра заповнюється в'язкою рідиною.

Збурювальна сила, що розвивається цим приводом, є функцією швидкості відносного руху поршня і циліндра, завдяки чому в момент пуску, коли швидкість руху поршня щодо циліндра мала, сила, що передається в'язкою ланкою, прямує до нуля і момент, що розвивається двигуном при пуску вібромашини, малий. При збільшенні швидкості обертання приводного вала до номінальної сила, що передається в'язкою ланкою, значно зростає і в'язка ланка працює як жорстка. Амплітуда коливань робочого органу при цьому наближається за величиною до ексцентриситету приводного валу і мало залежить від технологічного навантаження. Таким чином, в'язкий привід, володіючи основною перевагою кінематично жорсткого ексцентрикового приводу - постійністю амплітуди коливань робочого органу вібромашини, що не залежить від величини навантаження, - позбавлений його нестачі - великого пускового моменту. Однак зважаючи на складність виготовлення ексцентрикові приводи з в'язкою ланкою широкого поширення не отримали.

Більш широко застосовують в вібраційних транспортувальних машинах пружно-в'язкі ексцентрикові приводи. Упругов'язкий привід (рисунок 8, г) складається з ексцентрикового вала 1, шатуна 2, пружних шарнірів 3 і демпфера 4. Для зменшення зусиль, що діють на демпфер, в привід вводиться прискорювальний важіль 5. Основною перевагою пружно-в'язкого ексцентрикового приводу є те, що при пуску вібромашини, завдяки малим силам опору, що розвивається демпфером, зусилля в приводі малі. У міру збільшення швидкості обертання ексцентрикового вала збільшується і сила опору демпфера, пропорційна швидкості, а переміщення поршня щодо корпусу демпфера зменшується. При зростанні числа обертів приводного вала до номінального весь привід працює як кінематично жорсткий, а амплітуда коливань робочого органу мало залежить від технологічного навантаження.

Широке розповсюдження в якості приводу вібраційних транспортувальних машин отримали електромагнітні вібратори вала рухливої котушки (рис. 9, а), реактивні вібратори, вібратори з випрямлячем і вібратори зі збудженням від постійного струму.

Рисунок 9 - Електромагнітні вібратори з рухливою котушкою

Найбільш простим є електромагнітний вібратор типу рухливої котушки, який складається з статора (постійного магніту або електромагніт постійного струму) 1 і якоря 2, укріпленого на пружних ресорах 3. На якорі кріпиться каркас 4, на який поміщається рухома обмотка 5, що живиться

змінним струмом. Пропускний через рухливу обмотку змінний струм взаємодіє з постійним магнітним потоком в кільцевому повітряному зазорі, створюючи зусилля, яке притягує якір. Частота коливань якоря дорівнює частоті змінного струму. Рухомі обмотка вібратора **такого типу може бути** випрямленою однопівперіодним струмом (рисунк 9, б), завдяки чому з'являється можливість мати порівняно великі амплітуди далеко від основного резонансу системи. Реактивний електромагнітний вібратор складається з електромагніту (статора) 1, приєднаного до мережі змінного струму, і з якоря, 2 укріпленого на ресорах (пружинах). При проходженні струму максимального значення якір притягається до статора, а при малих значеннях струму - відштовхується за рахунок сил пружності ресор, в результаті чого частота коливань якоря в 2 рази більше частоти струму, що живить електромагніт.

При живленні вібратора електричним струмом **промислової частоти 50**

Гц якір здійснює 6000 коливань в хвилину.

Розрахункова частина

Вихідні дані для розрахунку

Амплітуда коливань $a = 7$ мм.

Частота коливань $n = 970$ об / хв.

Кількість амортизаторів $k = 4$.

Пружна підвіска - опорна на пружинах.

Тип приводу - 2 ексцентрикових віброзбудника, з'єднаних з двома електродвигунами пелюстковими муфтами.

Розрахунок маси коливаючихся частин

Маса основних коливаючихся одиниць

Згідно креслярської документації коливаюча частина млина MBV-0,15-2 складається з чотирьох основних частин: дві помольні камери і дві перехідні секції. Між собою помольна камера і перехідна секція з'єднуються шістьма болтами M12.

У коливаючому частину приводу входять шатуни. На приводі встановлені один середній і два крайніх шатуна. Шатуни з'єднуються з перехідною секцією через підшипники ковзання ШС35.

Маса і кількість коливаючихся частин:

помольна камера (з кулями) $m_1 = 165,2$ кг;

кількість помольних камер $k_1 = 2$;

перехідна секція $m_2 = 31,4$ кг;

кількість перехідних секцій $k_2 = 2$;

шатун середній $m_3 = 13,2$ кг;

кількість середніх шатунів $k_3 = 2$;

шатун крайній $m_4 = 6,8$ кг;

кількість крайніх шатунів $k_4 = 4$;

підшипник ШС35 $m_5 = 0,236$ кг;

кількість підшипників $k_5 = 6$;

вісь підшипника $m_6 = 0,9$ кг;

кількість осей підшипника $k_6 = 6$;

кришки кріплення осі $m_7 = 0,6$ кг;

кількість кришок $k_7 = 12$;

болт кріплення кришки $m_8 = 0,22$ кг;

кількість болтів кріплення кришок $k_8 = 24$.

Масу коливаючихся частин млина визначаємо за формулою

(1.1)

1.5 Визначення маси кульового завантаження

Помольна камера має чотири робочих секції висотою 0,13 м і діаметром 0,128 м. Секції заповнюються кулями діаметром 0,009 м.

Маса куль визначається виходячи з умови забезпечення зазору 0,02 м між верхнім шаром куль і вище розташованим ситом.

