

До захисту  
Мини  
22.06.19р.

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

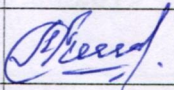
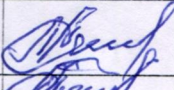
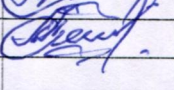
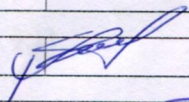
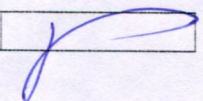
Механіко-машинобудівний факультет  
Кафедра гірничих машин та інжинірингу

### ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавра  
студентки Скопи Катерини Русланівни

академічної групи 133-16ск-1  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
спеціалізації «Гірничі машини та комплекси»  
за освітньо-професійною програмою «Гірничі машини та комплекси»

на тему «Розробка технічного проекту просіювального вузла  
вібраційного грохота ГВП-0,5»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Анциферов О.В.	77	добре	
розділів:				
конструкторський	Анциферов О.В.	78	добре	
експлуатаційний	Анциферов О.В.	76	добре	
Рецензент	Левченко К.А.	77	добре	
Нормоконтролер	Кухар В.Ю.	85	добре	

Дніпро  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри гірничих машин та інжинірингу)

(підпис)

Заболотний К.С.  
(прізвище, ініціали)

« 21 »

06

2019 року

**ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу  
ступеня бакалавра**

**студентці Скопі К.Р. академічної групи 133-16ск-1**

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

спеціалізації «Гірничі машини та комплекси»

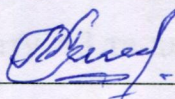
за освітньо-професійною програмою «Гірничі машини та комплекси»

**на тему «Розробка технічного проекту просіювального вузла  
вібраційного грохота ГВП-0,5»**

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» № 816-л від 28.05.2019 р.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Конструкторський	На основі матеріалів виробничих практик та інших науково-технічних джерел інформації розробити технічний проект вузла просівання вібраційного грохота	07.06.2019
Експлуатаційний	Розробити технологічний процес монтажу та умови експлуатації вібраційного грохота. Розробити та обґрунтувати заходи щодо безпечного монтажу, обслуговування й експлуатації вібраційного грохота ГВП-0,5	12.06.2019

Завдання видано

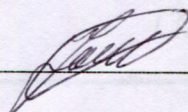


Анциферов О.В.

Дата видачі 28.05.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії 17.06.2019

Прийнято до виконання



Скопа К.Р.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 46 стр. , 7 рис. , 1 табл. , прил. , 8 посилань.

Об'єкт розробки: просіювальна поверхня віброгрохота.

Мета роботи – обґрунтування технологічних параметрів вібраційного грохота в області віброударного режиму просівання та створення нової конструкції просіювального вузла для високоефективної класифікації порошків тонких класів крупності.

Предмет дослідження – режимні і конструктивні параметри грохота для тонкої класифікації порошків

У роботі було виконано огляд та аналіз конструкції вібраційного грохоту. Обґрунтування технологічних параметрів вібраційного грохоту, створена нова конструкція просіювального вузла для високоефективної класифікації порошків. Провели розрахунок технологічних параметрів, таких як: визначення середньої швидкості вібротранспортування; розрахунок пружинної системи; визначення інерційного приводу; розрахунок болтового кріплення вібратора до лотка грохота.

У експлуатаційному розділі роздивилися загальну інформацію про профілактичне обслуговування, техніку безпеки та технічну безпеку при монтажі

**ВІБРОГРОХОТ, КОРОБ, КОНСТРУКЦІЯ СИТА, ПАРАМЕТРИ ВІБРАЦІЇ, РОЗРАХУНОК, ЕКСПЛУАТАЦІЯ.**

Графічна частина яка складається з одного листа формату А1, двох листів формату А2, лист формату А3 та два листи формату А4.

					<b>ГМІ.РК.19.23 - 00.00.000.ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>Реферат</b>	<i>Лі.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Скопа</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Анциферов</i>						
<i>Зм.</i>								
<i>Підпис</i>		<i>Кцхар</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Заболотний</i>						
						НТУ «ДП» 133-16ск-1		

## ЗМІСТ

Вступ.....	
Розділ 1 Конструкторський .....	
1.1 Загальні відомості про грохоти та розрахунок їх технологічних параметрів	
1.2 Вібраційні грохоти з круговими вібраціями короба	
1.3 Конструкції плоских грохотів .....	
1.4 Вібраційний грохот ГВП-0,5 .....	
1.5 Розрахунок технічних параметрів грохоту .....	
1.6 Визначення середньої швидкості вібротранспортування .....	
1.7 Визначення маси матеріалу на ситі .....	
1.8 Розрахунок пружною системи вібраційного грохоту.....	
1.9 Визначення необхідної сили інерційного приводу .....	
1.10 Розрахунок споживаної потужності і вибір електродвигуна.....	
1.11 Розрахунок болтового кріплення вібратора до лотка грохоту.....	
1.12 Висновки за розділом.....	
Розділ 2 Експлуатаційний.....	
2.1 Загальна інформація.....	
2.2 Профілактичне обслуговування.....	
2.3 Техніка безпеки і виробнича санітарія при експлуатації грохота ГВП-0,5	
2.4 Техніка безпеки при монтажі.....	
2.5 Монтаж, пуск, регулювання та обкатки грохота.....	
2.6 Технічне обслуговування грохоту.....	
2.6.1 Види і періодичність технічного обслуговування	
2.6.2 Порядок технічного обслуговування складових частин грохота	
2.7 Висновки за розділом.....	
Висновки.....	

