

продольной оси симметрии существенно влияет на амплитуду колебаний щеки и поэтому должно учитываться при проектировании .

1. Варсонофьев В.Д., Кольман-Иванов Э.Э. Вибрационная техника в химической промышленности. – М.: Химия, 1985. – 240 с.

© Франчук В.П., Федоскина Е.В., 2006

*Надійшла до редколегії 28.04.2006 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. І.К. Младецьким*

УДК 622.74

В.П. НАДУТЫЙ, д-р техн. наук

(Украина, Днепропетровск, Институт геотехнической механики),

А.И. ЕГУРНОВ, канд. техн. наук

(Украина, Днепропетровск, ЗАО "АНА-ТЕМС"),

В.П. КРАСНОПЕР

(Украина, Вольногорск, Вольногорский горнометаллургический комбинат)

ВИБРАЦИОННЫЙ ГРОХОТ ДЛЯ МЕЛКОЙ И ТОНКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ С РЕГУЛИРУЕМЫМИ РЕЖИМНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Совершенствование процессов переработки минерального сырья связано с необходимостью применения мелкой и тонкой классификации по крупности. При этом наиболее предпочтительным является процесс классификации с четкой границей разделения сухих сыпучих материалов и пульп. С уменьшением размеров частиц и повышением их влажности затрудняется процесс разделения вследствие снижения роли гравитационных сил, отрицательного влияния взаимодействия частиц, сил трения и поверхностного натяжения влажной поверхности. Поэтому для повышения эффективности классификации мелких и особенно частиц тонких классов крупности потребовались при грохочении значительные ускорения и высокие частоты силового воздействия на сыпучую массу для разрыва связей между ними и увеличения текучести материала через отверстия сита. Было установлено [1], что стационарный режим не всегда приводит к желаемому результату, поскольку горная масса кроме определенной тонины имеет различные физико-механические свойства, поэтому в каждом конкретном случае

требуются определенные режимные параметры грохочения. Установлено также, что виброударный режим воздействия на классифицируемый материал позволяет реализовать высокие ускорения воздействия на частицы или их слой при грохочении, увеличивая при этом сегрегацию и вероятность прохождения частицы через отверстие сита [2]. Поскольку динамический параметр вибрационного воздействия пропорционален квадрату частоты привода и с ростом частоты уменьшается время отрыва частиц от поверхности сита [3], то существенными регулируемыми факторами процесса классификации являются величина ускорения воздействия на частицы, частота взаимодействия рабочей поверхности грохота и классифицируемой массы [3].

Целью исследований и последующей конструкторской разработки являлось определение эффективности классификации грохота новой конструкции при получении мелких и тонких классов крупности в процессе разделения сухих материалов и пульп, а также выбор технического решения для обеспечения регулирования процессом классификации.

Конструктивно грохот представляет собой одномассную колебательную систему в виде опорной рамы, на которой с помощью упругих опор расчетной жесткости установлен короб с просеивающими поверхностями. Вибрационный привод установлен на коробе грохота. Короб грохота может быть выполнен в одно-, двух- и трехситном вариантах.

В качестве просеивающих поверхностей используются динамически активные резиновые резонирующие ленточно-струнные сита (РЛСС), которые устанавливаются в специальный подситник. Возможен вариант установки резиновых карт. Эластичные элементы сит монтируются с предварительным натяжением, величина которого соответствует частоте изгибных колебаний, близких к частоте вибровозмущений привода грохота. Соблюдения этого условия обеспечивает резонансный режим работы сита и за счет этого эффекта – увеличение амплитуды колебаний просеивающей поверхности в 2,5–5,0 раз, что обеспечивает интенсификацию процесса грохочения без дополнительной мощности привода. Поскольку в этом режиме короб грохота имеет минимальную амплитуду (1,0–1,5 мм), а сито в резонансном режиме – рабочую амплитуду (4,0–6,0 мм), отсутствует необходимость в установке мощного вибровозбудителя. В работающих конструкциях виброгрохотов описанной конструкции в зависимости от типоразмера используются вибровозбудители мощностью 0,17–1,2 кВт/ч.