(1.2)

Загальна маса коливаючихся частин млина

(1.3)

1.6 Розрахунок необхідного зусилля в приводі

Млин виконаний за симетричною конструктивною схемою, тому розглянемо верхню рухому частину, в яку входять перехідна секція, помольних камера і інші конструктивні елементи. Усі наступні міркування і методика розрахунку аналогічні і для нижньої рухомої частини.

Для визначення потужності, споживаної млином необхідно знати зусилля в приводі. Розрахунок проводимо за методикою.

Динамічна модель (умовно розташована горизонтально) приведена на малюнку 1.11. На даному етапі розрахунку умовно три шатуна, пов'язані з помольної камерою, ми замінили одним.

Рисунок 1.11 - Динамічна модель

У представленій на малюнку 1.11 системі з примусовим рухом масивного елемента (помольної камери) амплітуда коливань останнього визначається кінематикою приводу і не залежить від частоти. Тут тіло, що володіє масою m , пов'язане з нерухомою стійкою пружиною жорсткістю c і демпфером з дисипацією b . Синусоїдальні коливання помольної камери викликаються кривошипно-шатунним механізмом.

Вважаючи відношення довжини кривошипа до довжини шатуна рівняння руху камери можна записати так

(1.4)

де r - ексцентриситет (амплітуда коливань);

ω - частота коливань (кутова швидкість обертання кривошипа).

Запишемо, згідно принципу Д'Аламбера, умова динамічної рівноваги тіла m

(1.5)

де - сила інерції;

- сила демфера;

- сила пружини;

F - сила в шатуні.

Розділимо всі члени в рівнянні (1.5) на m і після перетворень отримаємо

(1.6)

Вважаючи, що при середньому положенні тіла t сила пружини дорівнює нулю і підставивши рівність (1.4) в рівняння (1.6), отримуємо

(1.7)

Зусилля в шатуні приводу

(1.8)

де F_a - амплітудне (максимальне) значення зусилля;

ϕ - фазовий кут зсуву між зусиллям F і переміщенням x .

Вираз (1.8) можна також записати у вигляді

(1.9)

Підставляємо (1.9) в (1.7) і далі користуючись методом гармонійного балансу прирівнюємо в лівій і правій частині коефіцієнти при однакових гармоніках $\sin \omega t$ і $\cos \omega t$. Приходимо до системи двох рівнянь з двома невідомими, з якої знаходимо вираження

(1.10)

(1.11) Для визначення амплітудного зусилля в приводі за формулою (1.10) необхідно знати власну частоту коливань млина ω_0 .

Пружна система верхньої частини млина складається з двох пружин. Вони пов'язують верхню рухому частину млина ексцентриковими валами приводу, встановленого на рамі.

Маса коливаючихся верхньої частини млина, визначена і становить

$m_k = 233$ кг.

Характеристика пружини:

- : навивка права;
- : загальна кількість витків 14;
- : кількість робочих витків 12;
- : зовнішній діаметр, м 0,1;
- : діаметр дроту, м 0,009;
- : осад одного витка, м 0,0287;
- : розгорнута довжина, м 4,6;
- : марка сталі 60сга;
- : твердість HRC 50.

Жорсткість пружини визначається за формулою

(1.12)

де d - діаметр дроту;

D - середній діаметр пружини;

i - кількість робочих витків;

G - модуль пружності матеріалу пружини при зсуві ($8 \cdot 10^{10}$ Н/м²).

Підставимо в (1.12) вихідні дані для пружини

Ми маємо дві пружини, з'єднані паралельно. Визначимо їх наведену жорсткість

Власна частота коливань млина визначиться з вираження

(1.13)

Підставляємо в (1.13) числові дані

У приводі використовуються пружини стиснення і розтягування з циклічним і статичним навантаженням класу II. Дисипації пружини приймаємо $b = 270$ кг / с. Підставляємо відомі величини в рівняння (1.10) і будемо графік зміни зусилля в приводі від кутової частоти коливань.

Результати розрахунку представлені на рисунку 1.12.

Рисунок 1.12 - Графік зміни зусилля в приводі від частоти коливань

У млині використовуються електродвигуни ВАО-32-6 з частотою обертання 1000 об / хв. Це число відповідає кутовій частоті 105 1/с. З графіка визначаємо, що при цьому значенні частоти амплітудне зусилля в приводі становить $F_a = 17880$ Н.

1.7 Облік циклічної дії зусилля в шатунах жорсткого ексцентрикового приводу і впливу технологічної завантаження

Шатуни в процесі роботи відчувають циклічну зміну навантаження. Розглянемо випадок одноосного напруженого стану. Нормальна напруга в ньому змінюється по синусоїді з амплітудою

(1.14)

де S - площа перетину шатуна.

Приймаємо для (1.14), тобто цикл симетричний з коефіцієнтом асиметрії $r = -1$. Межа міцності овр (максимальна напруга, яку може витримати зразок перед руйнуванням) для маловуглецевої сталі лежить в діапазоні.

Для обліку циклічності навантаження використовується межа витривалості, який приймається

(1.15)

Приймаємо для наших розрахунків значення.

Вибираємо коефіцієнт запасу по міцності $n=2$. Тоді допустимі напруження в шатунах з урахуванням (1.15) будуть

(1.16)

Отримане значення максимального зусилля $F_a=17880$ Н розподіляємо між трьома шатунами і отримуємо $F_{аш} = 5960$ Н.

Площа перетину шатуна $S = 0,0005$ м². З (1.14) визначимо напругу в шатуні

Порівнюємо і бачимо, що напруги в шатуні більш ніж в 5 разів нижче допустимих.