					<b>ГМІ.РК.19.23 - 00.00.000.ПЗ</b>					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>Зміст</b>					
<i>Розроб.</i>	<i>Скопа</i>							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Анциферов</i>									
<i>Зм.</i>								<i>НТУ «ДП» 133-16ск-1</i>		
<i>Підпис</i>	<i>Кичад</i>									
<i>Затверд.</i>	<i>Заболотний</i>									

Перелік посилань.....

Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....

Додаток Б Специфікація до складальних креслень.....

Додаток В Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....

Додаток Г Рецензія на кваліфікаційну роботу.....

					<i>ГМІ.РК.19.23.00.00.000.ПЗ</i>	<i>рк.</i>
<i>м.</i>	<i>рк.</i>	<i>докум.</i>	<i>дпис</i>	<i>Дата</i>		

ВІДЗИВ

на кваліфікаційну роботу бакалавра на тему  
«Розробка технічного проекту просіювального вузла  
вібраційного грохота ГВП-0,5»  
студентки групи 133-16ск-1  
Скопи Катерини Русланівни

1. Мета кваліфікаційної роботи – підвищення ефективності процесу просівання на основі вибору конструктивної схеми вібраційного грохота і обґрунтуванні його режимних і конструктивних параметрів.

2. Актуальність теми слідує з підвищення попиту порошкової металургії на дрібнодисперсні порошки класів 500 мкм і нижче. Тому коригування конструкторської документації та додаткові розрахунки для прототипів даних грохотів необхідні.

3. Тема роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра з напряму підготовки за спеціальністю 133. Галузеве машинобудування – конструювання вузла просівання вібраційного грохота.

4. Завдання кваліфікаційної роботи: створення електронної конструкторської документації вузла просівання вібраційного грохота, вивчення його конструкції, варіантів приводу і обґрунтування його технологічних і конструктивних параметрів.

5. Оригінальність технічного рішення полягає у виборі одновального інерційного приводу, що дозволяє інтенсивне перемішування матеріалу в процесі його переміщення вповдовж просіювальної поверхні.

6. Практичне значення результатів проектування полягає у підвищенні ефективності просівання за рахунок зміни приводу вібраційного грохота.

7. Розрахунки, що підтверджують працездатність пружної системи та 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. Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки «добре».

11. Зниження оцінки пояснюється наявністю таких недоліків:

- недостатня самостійність студента при проведенню розрахунків;
- несвоєчасною підготовкою матеріалів згідно графіка їх подачі.

Пропозиції щодо удосконалення підготовки випускників:

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

Керівник кваліфікаційної роботи,  
доцент кафедри гірничих машин  
та інжинірингу

О.В. Анциферов

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра, студентки гр. 133-16ск-1

Скопи Катерини Русланівни

«Розробка технічного проекту просіювального вузла  
вібраційного грохота ГВП-0,5»

Мета кваліфікаційної роботи – обґрунтування та вибір типу приводу і конструктивна модернізація просіювального вузла вібраційного грохота для підвищення ефективності процесу просівання.

Актуальність теми полягає в тому, що в даний час з'явилась значна потреба у дрібнодисперсних порошках для хімічної промисловості і порошкової металургії. Звідси, переробка конструкторської документації та додаткові розрахунки для прототипів грохотів необхідні.

Об'єкт діяльності дипломника напряму підготовки за спеціальністю 133. Галузеве машинобудування безпосередньо пов'язаний з темою дипломного проекту.

У завдання роботи входило: огляд конструкцій вібраційних грохотів, видів поверхонь просівання і типів приводів, вивчення конструкції вібраційного грохота ГВП-0,5, його робочого органу і приводу, розрахунок пружної системи та основних елементів приводу, вибір електродвигуна, перевірка болтів кріплення приводу. Виходячи з поставлених задач, пошукувачем проводяться дослідження, обґрунтування обраних технічних рішень і потрібні розрахунки.

Оформлення пояснювальної записки виконано з деякими відхиленнями від стандартів. Знайомство зі змістом записки показало, що розрахункова частина технологічних і конструктивних параметрів вібраційного грохота, що розглядається, викладена у достатньому обсязі.

Як зауваження відмічу недостатність текстового матеріалу в експлуатаційному розділі роботи.

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

Комплект конструкторської документації виконано на комп'ютері, але він не може бути проаналізований досить точно рецензентом.

За результатами викладеного вище вважаю, що кваліфікаційна робота заслуговує оцінку «добре».