Эластичные рабочие поверхности грохота позволяют получать высокую эффективность грохочения до 1,5–2,0 мм (75–95%) в зависимости от влажности материала, содержания липких и вязких составляющих и т.п. Вопрос тонкого грохочения (менее 1,0 мм) решается следующим образом. На эластичное сито РЛСС укладывается металлическая или полиамидная сетка на требуемую крупность разделения. Сетка закрепляется без натяжения по краям

Підготовчі процеси збагачення

лентодержателей резиновых элементов нижнего сита. Таким образом, получаем двухситное исполнение рабочей поверхности грохота. При этом нижнее резиновое сито выполняет роль поддерживающего для верхнего металлического классифицирующего. Поэтому ячейки нижнего сита должны быть в 10–20 раз крупнее ячеек верхнего классифицирующего, т. к. они не должны оказывать сопротивления движению мелких фракций подрешетного продукта верхнего сита. Вместе с тем нижнее эластичное струнное сито при работе грохота имеет большую амплитуду колебаний, которая в виде ударов передается верхнему классифицирующему и этим интенсифицирует процесс. При грохочении сухих материалов такое ударно-вибрационное побуждение верхней сетки устраняет ее забивание и способствует прохождению через отверстие "трудных" зерен, а при классификации пульп дополнительно устраняет в ячейках сита водяную пленку, которая образуется за счет поверхностного натяжения жидкости. Такая конструкция позволяет высокоэффективно производить классификацию сухой измельченной горной массы или в виде пульпы до крупности 40 мкрн.

Грохот разработан в ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины, проведены экспериментальные исследования, установлены зависимости технологических показателей от режимных параметров грохота и на основании этих результатов разработана его математическая модель. Поскольку масса технологической нагрузки существенно влияет на устойчивость резонансного режима просеивающих поверхностей, то выполнен анализ работы грохота и определена зона его устойчивого режима.

Опытные образцы грохота с непосредственным возбуждением ситовой поверхности испытаны при классификации угольных шламов, золы ТЭЦ, измельченной железной руды в условиях опытной фабрики института Механ-обрчермет, титанового концентрата на заводе АО "Титан" и обогатительной фабрике Вольногорского горнометаллургического комбината.

Учитывая результаты испытаний, разработан параметрический ряд грохотов с непосредственным возбуждением сита (ГНВС), который представлен в табл. 1.

Таблица 1

Технологические и конструктивные показатели	Типоразмеры грохотов				
	ГНВС 0,6×1,5	ГНВС 1,0×2,5	ГНВС 1,0×3,5	ГНВС 1,5×3,5	ГНВС 2,0×4,0
Производительность по исходному питанию, т/ч	1,0	3,0	5-7	10-12	20
Минимальная крупность разделения, мкрн.	40–50	40–50	50	50	50
Максимальная крупность разделения, мм	10–13	20–25	20–25	20–30	20–30

Підготовчі процеси збагачення

Габаритные размеры короба:					
ширина, м	0,6	1,0	1,0	1,5	2,0
длина, м	1,5	2,5	3,5	3,5	4,0
Частота колебаний привода, Гц	25	25	25	25	25
	Возможен вариант с регулированием				
Количество сит, шт.	1–3	1–3	1–2	1–2	1–2
Мощность привода, кВт	0,17	0,35	0,35	0,75	1,1
Вес грохота, кг	300–400	600–800	800–900	1800	2200

В настоящее время эти грохоты изготавливаются на опытном предприятии института по заказам предприятий и фирм по переработке горной массы, строительных материалов и химического сырья.