Проте відомо, що при віброударній взаємодії завантаження з кришкою і днищем камери амплітудні значення зусиль, а значить і напруг перевищують розрахунок за нашою методикою в 2-3 рази. Але навіть з урахуванням такого збільшення дійсні напруги як мінімум в два рази менше допустимих по (1.16)

1.8 Розрахунок споживаної потужності і вибір електродвигуна

У процесі запуску електродвигун повинен забезпечувати проворот валів приводу (подолання моменту від сил тяжіння) і перехід через резонанс.

Потужність з умови провертання валів приводу визначається по формулою

(1.17)

де - каталожна характеристика електродвигуна ($= 2$);

- к.к.д. приводу.

В даному випадку k_t означає відношення пускового моменту до номінальному. Це значення лежить в діапазоні 1,5 - 7.

К.к.д. приводу визначається за формулю

(1.18)

де - к.к.д. електродвигуна (0,98);

- к.к.д. підшипників кочіння (0,96);

- к.к.д. пелюсткової муфти (0,9).

Підставляємо ці дані

Тепер визначаємо потужність по формулі (1.17)

Потужності з умови переходу через резонанс розраховується за формулою

(1.19)

де I - сумарний момент інерції збудника коливань і електродвигуна ($680 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$).

Підставляємо дані в (1.19)

Вибираємо електродвигун ВАО-32-6 потужністю 2 кВт.

Розрахунки проводилися для верхньої частини млина. Така ж потужність буде потрібно і для нижньої частини. Привід млина складається з двох ексцентрикових валів. Тому кожен вал буде пов'язаний з окремим двигуном.

1.9 Розрахунок пружин млина

Пружна система верхньої і нижньої частин млина складається з двох пружин кожна. Вони сприймають силу попереднього стиснення при монтажі шатунів приводу і перехідною секції. Далі пружини працюють на стиснення - розтягнення від дії вимушених коливань в процесі роботи млини.

Сила попереднього стиснення пружини визначається відстанню між сполученими поверхнями, які знаходяться на нерухомій рамі і на перехідній секції. При цьому довжина максимально стислої пружини повинна бути менше максимального стиснення в робочому стані

(1.20)

Довжина пружини в повністю (максимально) стислому стані становить

(1.21)

де - довжина пружини в вільному стані;

- кількість робочих витків пружини;

- осадку одного витка.

Підставляємо дані в формулу (1.21)

Довжина пружини в стислому стані від статичного навантаження становить $l_{ст}=0,17$ м (згідно складального креслення). Вона відповідає непрацюючому млину. Амплітуда коливань млини $a=0,007$ м. Тоді максимальне робоче стиснення пружини

Умова (1.20) виконана.

Проведемо розрахунок пружини на міцність.

Максимальна сила від стиснення пружини в робочому стані

, (1.22)

де - довжина пружини в вільному стані ($l = 0,5$ м).

Тут c це жорсткість пружини, певна вище за формулою.

Підставляємо дані в формулу (1.22)

Якщо гвинтові пружини стискають або розтягують уздовж осі гвинтової лінії, то в них розвивається переважно деформація кручення. Найбільше тангенціальна напруга в перетині витка

(1.23)

Визначимо максимальне дотичне напруження

Допустима напруга для пружин зі сталі .

За результатами розрахунку $[\tau] \gg \tau_{мах}$.

Необхідно підрахувати власні частоти пружини щоб уникнути появи резонансів, які можуть бути небезпечними з точки зору витривалості і викликають підвищений шум. власні частоти поздовжніх коливань циліндричних гвинтових пружин з круглим витком можна підрахувати за формулою

(1.24)

де ρ - щільність матеріалу пружини (7800 кг / м³);

i - номер власної частоти;

G - модуль пружності матеріалу пружини при зсуві (8*10¹⁰ Н / м²).

Найбільшу небезпеку становлять власні частоти

нижчих номерів ($i= 1$). Визначимо нижчу частоту

Частота коливань млини 105 1 / с, що в 4 разів менше отриманого значення. Резонанс неможливий.

Робочий орган - помольна камера МВВ-0,15-2

Конструктивна схема помольної камери млини МВВ-0,15-2 показана на рисунку 1.13. Вихідний продукт поступає через завантажувальний патрубок 1 в завантажувальну секцію 2. Далі під впливом сили тяжіння матеріал проходить через помольні секції 3. При роботі млина під дією знакозмінної сили вібраторів її корпус робить коливання у вертикальній площині з амплітудою прискорення корпусу (6 - 8) g. Кулі відриваються від робочої поверхні і при подальшому їх зіткненні з кришкою, днищем помольної секції і між собою руйнують частки матеріалу, що подрібнюється. Кінцевий продукт вивантажується через розвантажувальний патрубок 4.

Технічна характеристика помольної камери.

1. Обсяг помольної камери - 0,067 м³.
 2. Подрібнюючі тіла робочих секцій - кульки, що не відповідають вимогам ДСТУ 3722-81 за любым з параметрів, крім твердості поверхні.
 3. Діаметри подрібнюючих тіл:
 - верхня секція - 9 мм
 - нижня секція - 6 мм
 4. Маса тіл, що мелють в кожній секції 50 кг
 5. Маса помольної камери (без куль) - 110 кг.
- 1 - завантажувальний патрубок; 2 - завантажувальна секція; 3 - помольні камери; 4 - розвантажувальний патрубок.

Рисунок 1.13 - Конструктивна схема помольної камери MBV-0,15-2
1 - распорка; 2 - труба; 3 - основа; 4 - протывага.