К. т. н., доцент, зав. кафедри  
технологічного інжинірингу  
переробки матеріалів



К.А. Левченко

## Операция поиска #1

### Исходный текст

ВступГрохочення – одна з найважливіших і широко використовуваних традиційних технологічних операцій в видобувних і переробних галузях промисловості: гірничорудної, металургійної, вугільної, хімічної, будівельних матеріалів, харчової, а також фармацевтичної. В гірничозбагачувальних технологіях, наприклад, ця операція вперше була використана близько 250 років тому при сортуванні товарного вугілля і тривалий час виконувалася на ручних ситах. В кінці 17 століття, з'явилися перші машини для ситової класифікації: барабанні обертові грохоти, а ще через 50 років у середині 19 століття, плоскі хитні грохоти з кінематичним приводом. Роль процесів поділу по крупності в гірничодобувних галузях промисловості досі росте, оскільки підвищуються обсяги видобутку сировини і вимоги до якості проміжних і кінцевих продуктів його переробки. Разом з цим в галузі порошкової металургії особливе значення приділяється процесам тонкої класифікації для порошоків з класами крупності менше одного міліметра. Крім того, просівання відіграє особливу роль в енергозбереженні при дезінтеграції, тобто в процесах дроблення і подрібнення. Само по собі як мало енергоємний процес, воно дає можливість реалізувати фундаментний принцип збагачувачів «Не дробити нічого зайвого». З якісним грохоченням пов'язані також перспективи селективного розкриття мінеральних агрегатів, що став в два останніх десятиліття основною тенденцією при підготовці руд до збагачення, особливо в умовах погіршення якості сировини, що видобувається. Природно, що вимоги до технологічного обладнання для поділу матеріалів по крупності в цих умовах зростають. Не можна не відзначити, що ці вимоги надзвичайно різноманітні. В одних випадках виникає необхідність виділення на просіювальних поверхнях грохотів досить великих шматків матеріалу (розмірами до 300 ... 400 мм) з потоку видобутої гірничої маси, максимальна крупність шматка в якій досягає 1500 ... 1800 мм. В інших випадках межа поділу становить кілька десятків мікрон, причому це може стосуватися як сухого порошкоподібного матеріалу, так і твердої фази пульпи (суспензії). Грохоти – це основні машини для розділення матеріалів по крупності в різних виробництвах. Їх найбільш важливими робочими елементами є просіювальні поверхні, які поряд з режимними параметрами грохоту визначають його технологічну ефективність. Слід визнати, що незважаючи на багаторічну постійну увагу до проблем процесу просіювання, конструкцій грохотів і просіювальних поверхонь, їх все ж не можна з точки зору сучасних вимог практики вважати повністю вирішеними. Серед питань, які зберігали свою актуальність, можна назвати зносостійкість і довговічність просіювальних поверхонь, живий перетин сит, їх ефективність при грохоченні важких матеріалів, зокрема вологих і липких, а також тонких продуктів, і пов'язане з цим залипання отворів сит і забивання їх «важкими» зернами. Відповіді на ці питання знаходяться, звичайно, в площині вдосконалення не тільки власне просіювальних поверхонь, але і конструкцій віброгрохотів, а також підвищення технічного рівня їх експлуатації. Як відомо, на ефективність грохочення істотний вплив роблять інтенсивність динамічного режиму коливань грохоту, питома навантаження на просіювальну поверхню, гранулометричний склад і фізико-механічні властивості класифікуючого матеріалу, а також ряд інших факторів. Однак і при комплексному підході до вирішення проблем техніки і технології просіювання з урахуванням всіх перерахованих факторів роль просіювальних поверхонь все ж залишається найважливішою. Мета роботи – обґрунтування технологічних параметрів грохота в області віброударного режиму просівання та створення нової конструкції просіювального вузла для високоефективної класифікації порошоків тонких класів крупності. Об'єкт дослідження – процес класифікації порошкової маси тонких класів крупності. Предмет дослідження – режимні і конструктивні параметри грохота для тонкої класифікації порошоків. Загальні відомості про ГРОХОТИ ТА РОЗРАХУНОК ЇХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ 1 Загальні відомості про грохоти і технологічне застосування операції просіювання Грохот вібраційний – машина з вібраційним приводом, що призначена для сортування (грохочення) сипких матеріалів, їх знешламлення та зневоднення. Машини даного класу – це найпоширеніша