Учитывая разнообразие перерабатываемой горной массы, ее гранулометрический состав и физико-механические свойства при эксплуатации грохота возникает необходимость регулировки его амплитудной и частотной характеристик для получения высоких показателей эффективности классификации. Например, снижение плотности сыпучего материала требует увеличения частоты колебаний сита для обеспечения высокой текучести материала, а при его тонкодисперсной классификации процесс транспортирования по грохоту требует увеличения горизонтальной составляющей амплитуды колебаний сита. При классификации массы повышенной влажности необходимо увеличение вертикальной составляющей амплитуды для предотвращения слипания материала. Поэтому грохот снабжен частотным регулятором электронного типа, позволяющим во время эксплуатации производить ручную подстройку или выбор рационального частотного режима. Регулировка амплитуды предусмотрена конструктивно путем разворота дебалансов сегментного типа на валу вибровозбудителя. При противостоянии сегментов возмущающая сила и амплитуда возмущений равны нулю, а при совмещении сегментов они максимальны. Скорость транспортирования материала на грохоте может регулироваться также и углом его наклона. Поскольку колебательная система грохота практически динамически уравновешена, то возможна регулировка угла наклона грохота путем установки его рамы относительно опоры под нужным углом.

В настоящее время грохот изготавливается по заказам предприятий и фирм, поэтому накоплен опыт промышленных исследований зависимости его эффективности от различных условий эксплуатации.

В табл. 2 представлены результаты определения эффективности и ее зависимости от крупности разделения.

Таблица 2

Грохотимый материал	Показатели крупности (мм) и эффективности грохочения (%)												
	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	

Підготовчі процеси збагачення

Железная руда	2	95	1,0	90	0,5	85	0,2	80	0,08	72	0,05	70
Доломит	2	95	1,2	88	0,5	80	0,2	78	0,1	73	0,05	71
Известняк	2	92	0,5	90	0,2	82	0,1	75	–	–	0,05	70
Мел	1	90	0,2	80	0,1	75	–	–	–	–	0,05	65
Зола ТЭЦ	1	93	0,5	88	0,2	80	0,1	75	–	–	0,05	70
Мрамор	2	95	1,0	90	0,5	85	0,2	80	0,1	76	0,05	72
Гранит	2	95	1,5	98	1,0	90	0,6	84	0,1	73	0,05	70
Титановый концентрат	0,5	85	0,3	84	0,7	82	0,1	78	–	–	0,05	72
Кварцевый песок	2	95	1,0	92	0,5	90	0,2	86	0,1	89	0,05	80
Уголь-ГЖ	2	90	1,0	84	0,5	80	0,3	76	0,1	71	0,05	68
Уголь-А	2	90	1,0	84	0,5	80	0,3	76	0,1	72	0,05	70
Грохочение пульпы												
Железная руда Т:Ж=1:3	3	95	1,0	89	0,2	78	0,1	76	0,08	70	0,05	67
Угольный шлам Т:Ж=1:2	2	90	1,0	85	0,3	80	0,2	72	0,1	64	0,05	62
Песок Т:Ж=1:5	2	90	1,0	86	0,5	80	0,2	76	0,1	72	0,05	70
Донный ил Т:Ж=1:4	2	85	1,0	80	0,5	72	0,1	64	–	–	–	–

Таким образом, по результатам экспериментальных и промышленных исследований вибрационный грохот с непосредственным возбуждением ситовой поверхности (ГНВС) показал высокие результаты при тонком грохочении сухой горной массы и пульпы и рекомендуется к широкому промышленному внедрению.

Список литературы

1. **Надутый В.П., Краснопер В.П.** Опыт использования виброгрохотов новой конструкции для тонкой классификации минерального сырья / Всеукр. наук.-техн. журнал "Вібрації в техніці та технологіях". – Вінниця. – Вип. 2(34). – 2004. – С. 50–52.
2. **Надутый В.П., Лапшин Е.С.** Вероятностные процессы вибрационной классификации минерального сырья / Монография. – Киев: Наук. думка, 2005. – 180 с.
3. **Надутый В.П., Краснопер В.П.** Интенсификация процесса тонкого грохочения виброударным режимом динамически активного эластичного сита / Зб. доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. "Сталий розвиток гірничо-металургійної промисловості". – Кривий Ріг. КТУ. – 2004. – С. 56–58.