Рисунок 1.14 - Конструктивна схема перехідної секції
Висновки до розділу

Вібраційні млини застосовуються для тонкого і надтонкого подрібнення різних матеріалів крупністю до 0,25 мм в хімічній промисловості, при виробництві будівельних матеріалів, силікатних та інших виробів. Крупність подрібненого продукту становить до 1 мкм. Вібраційні млини можуть працювати у періодичному і безперервному режимі. Вони можуть застосовуватись для сухого і мокрого подрібнення. Подрібнений продукт вібраційних млинів більш однорідний за крупністю ніж барабанних млинів. Вібраційні млини можна використовувати для подрібнення таких матеріалів, які не подрібнюються у барабанних млинах (наприклад, слюди).

Визначили жорсткість пружини. Значення якої дорівнює 5467,5 Н/м.

Розраховано потужність з умови переходу через резонанс. Яка складає 1,25 кВт. За цим значенням вибираємо електродвигун ВАО-32-6 потужністю 2 кВт.

Підраховали власні частоти пружини щоб уникнути появи резонансів. Отримане значення дорівнює 395 1/с, при частоті коливання млина 105 1/с резонанс неможливий.

РОЗДІЛ 2 ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ

2.1.1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

2.1.1.1. Перед введенням млина в експлуатацію необхідно провести розконсервацію, а також перевірку технічного стану згідно з розділом № II, даного технічного опису та інструкції з експлуатації.

2.1.1.2. Для забезпечення надійної роботи млина температура навколишнього середовища в приміщенні повинна бути в межах від 0 до плюс 30 °С.

2.1.2 ПРИЗНАЧЕННЯ

2.1.2.1. Вертикальний вібраційний млин MBV - 0,15 - 2 призначений для подрібнення матеріалів в галузі порошкової металургії.

2.1.2.2. Млин MBV - 0,15 - 2 може бути використаний для сухого і мокрого подрібнення міцних і абразивних матеріалів, що застосовуються в порошковій металургії, хімічній, вогнетривкій, абразивній, і інших галузях промисловості.

2.1.3. ТЕХНІЧНІ ДАНІ

2.1.3.1. Основні технічні дані млина MBV - 0,15-2 наведені в таблиці

Найменування Значення Діаметр помольної камери, мм 159 Число помольних камер, шт. 2 Амплітуда коливань, мм 7 Частота коливань, с-1 102 Габаритні розміри млина (з урахуванням

майданчика для
обслуговування), мм Висота 2000 Ширина 800 Довжина 1100

Маса, кг 1000 Електродвигун Потужність, кВт 2,2 Число оборотів, об/хв 970 Кількість, шт. 2

2.1.4. РОБОТА МЛИНА ТА ЙОГО СКЛАДОВИХ ЧАСТИН

2.1.4.1. При роботі млина помольні камери здійснюють прямолінійні коливання в протифазі, що дозволяє врівноважувати сили інерції, що виникає при русі камер, молотильні тіла (кулі) кожен цикл коливань двічі соударяються з ситами помольної камери: один раз з нижнім, інший з верхнім. Вихідний матеріал надходить в завантажувальну секцію I помольної камери, рівномірно розподіляється по площі її поперечного розрізу і проходячи послідовно крізь шари помольних камер, подрібнюється за рахунок зіткнень молотильних тіл.

2.1.5. ВКАЗІВКА ІЗ ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ

2.1.5.1. До експлуатації та обслуговування млина допускаються особи ознайомлені з даним технічним описом.

2.5.2. При експлуатації і обслуговуванні млина повинно бути забезпечено виконання вимог ГОСТ 12.2.066-83 "Загальні правила безпеки для підприємств і організацій металургійної промисловості, М., Металургія, 1977р." Санітарні правила для підприємств чорної металургії, затверджених Головним санітарним лікарем СРСР в 1982 р.

2.5.2.2. Всі роботи по монтажу млина, пов'язані з підйомом, стропуванням і розстропуванням окремих її елементів повинні проводитися відповідно до загальних вимог до стропування, прийнятих в промисловості.

2.5.4. Необхідна максимальна вантажопідйомність підйомних засобів для підйому складових частин млина повинна становити 1 тону.

2.5.5. Всі регулювання і підтягування кріплення виконувати тільки при відключеному млині.

2.5.6. Температура нагріву гумових елементів не повинна перевищувати температури довкілля більш ніж на 40 °С.

2.5.7. У зоні дії млина не повинні перебувати особи, які не зайняті в обслуговуванні млини.

2.5.8. Майданчик в зоні роботи млина повинен бути очищений від сторонніх предметів.

2.5.8. Майданчик в зоні роботи млина повинен бути очищений від сторонніх предметів.

2.5.9. ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- працювати при несправності млина;
- виконувати роботи, які не відповідають призначенню млина;
- включати млин без огорожень;
- включати млин при наявності несправностей у системах блокувань і сигналізації;
- проводити регулювання і ремонт млина при підключених електродвигунах, або при роботі млина;
- експлуатувати млин без заземлення корпусу або при несправному заземленні;
- подавати матеріал в непрацюючий млин.

2.1.6. ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ

2.6.1. Місце установки млина обладнати підйомним засобом вантажопідйомністю не менше 1 тонни.

2.6.2. Для спостереження за млином, обслуговування, регулювання і т.д. залишити вільний простір з усіх боків млина не менше 1,5 м.

2.6.3 Для забезпечення надійної роботи пружних елементів, виконаних з гуми, температура навколишнього середовища в приміщенні повинна бути в межах від 0 °С до плюс 30 °С.

2.1.6.4. Завантажувальні і розвантажувальні пристрої повинні бути виконані так, щоб усунути розсип матеріалу, а також обмежити до мінімуму пиловиділення.

2.1.6.5. Приймальні пристрої повинні забезпечувати вільний рух матеріалу і запобігати його накопиченню.

2.1.6.6. Місце монтажу, на якому монтується млин, має бути перевірено на міцність шляхом розрахунку з урахуванням статичного навантаження.

2.1.7. РЕГУЛЮВАННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ

2.1.7.1. Під час регулювання млина проводиться контроль правильності і якості збірки і монтажу млина.

2.1.7.2. Здійснюється пробний пуск млина, в ході якого здійснюється контроль основних параметрів роботи млина: вертикальної амплітуди помольної камери і рами, частоти коливань, наявності і величини бічних коливань.

2.1.8. ПЕРЕВІРКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

2.1.8.1. Перелік основних перевірок стану млина наведено в таблиці 2.

Що перевіряється, за допомогою якого інструменту, приладів та обладнання. методи перевірки
Технічні вимоги
1. Амплітуда коливань помольних камер - мірні клини на помольних камерах встановленим розташуванням осі симетрії Рівність амплітуд коливань помольних камер
2. Амплітуда бічних коливань помольних камер - мірні клини на помольних камерах встановлені з вертикальним розташуванням осі симетрії Розмах коливань (подвійна амплітуда) не повинна перевищувати 1 мм
3. Температура підшипникових вузлів приводу Температура не вище 90 °С
4. Шум працюючого млина - шумометр Не повинно перевищувати 80 дБ
Таблиця 2

2.1.9. МОЖЛИВІ НЕСПРАВНОСТІ І СПОСОБИ ЇХ УСУНЕННЯ

2.1.9.1. Можливі несправності і способи їх усунення приведені в таблиці 3.

Таблиця 3

№ п/п Найменування

несправності Ймовірна причина Спосіб усунення
1. Бічні коливання помольних камер Нерівномірно стиснуті гумові елементи зсуву на помольних камерах. Вийшла з ладу одна з пружних муфт Зняти елементи, встановити регульовальні прокладки, забезпечивши однакове підтиснення елементів
2. Підвищений шум Припинено подачу вихідного матеріалу (вийшов з ладу живильник) Перевірити привід живильника
3. Зменшилася продуктивність млина по готовому класу У завантажувальній секції верхньої помольної камери накопичилися сторонні предмети (болти, гайки і т.д.). Збільшений зазор між шаром куль і верхнім ситом через зношування куль і футерівки втулки робочої секції Зняти завантажувальну секцію, прибрати сторонні предмети, перевірити отвір, сита. Забезпечити необхідний зазор шляхом виміру зношених куль або додаванням певної кількості. Замінити футерівку втулки.

2.1.10. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

2.10.1. Види і періодичність технічного обслуговування.

2.10.1.1. Для забезпечення стабільності роботи млина необхідно своєчасно і правильно виконати операції з технічного обслуговування.

2.10.1.2. Прийнята в цьому технічному описі та інструкції по експлуатації систем технічного обслуговування передбачає наступні її види:

- щомісячне технічне обслуговування;
- щодобова перевірка правильності експлуатації і технічного стану;

2.10.2. Підготовка до роботи.

2.10.2.1. Для виконання робіт з технічного обслуговування млина допускаються робітники, що пройшли інструктаж з техніки безпеки і ознайомлені з нинішнім ТО.

2.10.2.2. Технічне обслуговування виконується інструментами і приладдям, наведеними в таблиці.

Перелік інструменту і приладдя

№ п/п Найменування Призначення
1. Шприц-прес Мастило підшипників приводу
2. Шприц штоковий Мастило підшипників електродвигунів
3. Ключі (два) Затягування гайок на помольній камері, кронштейнах, корпусів, корінних підшипників Зев 24, 27
4. Ключі (два) Затягування гайок

привідної секції Зев 17,19 5. Ключі (два) Затягування гайок кріплення гумових елементів зсуву Зев 17,19 6. Дріт 2 мм, плоскогубці Шплінтова болтів кришок підшипників приводу і пружних муфт 7
Знімач спеціальний Розбирання приводу млина

При щозмінному технічному обслуговуванні наводиться контрольний огляд, який включає в себе:

- перевірку справності заземлення, блокувань, сигналізації, огорож;
- перевірку болтових з'єднань (шплінтовку, затяжку);
- перевірку сполучних рукавів на герметичність;
- перевірку відсутності сторонніх предметів на млині;
- перевірку температури нагріву підшипників.

2.10.3. При щодобовій перевірці правильності експлуатації і технічного стану виконати перевірки, зазначені в таблиці 3.

2.10.4. При щомісячному технічному обслуговуванні виконати наступні роботи:

- перевірити стан підшипників приводу (не виконуючи повного його розбирання) на наявність питтинга і ступінь зносу сепараторів;
- перевірити стан сит помольної камери;
- перевірити стан футеровки втулок помольної камери;
- перевірити ступінь зносу куль і форму.

Останні три перевірки виконати тільки на верхній помольній камері, тому що помольні камери, верхня і нижня, працюють в однакових умовах.

2.10.5. Технічне обслуговування складових частин млина.

2.10.5.1. При технічному обслуговуванні складових частин млини підлягають заміні швидкозношувані деталі, перелік яких подано в таблиці 4.

№ п/п Найменування Позначення

(куди входить) Кількість що підлягають заміні 1. Підшипник роликівий Сферичний дворядний

- А) 1606
- Б) 3608
- В) 3610
- Г) 3616

МВВ-0,15-2.03.00

МВВ-0,15-2.03.00

МВВ-0,15-2.03.00

МВВ-0,15-2.03.00

8

2

4

2.2. Сито МВВ-0,15-2.01.00 3. Кульове завантаження МВВ-0,15-2.01.00

2.10.5.2. Підшипники приводу, зазначені в таблиці 4, підлягають заміні через 1000 годин роботи.

2.10.5.3. Сита помольної камери підлягають заміні після 500 годин роботи.