група грохотів, що застосовуються в порошковій металургії. Характерною особливістю грохота вібраційного є те, що при використанні динамічного приводу характер коливального руху, амплітуда та форма траєкторій робочої поверхні визначається винятково динамічними факторами. У більшості вібраційних грохотів застосовують відцентрові вібробуджувачі (дебалансні вібратори), значно рідше – електромагнітні. Сортуванням (грохоченням), а також просіюванням називається операція поділу по крупності кускових і сипучих матеріалів за допомогою жорстких поверхонь з каліброваними отворами. Призначені для цієї операції машини і пристрої зуться грохотами. За принципом дії і форми робочого органу (просіювальна поверхня) грохоти можна розділити на кілька основних типів. За принципом дії грохоти поділяються на дві групи – нерухомі і рухомі. Нерухомі грохоти представляють собою пристрої, в яких поділ сипучого матеріалу по крупності проводиться при його відносному русі по поверхні, що просіює, та має ухил, більшого кута тертя матеріалу, який ковзає вниз по поверхні, що просіює під дією сили тяжкості. Такі нерухомі грохоти застосовуються на практиці тільки для грубого попереднього відділення великих шматків (наприклад, перед дробленням). Вони вимагають багато місця по висоті. Кращими є рухливі грохоти. При русі просіювальної поверхні рухається і сипучий матеріал, чим забезпечується прискорення сортування за рахунок розподілу сипучого матеріалу по всій поверхні і посилення розшарування суміші з тим, щоб дрібні зерна могли опуститися до низу через шар матеріалу і досягти отворів. У рухомому грохоті сипучий матеріал рухається під дією не тільки сил тяжкості і тертя, але і сил інерції. Просіювальна поверхня рухомого грохоту може бути розташована похило або горизонтально. Рух просіювальної поверхні буває зворотно-поступальним або обертовим. Зворотно-поступальний рух може бути симетричним або диференціальним. Залежно від призначення грохотів їх просіювальні поверхні мають різні конструктивні рішення. Поверхня, набрана з окремих смуг або брусів, скріплених поперечними стяжками, називається ґратами (рисунок 1, а), а самі поздовжні смуги або бруси – колосниками. Колосникові решітки виготовляються або з жорстко укріпленими по всій довжині, або з консольно закріпленими віброючими колосниками. У віброконсольному грохоті (неприводному) під впливом ударів матеріалу відбувається вібрація колосників, закріплених тільки з одного кінця. Цей грохот рекомендується для установки перед другою стадією дроблення. У деяких випадках решітка застосовується як робочий орган і в рухливих грохотах. В якості просіювальних поверхонь у рухомих грохотах застосовують: 1) листові решета (рисунок 1, б), що представляють собою металеві перфоровані листи, в яких отвори штампують на діропробивних пресах або просвердлюють, в більшості випадків ці отвори роблять круглими, рідше квадратними або прямокутними; 2) дрові сита (рисунок 1, в) з квадратними або довгастими отворами (осередками). Сама тканина (сітка) виготовляється з хвилястою або канілірованою, тобто заздалегідь вигнутого дроту зі сталі 60Г. У простих сит з канілірованого дроту в процесі роботи змінюються форма і розмір отворів. а) решітка; б) решето; в) сито. Рисунок – 1 Види просіювальних поверхонь. Краще сита з канілірованого дроту з проміжним рифленням, або з штампованого дроту. Ставлення сумарної площі отворів до всієї площі поверхні, що просіює носить назву коефіцієнта живого перетину. Чим вище цей коефіцієнт, тим краще якість сортування і вище продуктивність грохочення. По формі просіювальна поверхня може бути плоскою, циліндричною або конічною. Відповідно до цього розрізняють два основних типи грохотів - барабанні і плоскі. У барабанних грохотах сортування здійснюється обертанням полого циліндра або рідше конуса з просіювальної поверхнею з перфорованих металевих пластин (решето). При обладнанні дробильно-сортувальних установок майже виняткове поширення набули плоскі грохоти, що забезпечують більш ефективне просівання при менших габаритних розмірах і меншою споживаною потужністю. Тому нижче розглядаємо тільки плоскі грохоти. 2 Вібраційні грохоти з круговими вібраціями короба. До вібраційних грохотів з круговими вібраціями короба відносяться грохоти з простим дебалансним вібратором і самоцентруючі. Розглянемо грохот з простим дебалансним вібратором. Вібрації короба викликаються центробіжною силою інерції, при обертанні неурівноваженої маси дебаланса. Принципова схема такого грохоту показана на рисунку 2. Короб грохоту 1 з просіваючою поверхнею 2 встановлюється на пружинах (ресорах) 3 під кутом 15-30° до горизонту. На коробі грохота закріплені два підшипника 4, в яких встановлено вал 5 з закріпленими на ньому шківками 6, маючими неурівноважені грузи – дебаланси 7. Вал

приводиться до обертання за допомогою клинопасової передачі від електродвигуна, встановленого на нерухомій опорі. Дебаланс при обертанні розвиває радіально направлену обертову центр обіжну силу інерції  $m$  – маса одного дебалансного вантажу, кг;  $n$  – частота обертання вала, об/хв;  $r$  – відстань від центру тяжіння дебалансного вантажу до осі обертання. Центробіжну силу можна уявити розподіленою на дві складові. Одна з них направлена перпендикулярно до площини короба грохоту і по осі пружин, а інша – подовж площини короба. Перша складова стискає та розтягує опорні пружини короба, а друга гаситься їх жорсткістю в напрямку, перпендикулярному до осі пружин. У результаті короб грохота описує еліптичну траєкторію. Увесь привідний механізм бере участь у коливаннях короба, з цього радіус коливання залежить від співвідношення мас короба грохота і дебалансного вантажу. Відцентрову силу можна уявити розкладеною на дві складові. Одна з них спрямована перпендикулярно до площини короба грохоту і по осі пружин, а інша – вздовж площини короба. Перша складова стискає і розтягує опорні пружини короба, а друга погашається їх жорсткістю в напрямку, перпендикулярно до осі пружин. У результаті грохота описує еліптичну траєкторію. Весь приводний механізм бере участь в коливаннях короба, а тому радіус коливань залежить від співвідношення мас короба грохота і дебалансного вантажу. В області, далекій від резонансу, справедливо співвідношення  $a$  – амплітуда коливань короба грохоту (радіус кругових хитань); – повна маса короба з навантаженням. Амплітуду коливань короба можна регулювати зміною маси дебалансних вантажів  $t$  або радіусу їх обертання  $r$ . Якщо маса короба з яких-небудь причин збільшилася проти розрахункової (збільшення навантаження), то при незмінній масі дебалансів  $m$  і тому ж радіусі їх обертання  $r$  амплітуда повинна зменшитися. Тому при перевантаженнях грохоту амплітуда коливань короба зменшується, коливання згасають і ефективність грохочення погіршується. При зменшенні навантаження амплітуда коливань збільшується. В цьому випадку ефективність грохочення може також погіршитися внаслідок вільного і швидкого скатування по сити окремих зерен грохотимого матеріалу – переліт через отвори сита і т. п. Грохоти можуть мати одне, два або три сита. Вони застосовуються переважно для дрібного просівання (на сітках 2-6 мм). Рисунок 2 – Схема вібраційного грохоту з простим дебалансним вібратором 3 колосниковими робочими поверхнями зі щілиною до 250 мм. Вібраційні грохоти можуть бути використані також для обробки крупного матеріалу. Частота коливань при грохоченні дрібного матеріалу 1000 об/хв (діаметр кругової траєкторії 5-7 мм), при великому матеріалі – 750 об/хв (діаметр кругової траєкторії 12 мм). Найбільш частий кут нахилу  $15^\circ$ . Привід вала вібратора виконується з урахуванням того, що вісь вала описується кругова траєкторія разом з коробом. Електродвигун через клинопасову передачу обертає проміжний вал, який карданним валом з'єднаний з валом вібратора (рисунок 3). Установка вібраційних грохотів показана на рисунку 4. 1 – електродвигун; 2 – кожух клинопасової передачі; 3 – проміжний вал; 4 – карданний вал; 5 – вал вібратора; 6 – підшипники проміжного валу; 7 – короб грохота. Рисунок 3 – Схема приводу вібраційного грохоту з простим дебалансним вібратором 3. Конструкції плоских грохотів. По конструкції усі плоскі рухливі грохоти можна розділити на дві групи; грохоти (рисунок 5, а і б), що коливаються, і вібраційні (рисунок 5, в і г). У грохотах, що коливаються, рухлива рама органу, що просіює, здійснює примусовий рух внаслідок жорсткого кінематичного зв'язку між механізмом (ексцентриком), що рухається, і рамою органу, що просіює. Величина ходу такого грохоту і траєкторії точок не залежать ні від швидкості, ні від навантаження на грохот. Хитні грохоти поділяють за характером хитань на грохоти з прямолінійними коливаннями (рисунок 5, а) і грохоти з гіраціонними (круговими) гойданнями по колу у вертикальній площині – ексцентрикові (рисунок 5, б). а – на підвісах; б – на опорах; 1 – похилий короб; 2 – вібратор; 3 – підвіска; 4 – опорна цапфа; 5 – електродвигун; 6 – клинопасова передача; 7 – пружина. Рисунок 4 – Установка вібраційних грохотів. а) коливаються з зворотно-поступальним рухом; б) хитний гіраціонний ексцентриковий; в) вібраційний (інерційний); г) інерційний горизонтальний з двохвальним вібратором; 1 – ексцентрик; 2 – тяга; 3 – підвіска; 4 – короб; 5 – сито; 6 – шків; 7 – маховик; 8 – ексцентриковий вал; 9 – рама; 10 – 4 невривноважених вантажів (дебаланси); 11 – вал дебалансів; 12 – пружина; 13 – вібратор. Рисунок 5 – Схеми плоских грохотів. У вібраційних грохотах амплітуда (половина ходу або розмаху) вільних коливань (вібрацій) залежить від динамічних чинників: сил інерції, ударів, величини рухомих мас. Жорсткий кінематичний зв'язок між рухомих механізмом і рамою просівного органу відсутній. Хитні грохоти

з прямолинійним зворотно-поступальним рухом сита – тихохідні. Число оборотів їх вала в хвилину дорівнює 100–300. Гіраційні та вібраційні грохоти – швидкохідні. У гіраційних грохотах число обертів вала в хвилину одно 975-1200, а в інерційних – 1000-3000. До конструкції сита вібраційного грохоту ставляться такі вимоги: сумарна площа отворів по відношенню до всієї площі сита повинна бути найбільш високою; форма вигину дротів, що утворюють сито, повинна забезпечити більшу точність розмірів комірок сита і їх незмінюваність в процесі експлуатації; сито повинно бути зносостійким. Найбільш зносостійким дротом є марганцевистий дріт зі сталі 65Г. 4 Вібраційний грохот ГВП-0,51 – лоток; 2 – сітка; 3 – пружина; 4 – рама; 5 – валик опорний; 6 – натяжний пристрій; 7 – вібратор; 8 – завантажувальний горловина; 9 – пластина; 10 – горловина розвантаження підситного матеріалу; 11 – горловина розвантаження надситного матеріалу. Рисунок 6 – Конструктивна схема вібраційного грохота ГВП-0,5