2.10.6. КОНСЕРВАЦІЯ

2.10.6.1. При демонтажі млина МВВ - 0.15 - 2 і передачі її на зберігання всі металеві поверхні, оброблені і необроблені, за винятком поверхонь, що мають маслбарвисте покриття, піддаються консервації.

2.10.6.2. Всі поверхні виробу, що підлягають консервації попередньо ретельно очистити, знежирити, просушити, а безпосередньо перед консервацією перевірити на відсутність корозії.

2.10.6.3. Консервацію поверхонь проводити відповідно до вимог ГОСТ 13168-69 нанесенням мастила марки ПВК.

ГОСТ 10586-62 для зовнішніх поверхонь; для внутрішніх поверхонь - мастила нГ - 203В ГОСТ 12328 - 66.

2.10.6.4. Граничний термін зберігання без переконсервації - 3 роки.

2.10.6.5. Консервацію повинні виробляти кваліфіковані робітники під керівництвом особи, відповідальної за консервацію, з дотриманням правил техніки безпеки і протипожежної безпеки.

2.2.1 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ВИПРОБУВАНЬ МЛИНА

МВВ - 0,15 - 2

2.1. Вступ

2.2.1.1 Програма та методика випробувань призначена для організації, підготовки і проведення попередніх і приймальних випробувань млина вертикального вібраційного (надалі млина) і встановлює порядок, обсяг і методи випробувань.

2.2.1.2. Млин МВВ-0,15-2. призначений для подрібнення матеріалів області порошкової металургії.

2.2.1.3. Метою попередніх випробувань є визначення відповідності млина технічним умовам і конструкторській документації, перевірка працездатності вузлів і млина в цілому, а також вирішення питання про відправку її споживачу на приймальні випробування в умовах експлуатації.

2.2.1.4. Метою ремонтних випробувань є визначення відповідності млина технічним завданням, технічними умовами і комплекту конструкторської документації, перевірка працездатності вузлів і млина в цілому, а також вирішення питання про можливість поставки на виробництво.

2.2.1.5. Млин здається на випробування після приймання її ВТК заводу виробника. Комісії з проведення попередніх випробувань повинні бути представлені:

- млин зібраний відповідно до креслення ШБ-0,3-2.00.00.00 СБ;

- комплекти по специфікації;

- свідоцтво про приймання ВТК заводу - виробника;

- комплект конструкторської документації та інші документи на вимогу комісії.

2.2.1.6. Приймальні випробування проводяться у споживача комісії. До складу комісії повинні бути включені представники споживача голови комісії, розробника, виробника (при необхідності), головного санітарного лікаря і інспектора ЦК профспілок.

Комісії з проведення приймальних робіт і випробувань повинні бути представлені: повністю зібраний млин згідно креслення МВВ-0,3-2.00.00.00 СБ, підготовлений до експлуатації за призначенням

-технічне завдання;

-технічні умови;

- протоколом попередніх випробувань;

- комплект конструкторської документації; згідно з паспортом МВВ-0,3-2 ПС;

- інші матеріали на вимогу комісії.

2.2.2 ПЕРЕВІРКА ВІДПОВІДНОСТІ МЛИНИ ТЕХНІЧНИХ УМОВ І КОМПЛЕКТУ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

2.2.2.1. Перевіряти комплектність млина і документації згідно з паспортом.

2.2.2.2. Показателі і параметри, що підлягають перевірці при попередніх та приймальних випробуваннях млина.

2.2.2.3. Показателі призначення:

1) Амплітуда коливань млина.

2) Частота коливань.

3) Габаритні розміри.

4) Маса млина.

5) вузлів і елементів млина.

6) Температура підшипникових вузлів

7) Частота коливань ексцентрикових валів.

Технічні показники:

Максимальна продуктивність по вихідному живленню.
Фактори, що обмежують пропускну здатність.
Середній час перебування матеріалу в помольної камері.
Показники міцності;

2.2.2.7. Прискорений стан в елементах конструкції млина.

2.2.3. ПЕРЕВІРКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ РОБОТИ МЛИНА

2.2.3.1. Стабільність роботи млина, забезпечується дотриманням всіх її параметрів, умов експлуатації та відповідності комплектуючих застосованих в проекті, заданим умовам експлуатації.

2.2.4. ПЕРЕВІРКА ЗРУЧНОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПРОВЕДЕННЯ РЕМОНТУ МЛИНА

2.2.4.1. Перевірка зручності проведення ремонту здійснюється в процесі збірки млина, а перевірка зручності обслуговування в процесі налаштування і регулювання млина згідно з технічним описом та інструкцією по експлуатації.

2.2.5. ПЕРЕВІРКА ВІДПОВІДНОСТІ МЛИНА ВИМОГАМ БЕЗПЕКИ

2.2.5.1. Перевірити технічний стан млина на відповідність вимогам, викладеним в розділі 8 технічного опису та інструкції експлуатації.

2.2.5.2. Перевірити відповідність млини вимогам, викладеним в розділі 8 "Вимоги безпеки", технічних умов і виконати роботи відповідно до вимог розділу "Методи контролю" зазначених технічних умов

2.2.6. ПІДГОТОВКА МЛИНА ДО ВИПРОБУВАНЬ

2.2.6.1. Для проведення випробувань повинен бути підготовлений майданчик розміром (7 на 5) м.

2.2.6.2. Перед проведенням випробувань необхідно ознайомитися з технічним описом та інструкцією по експлуатації.

2.2.6.3. Участок проведення випробувань захистити шнуром з червоними прапорцями.

2.2.6.4. Підготувати необхідні для випробування обладнання, матеріали та засоби вимірювань згідно з переліком, наведеним у додатку технічних умов MBV-0,3-2 ТУ

2.2.7. ТРИВАЛІСТЬ І РЕЖИМ ВИПРОБУВАНЬ, НЕОБХІДНІ ВИМІРЮВАННЯ ПІД ЧАС ВИПРОБУВАНЬ.