5 Исходные данные для расчета Производительность по исходному питанию  $Q = 20000$  Н/ч. Эффективность грохочения  $E = 90$  %. Площадь сита - 0,65 м<sup>2</sup> Амплитуда колебаний - до 3 мм Частота колебаний - 150 с<sup>-1</sup> Вибратор - ИВ - 87 Мощность - 06 кВт Габаритные размеры: длина, мм 1865 ширина, мм 570 высота, мм 1050 Грохотимый материал – полиметаллический сплав тяжелого класса с насыпной плотностью  $\gamma = 10000$  Н/м<sup>3</sup>. Рабочая поверхность – металлическая сетка с квадратным отверстием  $a = 0,5$  мм и действительной величиной живого сечения  $L = 80$ %. 6 Расчет технологических параметров грохота Наибольший объем исследований по определению технологических показателей грохотов приходится на долю грохотов с плоской подвижной рабочей поверхностью. Этому способствует ряд их преимуществ по сравнению с другими типами грохотов, важнейшие из которых: компактность и простота конструкции, высокая удельная производительность при минимуме поверхностей трения, простота переналадки при изменении крупности получаемых продуктов, универсальность применения, простота загрузочных и приемных устройств, сравнительная простота перехода от одного типоразмера к другому при высокой степени унификации деталей и т.д. Производительность грохота определяется по простой зависимости, основанной на использовании понятия удельной производительности, однако она, в отличие от ранее рассмотренных, учитывает значительно большее количество фактов и содержит большее количество поправочных коэффициентов. Первоначальное выражение для определения производительности на протяжении ряда лет преобразовывалось, уточнялось, видоизменялось и в настоящее время применяется несколько модификаций этой формулы. Здесь приводится наиболее полная из них, применяемая в настоящее время при технических расчетах:

т/ч, (1) Величину всех коэффициентов получим эмпирическим путем в [1]. для расчета воспользуемся методичкой [2]. Удельная объемная производительность определяется по формуле (2) где  $q_0$  – удельная производительность грохота;  $k_{жс}$  – коэффициент жесткости;  $k_{отв}$  – коэффициент дающий поправку на форму отверстий. Коэффициент учитывающий величину жесткости из [2] определим по формуле: (3) где  $L$  – действительная величина жесткости;  $L_0$  – величина жесткости, применяемая при экспериментальных рассевах. Из исходных данных для расчетов  $L = 80$  %. Величина удельной производительности  $q_0$  получена при рассеве материала на проволочных ситах с квадратными ячейками, причем при грохочении легких материалов ( с плотностью в насыпке  $\gamma$ /м<sup>3</sup> применялись сита с живым сечением  $L_0 = 60$ %. Из исходных данных для расчетов выбираем  $L_0 = 50$  %. Эти значения подставим. в (3) и получаем  $k_{жс} = 0,4$ . Из таблицы 2.3 в [2] имеем  $k_{отв} = 1$ . Величина удельной производительности  $q_0$  в зависимости от размера отверстий сита  $a = 2$  мм (см. исходные данные) из таблицы 2.4 в [2] имеет значение  $q_0 = 3$  м<sup>3</sup>/ч·м<sup>2</sup>. Подставляем полученные данные в (2) и получаем значение удельной объемной производительности (4) Коэффициент режима учитывают влияние двух факторов: форму траектории движения исполнительного органа и амплитудное значение скорости движения исполнительного органа, поэтому он должен определиться как произведение двух коэффициентов (5) Величина коэффициента зависит от формы траектории. При круговой траектории в направлении транспортирования принимается В целях повышения эффективности принимают обратное вращение вала дебаланса, в этом случае При прямолинейных движениях исполнительного органа или траектории в форме вытянутого под углом к рабочей поверхности эллипса, при горизонтальном или слабо наклоненном (до 5°) положении, величина значительно увеличивается и принимается равной В последнее время в грохотах для классификации

порошковых материалов применяют грохоты со сложными (пространственными) колебаниями рабочей поверхности, для которых может достигать (6) Принимаем для нашего грохота  $\delta_1 = 2$ . Из исходных данных для расчета определим максимальное амплитудное значение скорости (7) Из таблицы 2.5 в [2] выбираем  $\delta_2 = 0,82$ . Коэффициент режима (8) Конструктивно грохот имеет одно сито и равномерную подачу материала по всей ширине рабочей поверхности. Принимаем  $\phi = 1$ . Зададимся значениями остальных коэффициентов с учетом исходных данных и приведенных в таблице 2.6 [2]:  $k = 0,5$ ;  $l = 2$ ;  $m = 1$ ;  $n = 1$ ;  $o = 1$ ;  $p = 1$ . Площадь поверхности грохота из [3] (9) Подставим в (9) полученные данные (10) Площадь грохота принимается на 15% больше, т.е.:  $V_L = 1,15$   $F = 0,584$  (м<sup>2</sup>). (11) Это значение близко к конструктивным параметрам просеивающей поверхности. Принимаем размеры просеивающей поверхности:  $B = 0,5$  м – ширина;  $L = 1,3$  м – длина.

7 Определение средней скорости вибротранспортирования За один период колебаний грохота с плоской подвижной рабочей поверхностью, частицы грохотимого материала перемещаются относительно поверхности на величину  $S$ . Поскольку относительное движение частиц происходит по довольно сложному закону, а величина  $S$ , равно как и период  $T$  колебаний рабочей поверхности достаточно малы, при определении технологических параметров грохота обычно пользуются величиной средней скорости вибротранспортирования. (12) Где период колебаний (13) и угловая частота колебаний исполнительного органа. Коэффициент режима вибротранспортирования определяем по формуле (14) где  $\gamma$  – коэффициент, учитывающий запаздывание отрыва материала в следствии неупругих сопротивлений, причем для различных материалов значение коэффициента принимается равным 0,7-0,95 (принимаем  $\gamma = 0,75$ ). Определяем коэффициент режима вибротранспортирования При  $\Gamma > l$  имеет место режим виброперемещения с отрывом от рабочей поверхности. Фазный угол отрыва материала от рабочей поверхности (сетки грохота) определяется по формуле: (15) Подставляем в это уравнение исходные данные: По графику на рисунке 2.3 определяем фазный угол встречи материала с рабочей поверхностью  $\psi_v = 5,2$  (рад). Теперь определяем скорость вибрационного перемещения материала. Для вибрационного конвейера с горизонтальным расположением исполнительного органа: (16) Вычисляем скорость перемещения материала:  $V_{cp} = 0,36$  (м/с).

8 Определение массы материала на сите Масса материала, находящегося на сите (17) где  $Q$  – производительность (кг/с),  $L$  – длина грохота (м).  $a$  – содержание подрешотного в исходном продукте,  $\eta$  – К.П.Д. грохочения,  $V_{cp}$  – средняя скорость вибротранспортирования (м/с). Принимаем  $\alpha = 0,1$ ;  $\eta = 0,9$ . Вычисляем массу материала, находящегося на сите грохота (18) Масса колеблющейся части грохота ГВП-0,5 составляет 215 кг. В сравнении с массой материала на сите это менее 1%. Поэтому при динамическом расчете грохота массу материала можно не учитывать.

9 Расчет упругой системы вибрационного грохота

9.1 Исходные данные для расчета Масса колеблющейся части грохота, кг – 215. Упругая подвеска – опорная на пружинах. Количество пружин – 4. Характеристика пружины: навивка – правая; количество витков общее – 9,5; количество витков рабочих – 8; наружный диаметр, мм – 90; диаметр проволоки, мм – 7; осадка одного витка, мм – 26; развернутая длина, мм – 2394; модуль сдвига, Н/м<sup>2</sup> –  $8 \cdot 10^{10}$ ; максимальное касательное напряжение при кручении, Н/м<sup>2</sup> –  $55 \cdot 10^7$ ; твердость HRC – 50.

9.2 Расчет пружинной системы грохота Упругая система вибрационного грохота состоит из четырех пружин, которые воспринимают сжимающую статическую нагрузку  $P$  и дополнительную гармоническую силу сжатия от действия возмущающей силы инерционного вибровозбудителя. Правильная работа машины обеспечивается при условии, что величина статического сжатия пружин  $\delta_{ст.}$  под действием веса колеблющейся части больше амплитуды колебаний грохота  $\delta_{ст.} > a$ . (19) Жесткость пружины определяется по формуле [21], (20) где  $d$  – диаметр проволоки;  $D$  – средний диаметр пружины;  $i$  – число рабочих витков;  $G$  – модуль упругости материала пружины при сдвиге ( $8 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup>). Подставим в (20) исходные данные для пружины 5198 Н/м. На мельнице установлены параллельно 4 пружины. Приведенная жесткость составит  $sp. = 4 c = 4 \cdot 5198 = 20792$  Н/м. Статический прогиб пружин под действием общего веса колеблющихся частей грохота составит  $\delta_{ст.} = P_k / sp.$ , (21) где  $P_k$  – вес колеблющихся частей грохота ( $P_k = tk \cdot g$ ). Подставляем в (22) исходные данные  $P_k = tk \cdot g = 215 \cdot 9,81 = 2109$  (Н). (22) Подставляем в (21) значение (22) и получим  $\delta_{ст.} = 2109 / 20792 = 0,1$  м. (23) Амплитуда колебаний грохота  $a = 0,003$  м. Результат вычисления (23) подтверждает, что условие (19) выполнено. Суммарное сжатие пружины с учетом

статического прогиба от силы веса колеблющихся частей грохота (23) и амплитуды колебаний от гармонической возмущающей силы (0,003 м из исходных данных)  $\delta_{\max} = 0,103$  м;  $\delta_{\min} = 0,097$  м. (24) При количестве рабочих витков пружины  $n = 8$  из (24) получим максимальную осадку одного витка  $\delta_{\max 1} = \delta_{\max} / n = 0,103 / 8 = 0,013$  м. (25) Предельное сжатие одного витка  $\delta_{\text{пр.1}} = 0,026$  м (согласно исходным данным). Работоспособность пружины определяется неравенством  $\delta_{\text{пр.1}} > \delta_{\max 1}$ . (26) Результат вычисления (7) подтверждает выполнение условия (26). Определим частоту собственных колебаний вибрационного грохота  $\rho$  без учета неупругого (внутреннего) сопротивления в материале пружины. Из [4] имеем  $9,83$  (1/с).. (27) Частота вынужденных колебаний (круговая частота вращения электродвигателя)  $157,26$  (1/с). (28) Эффективность виброизоляции определяется коэффициентом динамичности [5]. (29) С учетом полученных выше значений после подстановки их в (29) имеем  $0,004$ . Динамический эффект в нашем случае значительно меньше статического, т.е. на раму грохота и соответственно на фундамент согласно расчету по формуле (11) передается нагрузка, составляющая  $0,004$  от веса колеблющейся части. Это означает, что сила высокой частоты (в нашем случае  $157$  1/с) не вызывает ощутимых колебаний в низкочастотной упругой раме, последняя как бы не успевает отзываться на весьма быстрые изменения возмущающей силы. Малое значение  $\mu$  говорит о том, что рама грохота при установке на фундамент не требует дополнительных амортизаторов. Можно ограничиться обычными резиновыми листовыми прокладками.