ПОПЕРЕДНІ ВИПРОБУВАННЯ

2.2.7.1. Обкатка млина.

2.7.1.1. Обкатку млина виконати протягом 72 годин в кілька етапів

а) періодична обкатка протягом 15 хвилин з інтервалом в 15 хвилин.

Сумарний час обкатки - 10 годин.

б) періодична обкатка протягом 30 хвилин з інтервалом 30 хвилин.

Сумарний час обкатки - 10 годин.

в) періодична. обкатка протягом 60 хвилин з інтервалом в 30 хвилин.

Сумарний час обкатки - 52 години.

2.7.1.2. В період обкатки по п. 2.7.1.1., Б і п. 2.7.1.1, допускається робота з подрібнення матеріалів в млині.

2.7.1.3. У процесі обкатки перевіряти затяжку болтових з'єднань.

2.7.2. Випробування млина під навантаженням.

2.7.2.1. Перед початком випробувань виконати роботи по пунктам 7.1.1. - 7.1.5.

2.7.2.2. Провести перевірку герметичності помольних камер. Запилювання не допускається.

2.7.2.3. Вимірювання частоти коливань проводити реохордними датчиками. Сигнали від датчиків

переміщення реєструвати на шлейфовому осциллографі Н700.

2.7.2.4. Габаритні розміри млина перевірити вимірами металевої і мірильною рулеткою ЗПК2-10АНП / 1 ГОСТ 7502-80.

2.7.2.5. Масу млина перевіряють зважуванням на вагах середнього класу точності ГОСТ 23678-79 з межами зважування не менше 15 т.

2.7.2.6. Температуру підшипникових вузлів слід перевіряти термометром термоелектричним ТХК - 0379 - 01 10 мм по ГОСТ 25.02.702289-80, встановленим в отвір кришки підшипника. Похибка вимірювання плюс мінус 10 С.

2.7.2.7. Амплітуду перевіряють шляхом порівняння координат довільної точки на помольної камері в діаметрально протилежних технічних положеннях ексцентрикових валів.

2.7.2.8. Максимальну продуктивність по вихідному живленню перевіряти шляхом збільшення витрати живлення в млин при роботі її без молольного завантаження (що дозволить встановити пропускну здатність завантажувального пристрою) і спільно з молольними тілами. Рівень подачі при якому спостерігається переповнення завантажувального пристрою, фіксується, а потім вимірюється шляхом завантаження живильного пристрою в мірну ємність за певний час за секундоміром.

2.7.2.9. Середнє перебування матеріалу в млині контролюється за допомогою введення в потік живлення індикаторних частинок однорозмірних з основною масою матеріалу, що подрібнюється (наприклад, металевих кульок) з подальшим відбором їх в потоці розвантаження через фіксовані проміжки часу (0,5 - 1 хв) Залежність числа індикаторних частинок в пробі від часу відбору криву розподілу їх за часом перебування в млині, максимум цієї кривої - середній час перебування (подрібнення) частинок в млині.

2.7.2.10. Прискорення і переміщення окремих вузлів. несучої конструкції: рами; траверси і ін., а також напружений стан в елементах конструкції перевіряється датчиками переміщення (ДП-3, прискорення ДУ-5, терморезисторами 2ПКБ-20, що встановлюються в обраних місцях. Вимірювальна апаратура (ВІ-6, осцилограф Н117 з джерелом живлення ВС-26 , Агат і ін.).

2.2.8. ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ

2.2.8.1. Для проведення випробувань необхідно призначення з числа інженерно-технічних працівників відповідального керівника проведення випробувань.

На видному місці повісити табличку з підписом "Йдуть випробування".

2.2.8.2. При випробуваннях необхідно керуватися вимогами безпеки, викладеними в розділі "Вказівки заходів безпеки" технічного опису та інструкції з експлуатації.

Висновки за розділом

Вході випробувань, були перевірені вимоги показників млина, розроблена інструкція з експлуатації, монтажу та обслуговування млина, а також запобіжні заходи усунення несправностей.

ВИСНОВКИ

Виконана кваліфікаційна робота по зворотньому інжинірингу перехідної секції вібраційного млина МВВ-0,15-2.

У вступі описані загальні відомості про вібраційні мирини, сферу застосування та класифікація.

У конструкторському розділі розглянуті загальні відомості про приводи млинів так їх типи.

Детально розглянута конструкція робочого органу вібраційного млина МВВ-0,15-2, проведений аналіз та розраховано основні елементи приводу.

У експлуатаційному розділі були перевірені вимоги показників млина, розроблена інструкція з експлуатації, монтажу та обслуговування млина, а також запобіжні заходи для усунення несправностей.

[11:07:05] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://core.ac.uk/download/pdf/288815646.pdf>

[11:07:07] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: http://ir.nmu.org.ua/jspui/bitstream/123456789/156425/1/Добровольська_123-16-1.pdf

[11:07:17] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: https://www.academia.edu/9312064/Рахно_Костянтин_Глиняна_іграшка_у_міфі_й_ритуалі

[11:07:17] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: http://luguniv.edu.ua/wp-content/uploads/2016/03/avtoref_koteneva.pdf

[11:07:17] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Млин>

[11:07:22] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Технічне_обслуговування

[11:07:36] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: http://diit.edu.ua/education/quality_monitoring/files/porydok_perevirku_rob.it.pdf

[11:07:37] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: http://internal.khntusg.com.ua/fulltext/PAZK/UCHEBNIKI/2019_Ecology.pdf

[11:07:42] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://lektsii.org/7-9413.html>