[8:52:09] **Yah** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://referat-ok.com.ua/ekonomichna-teoriya/derzhavne-regulyvannya-rozvitku-palivno-energetichnogo-kompleksu-ukrajini>

[8:52:12] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №15-1 (4352 миллисек.): [https://issuu.com/ukhan/docs/3\\_prazi-2\\_yakist\\_2012](https://issuu.com/ukhan/docs/3_prazi-2_yakist_2012) (Сохраненная копия) ( Too big page )

[8:52:14] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: [https://studopedia.com.ua/1\\_302701\\_mashini-dlyanarizuvannya-ta-protirannya-ovochiv.html](https://studopedia.com.ua/1_302701_mashini-dlyanarizuvannya-ta-protirannya-ovochiv.html)

[8:52:17] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Грохот>

[8:52:34] Не загружена страница из запроса №5-1 (30080 миллисек., превышен таймаут в 30000 миллисек.): [https://sawk2008.blogspot.com/p/blog-page\\_3.html](https://sawk2008.blogspot.com/p/blog-page_3.html)

[8:52:49] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: [https://studopedia.com.ua/1\\_64145\\_priznachennya-ta-konstruktsiya-grohotiv.html](https://studopedia.com.ua/1_64145_priznachennya-ta-konstruktsiya-grohotiv.html)

[8:52:53] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №5-1 (4416 миллисек.): [https://sawk2008.blogspot.com/p/blog-page\\_3.html](https://sawk2008.blogspot.com/p/blog-page_3.html) (Сохраненная копия) ( Too big page )

[8:53:38] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://budtehnika.pp.ua/981-ustatkuvannya-dlya-mehannogo-sortuvannya-prosyuvannya.html>

[8:53:39] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://mirznanii.com/a/190725-3/ustatkuvannya-drobilno-sortovalnikh-zavodv-3>

[8:53:41] **Yah** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://docplayer.net/79731208-Zmist-rozdil-1-istorichna-dovidka-rozdil-2-metodi-pererobki-ta-zbagachennya-korisnih-kopalin.html>

[8:53:42] **Yah** Найдено 1% совпадений по адресу: [https://studopedia.ru/2\\_4534\\_bezsalnikovikompresori.html](https://studopedia.ru/2_4534_bezsalnikovikompresori.html)

[8:53:46] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://mybiblioteka.su/6-147011.html>

[8:53:54] **Yah** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://ruthenia.info/txt/biletskv/enc/20.html> (Сохраненная копия)

[8:53:54] **Yah** Найдено 1% совпадений по адресу: [https://answers.yahoo.com/question/index;\\_ylt=AwrE19v436pc.UMAVpZXNyoA;\\_ylu=X3oDMTEydmtxNDQ0BGNvbG8DYmYxBHBvcwMxBHZAaWQDQjY2MzJfMQRzZWMDc3I-?qid=20090806160222AADfM4f](https://answers.yahoo.com/question/index;_ylt=AwrE19v436pc.UMAVpZXNyoA;_ylu=X3oDMTEydmtxNDQ0BGNvbG8DYmYxBHBvcwMxBHZAaWQDQjY2MzJfMQRzZWMDc3I-?qid=20090806160222AADfM4f)

[8:54:13] Не загружена страница из запроса №75-3 (30030 миллисек., превышен таймаут в 30000 миллисек.): [https://historyteacherua.blogspot.com/p/blog-page\\_38.html](https://historyteacherua.blogspot.com/p/blog-page_38.html)

[8:54:18] **Yah** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://works.doklad.ru/view/5PcNirTINtU/all.html>

[8:54:18] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №75-3 (4449 миллисек.):  
[https://historyteacherua.blogspot.com/p/blog-page\\_38.html](https://historyteacherua.blogspot.com/p/blog-page_38.html)(Сохраненная копия) ( Too big page )

[8:54:38] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №109-1 (4103 миллисек.):  
[https://issuu.com/euroasiascience/docs/euroasia\\_26\\_p2\\_tech\\_phiz-math\\_soc\\_f](https://issuu.com/euroasiascience/docs/euroasia_26_p2_tech_phiz-math_soc_f)(Сохраненная копия) ( Too big page )

[8:54:48] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/59609>

[8:55:06] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: <http://geotm.dp.ua/index.php/uk/2013-rik/vipusk-109/1856-prodolno-poperechnye-kolebaniya-uprugoj-sistemy-razguzochnoj-telezhki-raspredelitel'nogo-konvejera>

[8:55:13] Тип проверки: *Стандартная*

[8:55:13] **Уникальность текста 97%**<sup>©</sup> (Проигнорировано подстановок: 0%)

---