[11:07:43] **Yah**Найдено 2% совпадений по адресу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Млин_\(подрібнювач\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Млин_(подрібнювач))

[11:07:59] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/DSTU_walls_gazobeton_195.pdf

[11:08:08] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: [http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/12320/1/getdocument\(1\).pdf](http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/12320/1/getdocument(1).pdf)

[11:08:28] Не загружена страница из запроса №55-2 (30102 миллисек., превышен таймаут в 30000 миллисек.): <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/105/179/207-1?inline=1>

[11:08:36] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://bohdan-books.com/upload/iblock/ec7/ec74b70774092ecb55645afef9970b46.pdf>

[11:08:36] **Ya** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://nmc.zt.ua/wp-content/uploads/2018/02/Програмування-та-дизайн.pdf>

[11:08:42] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <http://referatu.net.ua/referats/7569/168032>

[11:08:44] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: https://d-learn.pnu.edu.ua/data/users/9645/Lecture2_ОСМТ.pdf

[11:08:48] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-163-otdelochnye-raboty/10.htm>

[11:08:52] **Yah**Найдено 2% совпадений по адресу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Млини_вібраційні

[11:08:58] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <http://vibrojournal.vsau.org/storage/articles/May2021/IjrIIV8zOxcCOze3CwqO.pdf>

[11:09:20] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=299>

[11:09:30] Не загружена страница из запроса №100-2 (30008 миллисек., превышен таймаут в 30000 миллисек.): <https://www.youtube.com/watch?v=eUsRJGvRbYw>

[11:09:37] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-72/59.htm>

[11:09:38] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://energosteel.com/uk/type/link/>

[11:09:42] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://stud.com.ua/72546/tehnika/mufti>

[11:09:45] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №100-2 (14980 миллисек.): [https://www.youtube.com/watch?v=eUsRJGvRbYw\(Сохраненная копия\) \(Too big page\)](https://www.youtube.com/watch?v=eUsRJGvRbYw(Сохраненная копия) (Too big page))

[11:09:53] Не загружена страница из запроса №120-3 (30039 миллисек., превышен таймаут в 30000 миллисек.): <https://sites.google.com/site/webvemon/diskretnij-analiz>

[11:10:43] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: https://www.academia.edu/4491749/Механізми_розвитку_підприємництва_в_умовах_посткризового_відновлення_економіки_України_Покришка_Д_С_Ляпін_Д_В_Жаліло_Я_А_та_ін_відп_ред_Я_А_Жаліло_К_НІСД_2010

[11:10:58] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://ukrdoc.com.ua/text/46754/index-1.html>

[11:11:00] Не загружена страница из запроса №170-2 (30024 миллисек., превышен таймаут в 30000 миллисек.): <https://core.ac.uk/download/pdf/52159903.pdf>

[11:11:12] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://ukrdoc.com.ua/text/22375/index-1.html>

[11:11:25] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0264-14>

[11:11:26] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z2127-13>

[11:11:29] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://core.ac.uk/download/pdf/60844887.pdf>

[11:11:32] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: [https://stud.com.ua/41455/audit ta buhoblik/balans zvitnist metodichni priyomi buhgalterskogo obliku](https://stud.com.ua/41455/audit%20ta%20buhoblik/balans%20zvitnist%20metodichni%20priyomi%20buhgalterskogo%20obliku)

[11:11:47] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://vseosvita.ua/library/fizika-7-klas-trenavalni-vpravi-ta-zadaci-5-tema-mehanicna-robota-potuznist-energia-prosti-mehanizmi-zi-zminami-ta-vipravleniami-05082020-59272.html>

[11:11:50] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://vseosvita.ua/library/kontrolnaa-rabota-po-fizike-no-4-mehanicneskie-kolebania-i-sto-10-klasse-po-programme-lokteva-vm-po-programme-lasenko-ai-kolebania-izucautsa-v-11-klasse-62656.html>

[11:11:52] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://core.ac.uk/download/pdf/42032652.pdf>

[11:12:26] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://tetan.ua/upload/iblock/516/516a31240276e0d86468b1ef6487ae04.pdf>

[11:12:47] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://vseosvita.ua/library/zbirnik-navcalno-kontroluucih-testiv-z-predmeta-ustatkvanna-pidpriemstv-harcuvanna-110883.html>

[11:12:56] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: http://ssva.ua/wp-content/uploads/2017/11/manual_SSSVA-mini-Samuraj-ukr_rus.pdf

[11:13:23] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://ztl.nuph.edu.ua/pdf/diploma.pdf>

[11:13:25] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://vseosvita.ua/library/tablicni-vipadki-mnozenna-i-dilenna-na-2-107420.html>

[11:13:53] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://ronl.org/doklady/promyshlennost-proizvodstvo/833732/>

[11:13:59] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://cassvitafLOUR.com/996-honda-srv-3-maintenance-regulations>

[11:14:08] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://core.ac.uk/download/pdf/11331768.pdf>

[11:14:09] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0059-13>

[11:14:21] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2020-10-06-001279-a>

[11:14:23] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: https://dnaop.com/html/52635/doc-Приказ_482/

[11:14:50] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0203-03>

[11:14:59] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Седиментаційний_аналіз

[11:15:01] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://subject.com.ua/teaching/physics/zno/2.html>

[11:15:14] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0842-14>

[11:15:14] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: <https://chemtest.com.ua/ua/laboratornaya-melnitsa-lzm-1-ua>

[11:15:22] **Yah**Найдено 1% совпадений по адресу: https://storage.ua.prom.st/753099_instruktsiya_n_otel_spark.pdf

[11:15:37] Тип проверки: *Стандартная*

[11:15:37] ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 29%)

[11:15:37] **Уникальность текста 94%** © (Проигнорировано подстановок: 0%)
